

«Hidravlik intiqallar» silsiləsi

**Ə. H. ƏZİZOV, İ. Y. HACIYEVA,  
V. H. ƏZİZOV**

**«Həcmi hidravlik intiqallar və  
hidroavtomatika»  
kursundan  
MƏŞĞƏLƏLƏR  
(Dərs vəsaiti)**

ADNA-nın «Tədrisin dərslik, elmi-metodiki  
ədəbiyyatla təmini» komissiyasının  
26.05.2008-ci il tarixli 16 saylı protokolu  
ilə təsdiq edilmişdir

**BAKİ - 2008**

UHTÇ 621.225  
M – 698

**ƏZİZOV Əzizağa Həmid oğlu,  
HACIYEVA İradə Yusif qızı,  
ƏZİZOV Vadim Həmidoviç.**

**«Həcmi hidravlik intiqallar və hidroavtomatika»  
kursundan məşğələlər.**

(Dərs vəsaiti)

ADNA, Bakı, 2008 il, -156 s.

Təklif olunan məşğələlər məcmusu neft-mexanika fakültəsinin bakalavr pilləsi «Hidravlik maşınlar, hidravlik intiqallar və hidropnevmoavtomatika» ixtisas üçün tərtib olunub və «Həcmi hidravlik intiqallar və hidroavtomatika» kursu proqramına uyğun hazırlanıb.

Məşğələlər məcmusunun hazırlanmasında əsas məqsəd tələbələrə həcmi hidravlik intiqallar və hidroavtomatikanın təcrübədə tətbiqi ilə tanış etmək və mühazirələrdə öyrənilən nəzəri kursun dərinlən mənimsənilməsinə kömək etməkdir.

Şəkil – 59, cədvəl – 19, ədəbiyyat – 20.

Redaktor: texniki elmlər doktoru, professor A. M. Rəhimov.

Rəy verənlər: texniki elmlər doktoru, professor M. A. Qarayev;  
texniki elmlər doktoru, professor R. X. Abdullayev.

# MÜNDƏRİCAT

|                                                                                                 |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Müqəddimə.....</b>                                                                           | <b>4</b>   |
| <b>İşarələr və indekslər.....</b>                                                               | <b>5</b>   |
| <b>1. Hidravlik intiqallar haqqında qısa məlumat.....</b>                                       | <b>7</b>   |
| 1.1. Hidravlik intiqalların əsas növləri və onları<br>xarakterizə edən parametrlər.....         | 7          |
| 1.2. Məsələlərin həllinə göstərişlər.....                                                       | 14         |
| <b>2. Həll olunmuş məsələlər və onların həllinə metodik<br/>    göstərişlər.....</b>            | <b>16</b>  |
| <b>3. Məsələlər.....</b>                                                                        | <b>72</b>  |
| <b>Əlavələr.....</b>                                                                            | <b>125</b> |
| 1. Hidravlik avadanlıqların əsas nominal parametrləri.....                                      | 126        |
| 2. Polad borular sortimenti (xarici diametri və divarının<br>qalınlığı).....                    | 129        |
| 3. Bəzi mayelərin sıxlığı və kinematik özlülüyü.....                                            | 130        |
| 4. Reynolds ədədini $Re$ təyin etmək üçün nomogram.....                                         | 132        |
| 5. Hidravlik intiqalın tam FIƏ və hesablama düsturları.....                                     | 133        |
| 6. Hidravlik avadanlıqlarının hidravlik sxemlərdə şərti<br>işarələri.....                       | 134        |
| Ə.6.1. Hidromühərriklər.....                                                                    | 134        |
| Ə.6.2. Nasoslar.....                                                                            | 135        |
| Ə.6.3. Klapanlar.....                                                                           | 136        |
| Ə.6.4. Hidrosilindrlər.....                                                                     | 137        |
| Ə.6.5. Hidropaylayıcılar.....                                                                   | 138        |
| 7. Beynəlxalq Ölçü Vahidləri (SI sistemi).....                                                  | 139        |
| 8. Hidravlik intiqallar və hidroavtomatika üzrə qısa<br>Rus – Azərbaycan - İngiliscə lüğət..... | 147        |
| <b>Ədəbiyyat.....</b>                                                                           | <b>155</b> |

## MÜQƏDDİMƏ

Təklif olunan tədris vəsaiti ««Həcmi hidravlik intiqallar və hidroavtomatika» kursundan məşğələlər» neft-mexanika fakültəsinin bakalavr pilləsi «Hidravlik maşınlar, hidravlik intiqallar və hidropnevmoavtomatika» ixtisası üçün «Həcmi hidravlik intiqallar və hidroavtomatika» kursun proqramına uyğun hazırlanıb və qaz-neft-mədən və maşınqayırma ixtisaslarının tələbələri üçün təlimat kimi nəzərdə tutulur.

Təklif olunan tədris vəsaitinə həcmi hidravlik intiqalına və onun ayrı-ayrı hissələrinə aid Beynəlxalq Ölçü Vahidlər sistemində (SI) həll olunmuş məsələlər və tapşırıqlar daxildir. Müstəqil hesablamaları yerinə yetirmək üçün vəsaitdə metodik göstərişlər və əsas düsturlar verilmişdir.

Bu vəsaitin hazırlanmasında əsas məqsəd tələbələri hidravlik intiqalların təcrübədə tətbiqi və onların hidravlik sxemləri ilə tanış etmək, mühazirələrdə alınan nəzəri kursun mənimsənilməsinə və genişlənməsinə kömək etməkdir.

Vəsaitdə təklif olunan məsələlərin bir qisminin tərtibatında aşağıdakı dərslər vəsaitlərindən istifadə olunub:

1. Сборник задач по машиностроительной гидравлике. Под ред. И.И. Куколевского, Л.Г. Подвидза. М.: Машиностроение, 1972, 472 с.

2. Перекрестов А. В. Задачи по объемному гидроприводу. К.: Вища шк., Головное изд-во, 1983. 144 с.

3. Задачник по гидравлике, гидромашинам и гидроприводу. Ю. А. Беленков, И. И. Фатеев и др.; Под ред. Б. Б. Некрасова, М.: Высшая школа, 1989. 191 с.

Təklif olunan bu tədris vəsaiti ilk dəfə nəşr olunur. Vəsaitdə tapılan qüsurların aradan qaldırılmasında və kitabın yaxşılaşdırılmasında iştirak edəcək oxuculara əvvəlcədən minnətdarlığımızı bildiririk.

Müəlliflər bu dərslər vəsaitinin 3-cü fəsilinin tərtibində iştirakına görə kafedranın baş müəllimi A.S.Ağaverdiyevə minnətdarlıqlarını bildirirlər.

*Müəlliflər*



## İşarələr

 $b$  – dişli çarxın eni, m; $D, d$  – diametr, m; $F, S, f$  – sahələr,  $m^2$ ; $G$  – yük, N, kN; $H$  – nasosun basqısı, m maye sütunu; $Q$  – nasosun verimi,  $m^3/\text{san}$ ; $l$  – uzunluq, m; $m$  – modul, m; $M$  – moment, Nm; $n$  – dövrlər sayı, dövr/san; $N$  – güc, kVt; $p$  – təzyiq, Pa, MPa; $P, F, K$  – qüvvə, N; $S$  – gediş yolu, m; $T$  – sürtünmə qüvvəsi, N; $t$  – temperatur,  $^{\circ}\text{S}$ , K; $v$  – sürət, m/san; $W$  – həcm,  $m^3$ ; $z$  – dişlərin sayı; $\tau$  – zaman, san; $\xi$  – yerli hidravlik

müqavimət əmsalı;

 $\nu$  – kinematik özlülükəmsalı,  $m^2/\text{san}$ ; $\Delta$  – mütləq xəta işarəsi;  
fərq işarəsi; $\delta$  – nisbi xəta işarəsi; $\eta$  – faydalı iş əmsalı; $\lambda$  – hidravlik müqavimət  
əmsalı; $\alpha, \beta$  – bucaqlar; $\omega$  – en kəsik sahəsi,  $m^2$ ; $\omega$  – bucaq sürəti, l/san; $\mu$  – sərf əmsalı; $\rho$  – sıxlıq,  $kq/m^3$ ; $\Delta z$  – məsafə, hündürlük, m; $A$  – ampermetr; $E.M.$  – elektrik mühərriki; $QK$  – qoruyucu klapan; $M$  – manometr; $MV$  – manovakuummetr; $N$  – nasos; $U$  – voltmetr. $V$  – vakuummetr; $W$  – vattmetr;

## İndekslər

*a* – axıtma;  
*b* – böhran, basqı;  
*c* – civə;  
*d*, *diaf* – diafraqma;  
*d.b.* – doymuş buxar;  
*dr* – drossel;  
*e* – elektrik;  
*e.m* – elektrik mühərriki;  
*əks* – əks;  
*f* – faydalı;  
*gir*, *g* – giriş;  
*h* – həqiqi;  
*h* – hidravliki;  
*h mex* – hidromexaniki  
*həc* – həcmi;  
*i* – işçi;  
*in* – intiqal;

*kl* – klapan;  
*m* – mühərrik, motor;  
*max* – maksimum;  
*mex* – mexaniki;  
*min* – minimum;  
*n* – nəzəri, nasos;  
*nom* – nominal;  
*ö.q.* – ötürücü qutu;  
*p* – porşen;  
*s* – silindr;  
*s* – sorma;  
*st* – statik;  
*su* – su;  
*sür* – sürtünmə;  
*ş* – ştok;  
*t.o.* – tələb olunan;  
*v* – vurma, val;  
*y* – yük.

## 1. HİDRAVLİK İNTİQALLAR HAQQINDA QISA MƏLUMAT

### 1.1. Hidravlik intiqalların əsas növləri və onların xarakterizə edən parametrlər

Maye vasitəsilə enerjinin ötürülməsi və hərəkət növünün çevrilməsi üçün istifadə edilən hidravlik maşınlardan, hidroaparatlardan və köməkçi tərtibatlardan ibarət qurğuya *hidravlik intiqal* (hidrointiqal) deyilir.

Hidravlik intiqallar iki tipdə olur:

- həcmi və
- hidrodinamik (kürəkli).

Həcmi hidravlik intiqallar sənayenin müxtəlif sahələrində, nəqliyyat maşın və mexanizmlərində, həmçinin tikintidə tətbiq olunan hidroötürmələrdə geniş tətbiq olunur ki, bu da onların başqa intiqal növləri (elektrointiqallar, mexaniki intiqallar) ilə müqayisədə böyük üstünlüklərə malik olmasından irəli gəlir.

Bu vəsaitdə həcmi hidravlik intiqal nəzərdən keçirilir.

Çıxış bəndinin hərəkətin xarakterindən asılı olaraq həcmi intiqallar 3 sinfə bölünür:

- irəliləmə;
- dönmə;
- fırlanma hərəkətli hidravlik intiqallar.

Buna uyğun olaraq

- hidrosilindrlər;
- dönməli hidromotorlar;
- fırlanma hidromotorlar

kimi hidromühərriklərdən istifadə edilir.

Həcmi hidravlik intiqallar:

- idarə olunmayan;
- idarə olunan olurlar.

Birincilərdə çıxış bəndinin sürət nizamlanması olmur, ikincidə isə bu sürət xarici təsirlə dəyişdirilə bilər.

Çıxış bəndinin irəliləmə və ya fırlanma sürətinin tənzimlənməsi üçün aşağıdakı üsullar tətbiq edilir:

- drosselə tənzimlənmə;
- maşınla (həcmi) tənzimlənmə;
- qarışıq tənzimlənmə.

Bu üsullardan həcmi tənzimlənmə metodu daha səmərəlidir, lakin bu zaman işçi həcmi tənzimlənmə, nisbətən baha və mürəkkəb hidromaşının

tətbiqi tələb olunur. Daha sadə tənzimlənmə drosselə əldə olunur, lakin belə hidrintiqal kiçik FİƏ-na malik olur və 5...10 kVt-dan az gücləri ötürmək üçün tətbiq edilir.

Drossellə idarə olunmada nasosun veriminin bir hissəsi hidromühərrikdən keçməyərək, hidrodrossel və ya hidrokapan vasitəsilə nasosun qəbul çəninə axıdılır. Bu üsulla idarəolunmada drosselin yerləşdirilməsi iki variantda ola bilər:

- hidromühərriklə ardıcıl (hidromühərrikin girişində və ya hidromühərrikin çıxışında);
- hidromühərriklə paralel olaraq xəttin budaqlanmasında

yerləşdirilir.

Drosselin **ardıcıl** yerləşdirilməsi variantında irəliləmə hidrintiqalının çıxış bəndinin sürəti ümumi şəkildə aşağıdakı düsturla təyin edilir:

$$v = \mu \frac{f_{dr}}{F} \sqrt{\frac{2}{\rho} \left( p_n - \frac{P}{F} \right)}, \quad (1.1)$$

burada  $\rho$  - işçi mayenin sıxlığı;  $P$  - çıxış düyününə təsir edən qüvvə;  $p_n$  - nasosun çıxışındakı təzyiq.

*Birtərəfli* stoklu silindr olduqda və işçi maye *stok boşluğuna* verildə irəliləmə hidrintiqalının çıxış bəndinin sürəti aşağıdakı düsturla təyin edilir:

$$\begin{aligned} v &= \frac{Q_{dr} \eta_{shac}}{F - f} = \frac{Q_s \eta_{shac}}{F'} = \mu_{dr} \frac{\bar{x} f_{dr \max} \eta_{shac}}{F'} \sqrt{\frac{2 \Delta p_{dr}}{\rho}} = \\ &= \mu_{dr} \frac{f_{dr} \eta_{shac}}{F'} \sqrt{\frac{2}{\rho} \left( p_n - \frac{P}{F' \eta_{smex}} - p_a \right)}. \end{aligned} \quad (1.2)$$

burada  $\mu_{dr}$  - drosselin sərf əmsalı;  $f_{dr}$  - drosselin işçi keçidinin sahəsi;  $f_{dr} = \bar{x} f_{dr \max}$ ;  $f_{dr \max}$  - drosselin işçi keçidinin mümkün ola bilən maksimal

sahəsi;  $\bar{x}$  - drosselin açılma dərəcəsi;  $0 \leq \bar{x} \leq 1$ ;  $F = \frac{\pi D^2}{4}$  porşenin en

kəsik sahəsi;  $D$  - porşenin diametri;  $f = \frac{\pi d^2}{4}$  - stokun en kəsik sahəsi;  $d$

- stokun diametri;  $F' = F - f$  - stok tərəfdən hidrosilindrin işçi sahəsi;  $P$  - ştoka təsir edən qüvvə;  $Q_n$  - nasosun verimi;  $Q_{dr}$  - drosseldən keçən mayenin sərfi;  $Q_s$  - hidrosilindrə daxil olan mayenin sərfi;  $p_a$  -

hidrosilindrdən xaric olunan maye axının təzyiqi;  $\Delta p_{dr}$  – tənzimləyici drosseldə təzyiq düşküsi.

*Birtərəfli* silindrinin işçi maye *porşen boşluğuna* verildərsə irəliləmə hidrintiqalının çıxış bəndinin sürəti aşağıdakı düsturla təyin edilir:

$$\begin{aligned} v &= \frac{Q_{dr} \eta_{shac}}{F} = \frac{Q_s \eta_{shac}}{F} = \mu_{dr} \frac{\bar{x} f_{dr} \max \eta_{shac}}{F} \sqrt{\frac{2 \Delta p_{dr}}{\rho}} = \\ &= \mu_{dr} \frac{f_{dr} \eta_{shac}}{F} \sqrt{\frac{2}{\rho} \left( p_n - \frac{P}{F \eta_{smex}} - p_a \right)}. \end{aligned} \quad (1.3)$$

*Hidromotorun* valının fırlanma dövrlər sayı aşağıdakı düsturla təyin olunur:

$$\begin{aligned} n_{mv} &= \frac{Q_m \cdot \eta_{mhac}}{q_m} = \frac{\eta_{mhac} Q_{dr}}{q_m} = \frac{\eta_{mhac}}{q_m} \mu_{dr} f_{dr} \sqrt{p_n - \frac{2 \cdot 2\pi M_m}{\rho \cdot q_m \cdot \eta_{mmex}} - p_a} = \\ &= \frac{\eta_{mhac}}{q_m} \mu_{dr} \bar{x} f_{dr} \max \sqrt{\frac{2 \Delta p_{dr}}{\rho}}. \end{aligned} \quad (1.4)$$

Burada: –  $Q_m$  – hidromotordan keçən işçi mayenin həcmi;  $q_m$  – hidromotorun işçi həcmi;  $M_m$  – hidromotorun valındakı moment;  $\eta_{mhac}$  – hidromotorun həcmi FİƏ-dır;  $p_a$  – hidromotordan xaric olunan maye axının təzyiqi.

Bu düsturlardan görünür ki, nasosun sabit verimində çıxış bəndinin hərəkət sürəti drosselin işçi keçid sahəsindən –  $f_{dr}$  və ya drosselin açılma dərəcəsiindən  $\bar{x}$ -dan asılıdır. Drosselin *ardıcıl* qoşulması zamanı  $f_{dr} = 0$  ( $\bar{x} = 0$ ) olduqda çıxış bənd (ştok və ya val) hərəkət etmir, keçid sahəsinin artması ilə çıxış bəndinin sürəti (və ya fırlanma tezliyi) 0-dan başlayaraq maksimal qiymətinə gedər artır.

Drosselin **paralel** yerləşdirilməsi variantında isə sürət ümumi şəkildə aşağıdakı düsturla təyin edilir:

$$v = \frac{1}{F} \left( Q_n - \mu f_{dr} \sqrt{\frac{2P}{\rho F}} \right), \quad (1.5)$$

Drosselin *birtərəfli* ştoklu hidrosilindrlə *paralel* qoşulması zamanı nasosun təzyiqi ştoka təsir edən qüvvə və sürtünmə qüvvəsi ilə, ştokun

hərəkət sürəti nasosun verimi və drosseldən keçən maye sərfinin fərqi (işçi maye *ştok boşluğuna* verilir) ilə təyin edilir:

$$v = \frac{Q_s \eta_{shac}}{F - f} = \frac{(Q_n - Q_{dr}) \eta_{shac}}{F'} = \frac{\eta_{shac}}{F'} \left[ Q_n - \mu_{dr} f_{dr} \sqrt{\frac{2}{\rho} \left( p_n - \frac{P}{F' \eta_{smex}} - p_a \right)} \right] = \quad (1.6)$$

$$= \frac{\eta_{shac}}{F'} \left( Q_n - \mu_{dr} \bar{x} f_{drmax} \sqrt{\frac{2 \Delta p_{dr}}{\rho}} \right),$$

İşçi maye *birtərəfli ştoklu* silindrin *porşen boşluğuna* verildərsə, onda ştokun hərəkət sürəti olacaqdır:

$$v = \frac{Q_s \eta_{shac}}{F} = \frac{(Q_n - Q_{dr}) \eta_{shac}}{F} = \frac{\eta_{shac}}{F} \left[ Q_n - \mu_{dr} f_{dr} \sqrt{\frac{2}{\rho} \left( p_n - \frac{P}{F \eta_{smex}} - p_a \right)} \right] = \quad (1.7)$$

$$= \frac{\eta_{shac}}{F} \left( Q_n - \mu_{dr} \bar{x} f_{drmax} \sqrt{\frac{2 \Delta p_{dr}}{\rho}} \right).$$

Buradan görünür ki, drosselin *paralel* qoşulması zamanı  $f_{dr} = 0$  ( $\bar{x} = 0$ ) olduqda ( $P = \text{sabit}$ ) ştokun sürəti maksimal olur, keçid sahəsinin artması ilə ştokun sürəti azalır.

Drossel *hidromotora* paralel yerləşdikdə nasosun təzyiqi hidromotorun valındakı momentlə və hidrointiqalın hidromexaniki FİƏ ilə təyin edilir, hidromotorun çıxış valının dövrlər sayı isə nasosun verimi ilə drosseldən keçən işçi maye sərfinin fərqindən asılıdır:

$$n_{mv} = \frac{Q_m \cdot \eta_{mhac}}{q_m} = \frac{\eta_{mhac}}{q_m} \left( Q_n - \mu_{dr} \bar{x} f_{drmax} \sqrt{\frac{2 \cdot 2\pi M_m}{\rho \cdot q_m \cdot \eta_{mmex}}} \right). \quad (1.8)$$

Göründüyü kimi, drosselin *paralel* qoşulması zamanı hidromotorun valında moment dəyişmədikdə ( $M_m = \text{sabit}$ ), valın dövrlər sayı drosselin sərbəst en kəşik sahəsindən  $f_{dr}$  asılıdır.  $f_{dr}$  artdıqda dövrlər sayı azalacaqdır. Ən böyük dövrlər sayı  $n_m$  tənzimləmə drosselinin tam bağlı halında ( $f_{dr} = 0$  ( $\bar{x} = 0$ )) olacaqdır.

Bərabərlikdən göründüyü kimi  $f_{dr}$ -in sabit qiymətində dövrlər sayı hidromotorun valındakı yüklənmə momentinin qiymətindən asılı olacaqdır ki, bu da drosselə tənzimləmə üsulunun əsas çatışmayan cəhətidir.

Drosselin budaqlanmada tətbiqi zamanı sürətin tənzimlənməsi mayenin qoruyucu klapandan *axmaması* şərti ilə aparılmalıdır. Bu halda

eyni dərəcədə tənzimləmədə və eyni yüklənmədə hidrosistemin FİƏ drosselin hidromühərrikə ardıcıl qoşulması halından yüksək olur.

Maşın üsulu ilə idarə olunmada nasosun və ya hidromühərrikin ayrı-aylıqda və ya birlikdə işçi həcmnin dəyişdirilməsi ilə əldə edilir. Hidromühərrikin işçi həcmnin dəyişdirilməsi ilə ancaq fırlanma hərəkətli hidroiqtıqallarda mümkündür.

Ümumi halda hidromühərrikin valının dövrlər sayı aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$n_m = n_n \frac{e_n q_n}{e_m q_m} \eta_{in hac}, \quad (1.9)$$

$n_n$  – nasosun dövrlər sayı;  $q_n$  və  $q_m$  – uyğun olaraq nasosun və mühərrikin maksimum işçi həcmi,  $e_n$  və  $e_m$  nasos və mühərrikdə cari və maksimum işçi həcmə nisbətində bərabər olaraq nasos və mühərrikin ölçüsüz nizamlanma göstəricisi (sıfırla vahid arasında dəyişir);  $\eta_{in hac}$  – hidroiqtıqalın həcmi FİƏ (nasos və hidromühərrikin həcmi FİƏ-larının hasilinə bərabər olur).

Hidravlik iqtıqalın faydalı iş əmsalı  $\eta_{in}$  onun çıxış bəndindəki gücün nasosun valındakı (işlətdiyi) gücə nisbətində bərabərdir.

İrəliləmə hərəkətli hidroiqtıqal üçün:

$$\eta_{in} = \frac{P \cdot v}{M_n \cdot \omega_n}; \quad (1.10)$$

fırlanmada hərəkətli hidroiqtıqal üçün isə:

$$\eta_{in} = \frac{M_m \cdot \omega_m}{M_n \cdot \omega_n}. \quad (1.11)$$

Burada  $M_n$  və  $M_m$  – uyğun olaraq nasosun və hidroiqtıqalın valındakı momentlərdir;  $P$  – hidrosilindrin ştokundakı qüvvə,  $\omega_n$  və  $\omega_m$  nasos və mühərrik vallarının bucaq sürətləridir. Maşın üsulu ilə idarə olunan hidravlik iqtıqalın FİƏ hidromaşınlardakı həcmi, mexaniki itkiləri və hidravliki xətlərdəki (borulardakı, süzgeclərdə, paylayıcılarda) hidravlik itkiləri nəzərə alır

$$\eta_{in} = \eta_{in hac} \cdot \eta_{in mex} \cdot \eta_{in h}, \quad (1.12)$$

burada  $\eta_{in hac}$  – hidroiqtıqalın mexaniki FİƏ olub, nasosun mexaniki FİƏ- ilə mühərrikin FİƏ-nin hasilinə bərabər olur;  $\eta_{in h}$  – hidravliki FİƏ olub,

hidravlik boru xətlərindəki təzyiq itkilərinin nasosdan çıxışdakı təzyiqə nisbətində bərabər olur.

Drossellə idarə olunan hidravlik intiqalın FİƏ, adları yuxarıda çəkilən itkilərdən əlavə olaraq, idarəetmə sisteminin FİƏ-ni də nəzərə alır. Bu əmsal, hidravlik intiqala verilən maye axınının gücünün, nasosdan çıxışda xətlərdəki itkilər nəzərə alınmadıqda maye axınının gücünə olan nisbətində bərabər olur.

Drosseli ardıcıl qoşduqda

$$\eta_{id} = 0.385 \frac{f_{dr}}{f_{dr.max}}, \quad (1.13)$$

Paralel qoşulmada

$$\eta_{id} = 1 - \frac{Q_{dr}}{Q_n}, \quad (1.14)$$

burada  $f_{dr}$  və  $f_{dr.max}$  – drosselin cari və maksimum en kəsik sahələri.  $Q_{dr}$  – drosseldən keçən sərfdir.

Drosseli xəttin budaqlanmasında yerləşdirilmiş hidrointiqallarda işçi mayenin drossellənməsindən əmələ gələn bütün istilik çənə ötürülür. Belə sxemli hidrointiqalların cəhəti mənfi yüklərdə – yəni yükün təsir istiqaməti çıxış bəndinin hərəkət istiqaməti ilə üst-üstə düşür və yükün qiyməti, mexaniki və hidravliki sürünmə müqavimət qüvvəsindən böyük olduqda, sürətin tənzimlənməsinin qeyri-mümkünlüyüdür.

Maye axınıni idarə etmək üçün istifadə olunan tərtibatlara *hidravlik aparatlar* (hidroaparatlar) deyilir.

Əsas hidroaparatlar:

- hidrodrossellər və hidroklapanlar maye axınının sərfi və təzyiqini dəyişmək üçün;
- hidropaylayıcılar isə maye axınının istiqamətini dəyişmək üçün istifadə edilir.

Hidravlik sxemlərdə hidravlik maşınlar, hidroaparatlar və köməkçi tərtibatların şərti işarələri əlavələrdə (Əlavə 6) göstərilmişdir.

Həcmi hidrointiqalların əsas parametrləri (Əlavə 1):

- işçi mayenin nominal təzyiqi;
- işçi mayenin nominal sərfi;
- hidrointiqalın (qidalandırıcı nasosun) nominal gücü;
- həcmi hidrointiqalların çıxış bəndinin sürəti (irəliləmə hərəkətli həcmi hidrointiqal üçün) və ya fırlanma tezliyi (fırlanma hərəkətli həcmi hidrointiqal üçün);
- ötürmə əmsalı;



– momentlərin transformasiya əmsalı (fırlanma hərəkətli həcmi hidroiqtıqal üçün).

Hidroiqtıqalın çıxış bəndinin nisbi sürətin  $\bar{v}$  və ya nisbi fırlanma tezliyin  $\bar{n}$  tənzimləyici drosselin nisbi açılma  $\bar{x}$  dərəcəsindən asılılığı  $\bar{v}, \bar{n} = f(\bar{x})$  – həcmi hidroiqtıqalların *tənzimləyici*, hidroiqtıqalın çıxış bəndinin nisbi yükləmə dərəcəsi  $\bar{p}$  asılılığı isə  $\bar{v}, \bar{n} = f(\bar{p})$  – *yükləmə* xarakteristikaları adlanırlar.

Həcmi hidroiqtıqalların əsas parametrlərindən olan tam (ümumi) FİƏ (Əlavə 5). Enerjinin çevrilməsi prosesi hidroötürmənin bəndlərində, yəni nasosda, hidroxtətdə və hidromühərrikdə həcmi, hidravlik və mexaniki güc itkiləri ilə yanaşı baş verir.

Nasosun güc balansı:

$$N_{nv} = N_n + \Delta N_n \quad (1.15)$$

Burada  $N_{nv}$  – nasosun gücü (nasosun valında istifadə olunan güc);  $N_n$  – nasosun faydalı gücü (nasosun mayeyə verdiyi güc);  $\Delta N_n$  nasosdakı ümumi güc itkiləridir:

$$\Delta N_{nv} = \Delta N_{nh} + \Delta N_{nm} + \Delta N_{nx}. \quad (1.16)$$

Burada  $\Delta N_{nh}$  həcmi güc itkiləri;  $\Delta N_{nm}$  – hidravliki güc itkiləri;  $\Delta N_{nx}$  – mexaniki güc itkiləridir.

Analoji olaraq hidromühərrik üçün güc balansı tərtib etmək olar:

$$N_{mv} = N_m - \Delta N_m = N_m - (\Delta N_{mh} + \Delta N_{mm} + \Delta N_{mx}). \quad (1.17)$$

Burada  $N_m$  – hidromühərrikin tələb etdiyi güc;  $N_{mv}$  – hidromühərrikin faydalı gücüdür.

Ümumi halda hidroiqtıqalının güc balansı:

$$N_{nv} = N_{mv} + \Delta N_{in} = N_{mv} + \Delta N_n + \Delta N_m + \Delta N_x. \quad (1.18)$$

Burada  $\Delta N_x$  – hidroxtətdə güc itkisidir və aşağıdakı ifadə ilə hesablanır:

$$\Delta N_x = \Sigma \Delta N_{xi} + \Delta N_{id}, \quad (1.19)$$

$\Delta N_{id}$  – idarəedici hidroaparatda güc itkisi. Hidroxtətdə mexaniki güc itkiləri olmur.

Maşın üsulu ilə idarə olunan hidravlik intıqalın FİƏ hidromaşınlardakı həcmi, mexaniki itkiləri və hidravliki xətlərdəki (borulardakı, süzgeclərdə, paylayıcılarda) hidravlik itkiləri nəzərə alır

$$\eta_{in} = \eta_{in\hbar\epsilon} \cdot \eta_{in\text{mex}} \cdot \eta_{in\hbar}, \quad (1.20)$$

burada  $\eta_{in\hbar\epsilon}$  – hidrintiqalın həcmi FİƏ olub, nasosun həcmi FİƏ- ilə mühərrikin həcmi FİƏ-nin hasilinə bərabər olur (hidravlik aparatlarda və idarəetmə qurğusunda həcmi itkilər olmadıqda):

$$\eta_{in\hbar\epsilon} = \eta_n\hbar\epsilon \cdot \eta_m\hbar\epsilon; \quad (1.21)$$

–  $\eta_{in\text{mex}}$  – hidrintiqalın mexaniki FİƏ olub, nasosun mexaniki FİƏ- ilə mühərrikin FİƏ-nin hasilinə bərabər olur:

$$\eta_{in\text{mex}} = \eta_n\text{mex} \cdot \eta_m\text{mex}; \quad (1.22)$$

–  $\eta_{in\hbar}$  – hidravliki FİƏ olub, hidravlik boru xətlərindəki təzyiq itkilərinin nasosdan çıxışdakı təzyiqə nisbətində bərabər olur:

$$\eta_{in\hbar} = \eta_n\hbar \cdot \eta_m\hbar \cdot \eta_x. \quad (1.23)$$

Drossellə idarə olunan hidravlik intiqalın FİƏ, adları yuxarıda çəkilən itkilərdən əlavə olaraq, *idarəetmə* sisteminin FİƏ-ni də nəzərə alır. Bu əmsal, hidravlik intiqala verilən maye axınının gücünün, nasosdan çıxışda xətlərdəki itkilər nəzərə alınmadıqda maye axınının gücünə olan nisbətində bərabər olur.

$$\eta_{in\hbar} = \eta_n\hbar \cdot \eta_m\hbar \cdot \eta_x \cdot \eta_{id}. \quad (1.24)$$

Hidrintiqalın əsas hidroenergetik göstəricisi onun FİƏ-dir. Giriş və çıxış bəndlərində fırlanma hərəkəti olan ötürmələr üçün eləcə də ötürmə ədədi və momentin transformasiyası əmsalı əsas hesab edilir.

## 1.2. Məsələlərin həllinə göstərişlər

Hesablamalarda hidravlik intiqalları nasosla maye vurulan mürəkkəb boru kəməri kimi, hidravliki mühərrikləri isə  $\Delta p$  təzyiq düşküsi yaradan xüsusi yerli hidravliki müqavimətlər kimi baxmaq olar. Bu müqavimət maye sərfindən və ya intiqalın çıxış düyününün sürətindən asılı sayılır.

Hidrosilindrlər üçün təzyiq düşküsi  $\Delta p$ , təxmini olaraq porşenin ştokuna təsir edən qüvvənin porşenin vurma tərəfindəki en kəsik sahəsinə nisbəti kimi tapılır. Bu sistemlərin hesabını apardıqda onu nəzərə almaq lazımdır ki, *birtərəfli* ştoku olan hidrosilindrə daxil olan maye sərfi onun çıxışdakı sərfdən *fərqlidir*, çünki porşenlərin sahələri müxtəlifdir.

Verilmiş hidrintiqalın iş rejimini təyin etdikdə nasosunun xarakteristikası qraf-analitik metoddan istifadə edərkən tapılır. Bu zaman nizamlanan nasosların (və ya axıtma klapanı ilə təchiz olunan nasosların) xarakteristikaları adətən üç nöqtə ilə verilir ki, hansılar ki düz xətlərlə birləşdirilirlər. Nizamlanmayan (tənzimlənməyən) nasosların xarakteristikaları iki nöqtə ilə verilə bilər ki, bu zaman bunları düz xətlə birləşdirirlər. Birinci nöqtədə  $p = 0$ ,  $Q = Q_{n0}$ , və həcmi  $Fl\Theta \quad \eta_{n \text{ həc}} = 1$  olur. İkinci nöqtə ilə verilən  $p_n$  və  $\eta_{n \text{ həc}}$  görə təyin edilir.

## 2. HƏLL OLUNMUŞ MƏSƏLƏLƏR VƏ ONLARIN HƏLLİNƏ METODİK GÖSTƏRİSLƏR

### Hidrintiqlal üçün işçi mayenin seçilməsi

**Məsələ 2.1.** Temperaturu  $20^{\circ}\text{S}$  olan И-30 (Индустриальное 30) markalı sənaye yağı ( $t = 20^{\circ}\text{S}$  yağın kinematik özlülüyü  $\nu = 150 \text{ mm}^2/\text{san}$  (150 sSt))  $d = 22 \text{ mm}$  olan boru kəməri ilə verimi  $Q = 105 \text{ dm}^3/\text{dəq}$  olan nasosla hidrosilindrə ötürülür. Yağın axma rejimini təyin etməli, həm də eyni zamanda laminar rejimin hansı temperaturda turbulent rejimə keçməsinə tapmalı.

### Həlli:

Yağın boruda axma sürəti:

$$\nu = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 105 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 0,022^2 \cdot 60} = 0,461 \text{ m/san.}$$

$t = 20^{\circ}\text{S}$  – də yağın kinematik özlülüyü  $\nu = 150 \text{ mm}^2/\text{san} = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{san}$ .

Reynolds ədədi  $Re$ :

$$Re = \frac{vd}{\nu} = \frac{461 \cdot 2,2}{1,5} = 676 < 2300.$$

Deməli, hərəkətin rejimi laminardır. Laminar rejimdən turbulent rejimə keçən vaxt Reynolds ədədi kritik həddə  $Re_{kr}$  bərabərdir:

$$Re_{kr} = \frac{vd}{\nu} = 2300.$$

Buradan kinematik özlülüyü tapırıq:

$$\nu = \frac{vd}{2300} = \frac{0,461 \cdot 0,022}{2300} = 0,44 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{san} = 44 \text{ mm}^2/\text{san}$$

$\nu = f(t)$  qrafikindən tapırıq ki,  $t = 43^{\circ}\text{S}$ , bu halda  $\nu = 44 \text{ mm}^2/\text{san}$  və deməli bu temperaturda yağın hərəkət rejimi dəyişir (keçid rejim baş verir).

### Hidrintiqlal hidromühərriklərinin hesabı

**Məsələ 2.2.** Fırlanma tezliyi  $n_m = 1800 \text{ dəq}^{-1}$  halında hidromühərrikdə burucu moment  $M_m = 100 \text{ Nm}$ -ə qədər qalxır. Hidromühərrikin işçi həcmi  $q_m = 50 \text{ sm}^3$ , mexaniki FİƏ  $\eta_{m \text{ mex}} = 0,96$ ; həcmi FİƏ  $\eta_{m \text{ hac}} = 0,95$ . Çıxışda mayenin təzyiqi  $p_2 = 80 \text{ kPa}$  halı üçün hidromühərrikin sərfini və girişində maye axınının təzyiqini təyin etməli.

**Həlli:**

Nəzərə alaraq ki, hidromühərrikin valındakı burucu moment  $M_m$ ;

$$M_m = \frac{\Delta p_m q_m}{2\pi} \eta_{m \text{ mex}}, \text{ Nm},$$

onda hidromühərrikdə təzyiq düşküsünü aşağıdakı düsturla tapırıq:

$$\Delta p_m = \frac{2\pi M_m}{q_m \eta_{m \text{ mex}}} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 100}{50 \cdot 10^{-6} \cdot 0,96} = 13,1 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 13,1 \text{ MPa}.$$

Hidromühərrikin girişindəki təzyiqi aşağıdakı düsturdan təyin edirik:

$$p_1 = \Delta p_m + p_2 = 13,1 + 0,08 = 13,18 \text{ MPa}.$$

Hidromühərrikdən keçən işçi mayenin sərfini, həcmi FİƏ-nı nəzərə almaqla aşağıdakı düsturla hesablayırıq

$$Q_m = \frac{Q_{m i}}{\eta_{m \text{ hac}}} = \frac{q_m n_m}{\eta_{m \text{ hac}}} = \frac{50 \cdot 10^{-6} \cdot 1800}{0,95 \cdot 60} = 1,58 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{san} = 1,58 \text{ dm}^3/\text{san}.$$

Hidromühərrikin girişində maye axınının gücü:

$$N_I = p_1 Q = 13,18 \cdot 10^6 \cdot 1,58 \cdot 10^{-3} = 20800 \text{ Vt} = 20,8 \text{ kVt}.$$

### Hidravlik silindrlərin hesabı.

**Məsələ 2.3.** Diametri  $D = 100 \text{ mm}$  olan hidrosilindrin porşeni  $R = 100 \text{ kN}$  qüvvəsini dəf edərək,  $v = 2 \text{ sm/san} = 0,02 \text{ m/san}$  sürəti ilə yuxarı hərəkət edir (şəkil 2.1). Əgər hidrosilindrin mexaniki FİƏ  $\eta_{s \text{ mex}} = 0,98$ , həcmi FİƏ  $\eta_{s \text{ hac}} = 1$  və ştokla birlikdə porşenin kütləsi  $m = 50 \text{ kq}$ -dırsa, nasosun verimini, təzyiqini və eləcə də hidrosilindrin faydalı gücünü təyin etməli. Hidrosilindrin ştok boşluğundakı mayenin təzyiqi nəzərə alınmır.

**Həlli:**

Nasosun yarada bildiyi təzyiqi tarazlıq şərtindən tapırıq:

$$R + mg = p \frac{\pi D^2}{4} \eta_m.$$

Buradan:

$$p = \frac{4(R + mg)}{\pi D^2 \eta_{smex}} = \frac{4(10^5 + 50 \cdot 9,81)}{3,14 \cdot 0,1^2 \cdot 0,98} = 13,1 \cdot 10^6 \text{ Pa}.$$

İşçi mayenin sərfi:

$$Q = v \frac{\pi D^2}{4} \frac{1}{\eta_{shac}} = 0,02 \frac{3,14 \cdot 0,10^2}{4} \cdot \frac{1}{1} = 0,000157 \text{ m}^3/\text{san}.$$

Hidrosilindrin faydalı gücü

$$N_f = (R + mg)v = (10^5 + 50 \cdot 9,81) \cdot 0,02 = 2000 \text{ Vt} = 2 \text{ kVt}.$$

**Klapanların yaylarının hesabı**

**Məsələ 2.4.** Kürəcikli qoruyucu klapanın işi aşağıdakı parametrlərlə səciyyələnir: maksimal sərf  $Q = 0,4 \text{ dm}^3/\text{san}$ , girişdə təzyiq  $p_1 = 10 \text{ MPa}$ , çıxışda təzyiq  $p_2 = 0$ ,  $v = 10 \text{ m/san}$ , işçi mayenin sıxlığı  $\rho = 850 \text{ kq/m}^3$ . Klapanın açıldığı anda, yayın qüvvəsini və verilmiş sərfi təmin etmək üçün, kürəciyin nə qədər qalxmalı olduğunu təyin etməli (şəkil 2.2).

**Həlli:**

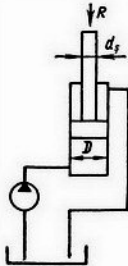
Klapanda maye axınının təzyiq düşküsi:

$$\Delta p_{kl} = p_1 - p_2 = 10 - 0 = 10 \text{ MPa}.$$

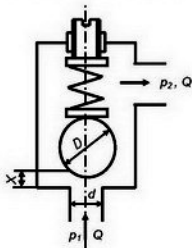
Klapandan keçən maye axınının sərfi:

$$Q = \mu S_{kl} \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta p_{kl}}.$$

Onda klapan aralığının ən kəsiyi aşağıdakı düsturdan tapılır, sərf əmsalını  $\mu = 0,65$  qəbul edirik:



Şəkil 2.1(2.3 məsələyə aid)



Şəkil 2.2 (2.4 məsələyə aid)

$$S_{kl} = \frac{Q}{\mu \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta p_{kl}}} = \frac{0.4 \cdot 10^{-3}}{0.65 \sqrt{\frac{2}{850} 10^7}} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 = 4 \text{ mm}^2.$$

Giriş kanalında sürət  $v = 10$  m/san halında onun diametri:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.4 \cdot 10^{-3}}{3.14 \cdot 10}} = 0.007 \text{ m} = 7 \text{ mm}.$$

Klapanın açıldığı anda yaydakı qüvvə aşağıdakı düsturla tapılır:

$$F_o = p_l S_{kl} = p_l \frac{\pi d^2}{4} = 10^7 \frac{3.14 \cdot 0.007^2}{4} = 385 \text{ N}.$$

Kürəcəyin diametrini aşağıdakı kimi qəbul edirik:

$$D = 1.8 d = 1.8 \cdot 7 = 13 \text{ mm}.$$

Klapanın qalxma hündürlüyü:

$$X = \frac{S_{kl}}{\pi d} = \frac{4}{3.14 \cdot 7} = 0.18 \text{ mm}.$$

### Hidropaylayıcılar

**Məsələ 2.5.** İrəli-geri hərəkətli həcmi hidrintiqaqlın hidrosilindrinin (şəkil 2.3) reversləşdirilməsi (hərəkətinin istiqamətinin dəyişdirməsi) zolotnik (şəkil 2.4) vasitəsi ilə həyata keçirilir. Aşağıdakı verilənlərə görə hidrosilindrin ştokunda qüvvəni təyin etməli: ştokun diametri  $d = 25$  mm, silindrin diametri  $D = 50$  mm, işçi mayenin sərfi  $Q = 0.6$  dm<sup>3</sup>/san, zolotnikin girişində təzyiq  $p_l = 15$  MPa, zolotnikin diametri  $D_l = 15$  mm, onun yerdəyişməsi  $x = 1$  mm, sərf əmsalı  $\mu = 0.65$ , işçi mayenin sıxlığı  $\rho = 890$  kq/m<sup>3</sup>.

Hidravlik xətdəki təzyiq itkisi nəzərə alınmır.

**Həlli:**

Zolotnikdən keçən mayenin sərfi:

$$Q = \mu S_z \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta p_z}.$$



Onda zolotnikdəki təzyiq düşküsi aşağıdakı düsturla tapılır:

$$\Delta p_z = \frac{\rho}{2} \left( \frac{Q}{\mu S_z} \right)^2 = \frac{\rho}{2} \left( \frac{Q}{\mu \pi D_1 x} \right)^2 = \frac{890}{2} \left( \frac{0.6 \cdot 10^{-3}}{0.65 \cdot 3,14 \cdot 15 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3}} \right)^2 = 1,7 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Zolotnikin çıxışında təzyiq

$$p_2 = p_1 - \Delta p_z = (15 - 0,17) 10^6 = 14,83 \text{ MPa}.$$

Hidrosilindrin porşen boşluğuna maye vurulan vaxt ştokdakı qüvvə:

$$R = p_2 \frac{\pi D^2}{4} = 14,83 \cdot 10^6 \frac{3,14 \cdot 0,05^2}{4} = 2,91 \cdot 10^4 \text{ N}.$$

Ştok boşluğuna maye vurulan vaxt:

$$R' = p_2 \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) = 14,83 \cdot 10^6 \cdot \frac{3,14}{4} (0,05^2 - 0,025^2) = 2,18 \cdot 10^4 \text{ N}.$$

**Məsələ 2.6.** Zolotnikin müntəzəm hərəkət sürəti  $v_z = 5 \text{ mm/san}$ , təzyiq düşküsi isə  $\Delta p_z = 1 \text{ MPa}$  və aralığın  $x = 2 \text{ mm}$  açıldığı halda, dörd xətti paylayıcının zolotnikinə təsir edən yerdəyişdirici qüvvəni təyin etməli. Zolotnikin diametri  $d = 20 \text{ mm}$ , qılza (gövdə) ilə zolotnik arasındakı radial boşluq  $\delta = 0,05 \text{ mm}$ , sərf əmsalı  $\mu = 0,6$ . İşçi maye –  $t = 50^\circ\text{S}$  olan İS-50 markalı yağ.  $\alpha = 69^\circ$  qəbul olunub.

**Həlli:**

Zolotnikin aralığın keçid kəsiyinin qiymətini hesablayırıq:

$$S_z = \pi D x = 3,14 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 1,25 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2.$$

Zolotnikdən keçən mayenin sərfini aşağıdakı düsturdan tapırıq:

$$Q = \mu S_z \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta p_z} = 0,6 \cdot 1,25 \cdot 10^{-4} \sqrt{\frac{2}{910} \cdot 1 \cdot 10^6} = 3,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{san}.$$

$t = 50^\circ\text{S}$  işçi maye – İS-50 markalı yağın özlülüyünün  $\nu = 50 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{san}$  olduğunu nəzərə alaraq olan, zolotnikin hərəkəti vaxtı sürtünmə qüvvəsi bərabərdir:

$$F_{s,q} = \frac{\rho v_z v S_z}{\delta} = \frac{910 \cdot 50 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 1,25 \cdot 10^{-4}}{0,05 \cdot 10^{-3}} \approx 0 \text{ N.}$$

Ox boyu təsir edən hidrodinamik qüvvəni aşağıdakı kimi tapırıq:

$$F_{hd} = 2Q \cos \alpha \sqrt{\rho \Delta p_z} = 2 \cdot 3,5 \cdot 10^{-3} \cdot \cos 69^\circ \sqrt{910 \cdot 10^6} = 76 \text{ N.}$$

Yerdəyişdirici qüvvə:

$$F_z = F_s + F_{hd} + F_{s,q},$$

burada  $F_s$  – ətalət qüvvəsi, zolotnikin hərəkəti müntəzəm olduğuna görə  $F_s = 0$ .

$F_{s,q} = 0$  nəzərə alaraq, yerdəyişdirici qüvvə bərabərdir:

$$F_z = F_{s,q} + F_{hd} = 0 + 76 = 76 \text{ N.}$$

**Məsələ 2.7.** Plunjerin diametri  $D = 16 \text{ mm}$ , paylayıcının nominal sərfi  $Q = 0,8 \text{ dm}^3/\text{san}$ , təzyiq düşküsi  $\Delta p_z = 0,25 \text{ MPa}$ , işçi mayenin sıxlığı  $\rho = 900 \text{ kq/m}^3$ ,  $\alpha = 69^\circ$  halı üçün dördxətli paylayıcının (şəkil 2.4) əsas parametrlərini – aralıq sahəsi, plunjerin maksimal gedişi, zolotnikin hərəkəti vaxtı ox boyu təsir edən hidrodinamik qüvvəni təyin etməli.

### Həlli:

Sərf əmsalı  $\mu = 0,7$  qəbul olunubsa, nominal sərf keçdikdə zolotnikin aralığının sahəsi:

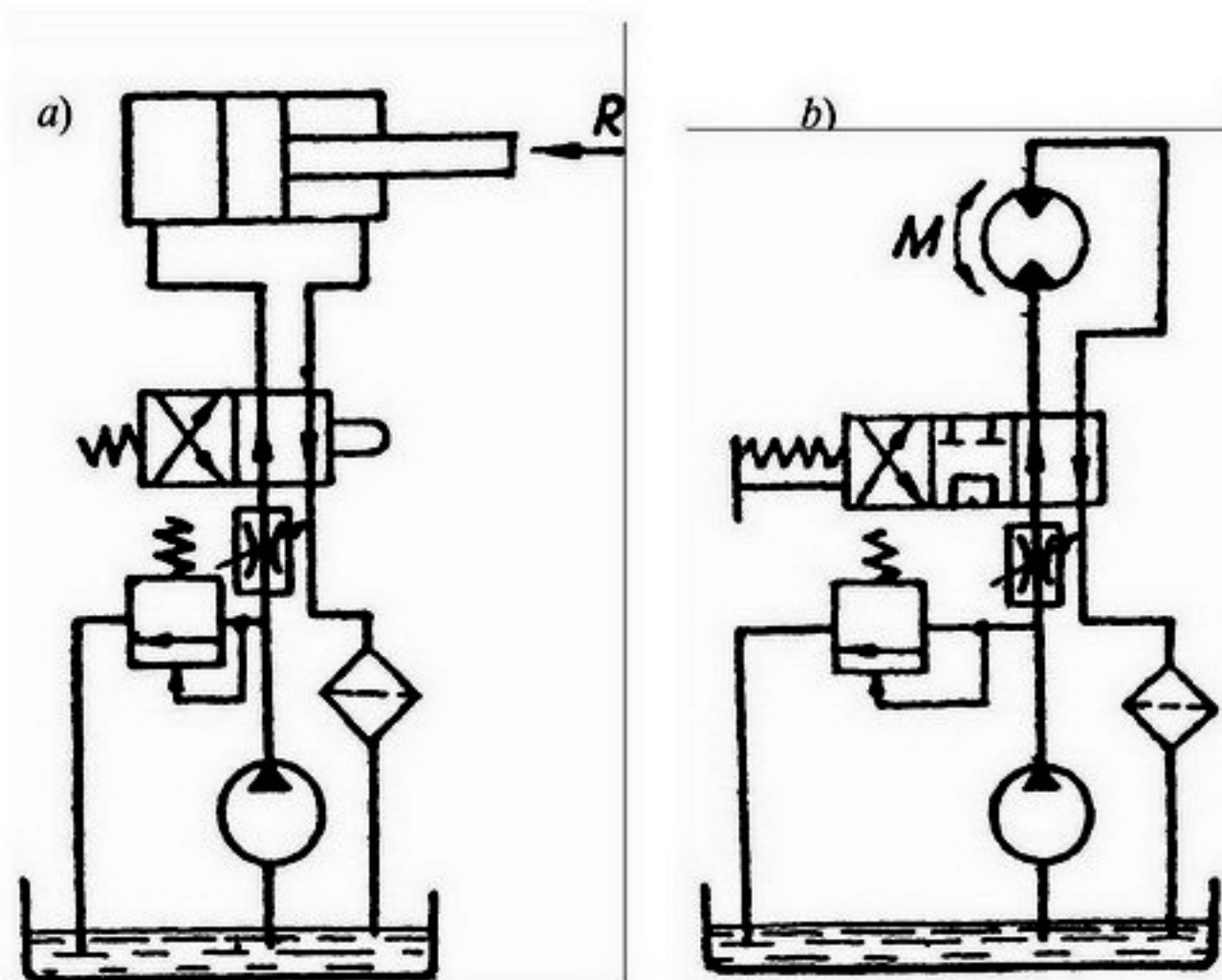
$$S_z = \frac{Q}{\mu \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta p_z}} = \frac{0,8 \cdot 10^{-3}}{0,7 \sqrt{\frac{2}{900} \cdot 0,25 \cdot 10^6}} = 4,88 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2.$$

Plunjerin maksimal gedişi:

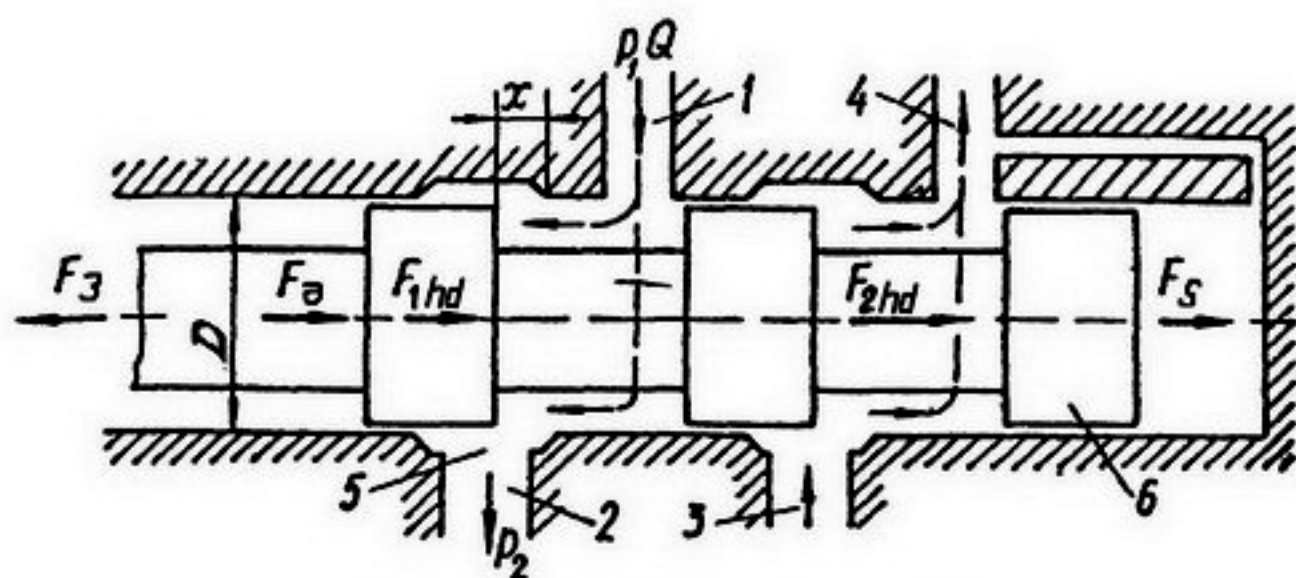
$$x = \frac{S_z}{\pi D} = \frac{4,88 \cdot 10^{-5}}{3,14 \cdot 16 \cdot 10^{-3}} = 0,97 \cdot 10^{-3} \text{ m} \approx 1 \text{ mm.}$$

Ox boyu hidrodinamik qüvvə:

$$F_{h,d} = 2Q \cos \alpha \sqrt{\rho \Delta p_z} = 2 \cdot 0,8 \cdot 10^{-3} \cos 69^\circ \sqrt{900 \cdot 0,25 \cdot 10^6} = 11,5 \text{ N.}$$



Şəkil 2.3 (2.3,  $a$  – 2.5 məsələyə aid  
2.3,  $b$  – 2.10 məsələyə aid)



Şəkil 2.4 (2.5 və 2.7 məsələlərə aid)

### Həcmi hidroiqtıqalların parametrlərinin hesabı

**Məsələ 2.8.** Hidrosilindr porşenin hərəkət sürəti drossel vasitəsilə tənzimlənir. Drosselin keçid en kəsiyi –  $S_{dr} = 40 \text{ mm}^2$  və sərf əmsalı –  $\mu = 0,65$ . Porşenin diametri  $D = 80 \text{ mm}$ , gedişi  $h = 360 \text{ mm}$ . Ştokda qüvvə  $R = 4 \text{ kN}$  və drosselin girişində təzyiq  $p_1 = 1,3 \text{ MPa}$  halı üçün porşenin hərəkət müddətini təyin etməli. Drossellə hidrosilindr arasında olan hidroxətdəki təzyiq itkisi nəzərə alınmır.

**Həlli:**

Boru xəttində itki olmayan halda, drosselin çıxışındakı təzyiq hidrosilindrə olan təzyiqə bərabərdir (sürtünmə qüvvələri nəzərə alınmır):

$$p_2 = \frac{4R}{\pi D^2} = \frac{4 \cdot 400}{3,14 \cdot 0,08^2} = 7,9 \cdot 10^5 \text{ Pa}.$$

Hidrosilindrə daxil olan mayenin sərfi drosseldən keçən maye sərfinə bərabər olduğundan:

$$Q = \mu S_{dr} \sqrt{\frac{2}{\rho} (p_1 - p_2)} = 0,65 \cdot 40 \cdot 10^{-6} \sqrt{\frac{2}{850} (1,3 - 0,79) \cdot 10^6} = 0,9 \cdot 10^3 \text{ m}^3/\text{san}.$$

Porşenin yerdəyişmə sürəti ( $\eta_{s\text{ hoc}} = 1$ ):

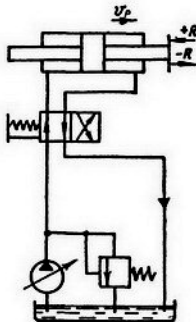
$$v_p = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4 \cdot 0,9 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 0,08^2} = 0,18 \text{ m/san}.$$

Porşenin tam gedişinin vaxtı

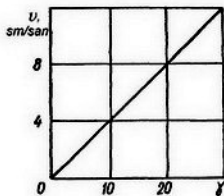
$$\tau = \frac{h}{v_p} = \frac{0,36}{0,18} = 2 \text{ san}.$$

### Maşın (həcmi) üsulu ilə idarə olunan hidroiqtıqal

**Məsələ 2.9.** Maşın (həcmi) üsulu ilə idarə olunan hidroiqtıqalda (şəkil 2.5), aşağıda göstərilən parametrlərlə xarakterizə olunmuş tənzimlənən aksial-porşenli nasosdan istifadə edilib; porşenlərin sayı  $z = 7$ , porşenlərin diametrləri  $d = 0,015 \text{ m}$ , silindirlər mərkəzlərinin başlanğıc çevrəsinin diametri  $D = 0,040 \text{ m}$ , fırlanma tezliyi  $n_n = 960 \text{ dəq}^{-1}$ ,



Şəkil 2.5 (2.9 məsələyə aid)



Şəkil 2.6 (2.9 məsələyə aid)

tənzimləyici diskin maillik bucağı  $\gamma = 0^\circ \dots 30^\circ$  arasında dəyişə bilər. Maye itkisi nəzərə alınmır. Tənzimləyici diskin maillik bucağı  $\gamma$  ilə hidravlik silindrin ştokunun sürəti  $v_p$  arasında qrafiki asılılığı qurmalı. Silindrin diametri  $D_1 = 0,08$  m; ştokun diametri  $D_2 = 0,04$  m.

### Həlli:

Nasosun işçi həcmi aşağıdakı düsturla tapırıq (hesablama  $\text{sm}^3$  ölçü vahidi ilə aparılır):

$$q_n = \frac{\pi l^2}{4} z D \operatorname{tg} \gamma = \frac{3,14 \cdot 1,5^2}{60} \cdot 7 \cdot 4 \cdot \operatorname{tg} \gamma = 49,5 \operatorname{tg} \gamma.$$

Nasosun ideal (nəzəri) verimi:

$$Q_{ni} = \frac{q_n n_n}{60} = \frac{49,5 \cdot 960 \operatorname{tg} \gamma}{60} = 790 \operatorname{tg} \gamma.$$

Hidrosilindr porşeninin yerdəyişmə sürəti:

$$v_p = \frac{4 Q_{ni}}{\pi (D_1^2 - D_2^2)} = \frac{4 \cdot 790 \cdot \operatorname{tg} \gamma}{3,14 \cdot (8^2 - 4^2)} = 21 \operatorname{tg} \gamma.$$

Şaybanın (diskin) müxtəlif maillik bucaqları  $\gamma$  görə  $v_p$  sürətinin bu düsturla hesablanmış qiymətləri aşağıdakı cədvəldə verilib:

Cədvəl 2.1

|                   |   |     |     |     |      |
|-------------------|---|-----|-----|-----|------|
| $\gamma, ^\circ$  | 0 | 8   | 17  | 24  | 30   |
| $v_p$ ,<br>sm/san | 0 | 3,3 | 6,4 | 9,3 | 12,1 |

Asılılıq (şəkil 2.6) bu qiymətlər əsasında qurulub.

**Məsələ 2.10.** Hidromühərrikin valının fırlanma sürətinin tənzimlənməsi, basqı hidrostatında ardıcıl quraşdırılmış drossel vasitəsi ilə həyata keçirilir (şəkil 2.3, b). Nasosun vurma təzyiqi  $p_n = 6,3$  MPa, sərfi  $Q_n = 30$   $\text{dm}^3/\text{san}$ , hidromühərrikin işçi həcmi  $q_m = 22,8$   $\text{sm}^3$ , həcmi FİƏ  $\eta_{m \text{ həc}} = 0,95$ . Nasosa paralel klapın quraşdırılmışdır. Klapanda buraxıla bilən güc itkisinin  $N_{kl} = 1,5$  kVt şərti nəzərə alınmaqla hidromühərrikin valının minimal fırlanma tezliyini təyin etməli.

**Həlli:**

Klapandan keçən maksimal sərfi gücə görə təyin edək:

$$N_{kl} = p_n Q_{kl},$$

onda:

$$Q_{kl} = \frac{N_{kl}}{p_n} = \frac{1500}{6,3 \cdot 10^6} = 0,24 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{san} = 0,24 \text{ dm}^3/\text{san}.$$

Bu halda hidromühərrikdən keçən maye sərfi:

$$Q_m = Q_n - Q_{kl} = 0,50 - 0,24 = 0,26 \text{ dm}^3/\text{san},$$

harada ki,  $Q_n = 30/60 = 0,5 \text{ dm}^3/\text{san}$  – nasosun verimidir.

Hidromühərrikin valının fırlanma tezliyinin minimal qiymətini aşağıdakı düsturdan tapırıq:

$$n_{min} = \frac{Q_m}{q_m} \eta_{mh\alpha c} = \frac{260}{22,8} \cdot 0,95 = 10,83 \text{ san}^{-1} = 650 \text{ döq}^{-1}.$$

**Hidravlik xətlərin hesabı**

**Məsələ 2.11.** Həcmi hidroiqtəqalın dişli çarxlı nasosunun verimi  $Q_n = 80 \text{ dm}^3/\text{döq}$ . Aşağıdakı hesabı sürətləri qəbul edərək:

- sorucu xəttində –  $v_s = 0,6 \dots 1,4 \text{ m/san}$ ;
- basqı xəttində –  $v_b = 3,0 \dots 5,0 \text{ m/san}$ ;
- axıtma xəttində –  $v_a = 1,4 \dots 3,0 \text{ m/san}$

hidroxətlərinin diametrlərini seçməli.

**Həlli:**

Maye axınının məsləhətli sürətini və onun sərfini bilməklə boru kəmərinin diametrini aşağıdakı düsturla təyin etmək olar:

$$Q = vS = v \frac{\pi d^2}{4},$$

və buradan

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}.$$

$Q_n = 80 \text{ dm}^3/\text{dəq} = 0,0013 \text{ m}^3/\text{san}$  halı üçün hesabı sürətlərin orta qiymətlərinə əsaslanaraq  $v'_s = 1 \text{ m/san}$ ;  $v'_b = 4 \text{ m/san}$ ;  $v'_a = 1,7 \text{ m/san}$ , boruların daxili diametrlərini hesablayırıq:

$$d'_s = \sqrt{\frac{4Q_n}{\pi v'_s}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0013}{3,14 \cdot 1}} = 0,041 \text{ m} = 41 \text{ mm},$$

$$d'_b = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0013}{3,14 \cdot 4}} = 0,021 \text{ m} = 21 \text{ mm},$$

$$d'_a = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0013}{3,14 \cdot 1,7}} = 0,032 \text{ m} = 32 \text{ mm}.$$

Bu nəticələri yuvarlaqlaşdırıb standart uyğunlaşdırsaq, alınır:  $d_s = 42 \text{ mm}$ ,  $d_b = 20 \text{ mm}$ ,  $d_a = 32 \text{ mm}$  (divarın qalınlığı  $\delta = 3 \text{ mm}$ ). Boruların qəbul olunmuş diametrlərinə uyğun gələn axının həqiqi sürətləri  $v_a = 1,7 \text{ m/san}$  (hesablanmış diametr, standart diametrə bərabərdir),

$$v_s = \frac{4Q_n}{\pi d_s^2} = \frac{4 \cdot 0,0013}{3,14 \cdot 0,042^2} = 0,94 \text{ m/san};$$

$$v_b = \frac{4 \cdot 0,0013}{3,14 \cdot 0,02^2} = 4,24 \text{ m/san}.$$

**Məsələ 2.12.** İrəliləmə hərəkətli həcmi hidrintiqalın (şəkil 2.5) gücünü və Flθ-nı təyin etməli, əgər hidrosilindrin diametri  $D = 200 \text{ mm}$ , mexaniki Flθ  $\eta_{s \text{ mex}} = 0,96$ ; həcmi Flθ  $\eta_{s \text{ hac}} = 0,99$ . Xarakteristikaları şəkil 2.7-də göstərilmiş nasosun verimi:  $Q_n = 1,1 \text{ dm}^3/\text{san}$ . Sorma boru kəmərinin ekvivalent uzunluğu  $l_s = 2 \text{ m}$  və diametri  $d_s = 35 \text{ mm}$ , basqı borusunun –  $l_b = 6 \text{ m}$  və  $d_b = 19,2 \text{ mm}$ , axıtma borusunun –  $l_a = 10 \text{ m}$  və  $d_a = 24 \text{ mm}$ , işçi maye – turbin yağı 30, t-ru 50 °S, sıxlığı  $\rho = 900 \text{ kq/m}^3$ .

### Həlli:

Hidrostatda təzyiq itkilərini təyin etməkdən ötrü orta sürətləri, Reynolds ədədini  $Re$  və sürtünmə itkiləri əmsallarını hesablayırıq. Hesabatın nəticələrini cədvəl 2.1-də göstəririk.

Reynolds ədədini  $Re$  təyin edərək işçi mayenin kinematik özlülüyünü  $\nu = 30 \text{ mm}^2/\text{san}$  qəbul edirik.

Hidravlik sürtünmə əmsalını  $\lambda$  hesablamaq üçün düsturlar:



- maye axınının hərəkətinin rejimi laminar olduqda:

$$\lambda = \frac{A}{Re},$$

$A = 75$  – poladdan hazırlanmış borular üçün,  $A = 150$  – rezindən hazırlanmış xortumlar (şlanqlar) üçün;

- maye axınının hərəkəti keçid rejimli olduqda:

$$\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0,25}}, \quad (\text{Blazius düsturu})$$

- maye axınının hərəkətinin rejimi turbolent olduqda:

$$\lambda = 0,11 \left( \frac{\Delta}{d} + \frac{68}{Re} \right), \quad (\text{Altşul düsturu}),$$

burada  $\Delta$  – səthin mütləq nahamarlığı (kələ-kötürlükü), mm.

Cədvəl 2.2

| Hidro-<br>xətlər | $Q$ ,<br>$\text{dm}^3/\text{san}$ | $d$ ,<br>mm | $v = \frac{4Q}{\pi d^2}$ ,<br>$\text{m/san}$ | $Re = \frac{vd}{\nu}$ | Hərəkət<br>rejimi | Düstur<br>$\lambda$ üçün             | $\lambda$ | $\Delta p_h = \lambda \frac{l}{d} \frac{\rho v^2}{2}$ ,<br>MPa |
|------------------|-----------------------------------|-------------|----------------------------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------|
| Sorma            | 1,1                               | 39          | 0,92                                         | 1200                  | laminar           | $\lambda = \frac{A}{Re}$             | 0,063     | 2480                                                           |
| Vurma            | 1,1                               | 19,2        | 3,80                                         | 2430                  | keçid             | $\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0,25}}$ | 0,046     | 91800                                                          |
| Axıtma           | 1,1                               | 24          | 2,43                                         | 1940                  | laminar           | $\lambda = \frac{A}{Re}$             | 0,039     | 42800                                                          |

Boru sistemində ümumi təzyiq itkisi

$$\Delta p = 2480 + 91800 + 42800 = 1,37 \cdot 10^5 \text{ Pa}.$$

Nasosun (şəkil 2.7) işçi xarakteristikasına əsasən  $Q_n = 1,1 \text{ dm}^3/\text{san}$  olduğunu bilərək nasosun təzyiqini  $p_n = 1,6 \text{ MPa}$  və onun FİƏ  $\eta_n = 0,85$  tapırıq.

Hidrosilindrin girişində təzyiqi, ştoka düşən güvəni və yerdəyişmə sürətini təyin edirik.

Hidrosilindrin girişində təzyiq  $p_{sg}$ :

$$p_{sg} = p_n - \Delta p = 1,6 - 0,137 = 1,463 \text{ MPa}.$$

Ştoka düşən güvə:

$$R = p_{sg} F_p \eta_{smex} = 1,463 \cdot 10^6 \frac{3,14 \cdot 0,2^2}{4} \cdot 0,96 = 4,41 \cdot 10^4 \text{ N.}$$

Ştokun yerdəyişmə sürəti:

$$v_p = \frac{4Q_n}{\pi D^2} \eta_{shac} = \frac{4 \cdot 0,0011}{3,14 \cdot 0,2^2} \cdot 0,99 = 0,035 \text{ m/san}$$

Hidrointiqaalın faydalı gücü – hidrosilindrin ştokunda olan gücdür:

$$N_{inf} = R v_p = 4,41 \cdot 10^4 \cdot 0,035 = 1540 \text{ Vt.}$$

Hidrointiqaalın gücü – nasosda sərf olunan gücdür:

$$N_{in} = \frac{p_n Q_n}{\eta_n} = \frac{1,6 \cdot 10^6 \cdot 0,0011}{0,85} = 2070 \text{ Vt.}$$

Hidrointiqaalın FİƏ:

$$\eta_{in} = \frac{N_{inf}}{N_{in}} = \frac{1540}{2070} = 0,74.$$

### Hidroakkumulyatorun hesabı

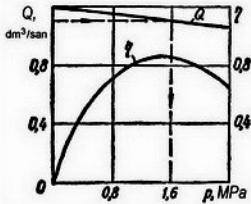
**Məsələ 2.13.** Hidravlik akkumulyator (şəkil 2.8) silindr 2-dən və onun içərisinə yerləşdirilmiş plunjer 1-dən ibarətdir. Akkumulyator yüklənərkən (silindrə maye vurularkən) silindr 2 yüklə birlikdə yuxarı qalxır. Akkumulyator boşalarkən, silindr plunjerin üstü ilə sürüşəcək aşağı düşür və maye təzyiq altında istehlakçıya çatdırılır.

Plunjerin diametri  $D = 250 \text{ mm}$ , hərəkətli hissələrlə birlikdə yükün çəkisi  $G = 900 \text{ kN}$ , manjetin plunjerlə sürtünmə əmsalı  $f = 0,1$ , manjetin eni  $b = 35 \text{ mm}$  olduqda akkumulyatorada yüklənmə və boşalma vaxtı alınan təzyiqi təyin etməli.

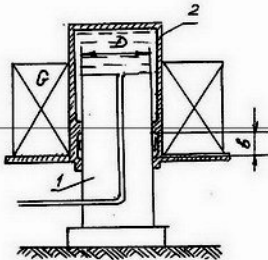
### Həlli:

Silindrə təsir edən qüvvələr: çəkilər  $G$ , sürtünmə qüvvəsi  $F = \pi D \delta p f$ , və hidrostatik təzyiq qüvvəsidir.

Hidrostatik təzyiq qüvvəsi:



Şəkil 2.7 (2.12 məsələyə aid)



Şəkil 2.8 (2.13 məsələyə aid)

$$P_1 = p \frac{\pi D^2}{4}.$$

Akkumulyator yükləndə silindr yuxarı qalxır, sürtünmə qüvvəsi aşağıya istiqamətlənib. Yüklənmə vaxtındakı  $p_1$  təzyiqi tapmaq üçün silindrin tarazlıq tənliyindən istifadə edək:

$$G + F - P_1 = 0,$$

və qiymətləri yerinə yazıb, alırıq:

$$G + p_1 \pi D b f - p_1 \frac{\pi D^2}{4} = 0.$$

Buradan  $p_1$  təzyiqi tapırıq:

$$p_1 = \frac{G}{\pi D \left( \frac{D}{4} - f b \right)} = \frac{900000}{3,14 \cdot 0,25 \left( \frac{0,25}{4} - 0,1 \cdot 0,035 \right)} = 19,7 \cdot 10^6 \text{ Pa}.$$

Akkumulyator boşalarkən silindr aşağı enir, sürtünmə qüvvəsi yuxarı istiqamətlənib, silindrin tarazlıq tənliyi aşağıdakı şəkildə olur:

$$G - F - P_2 = 0,$$

və ya

$$G - p_2 \pi D b f - p_2 \frac{\pi D^2}{4} = 0.$$

Buradan hidroakkumulyatorun boşalması vaxtı təzyiq  $p_2$ :

$$p_2 = \frac{G}{\pi D \left( \frac{D}{4} + f b \right)} = \frac{900000}{3,14 \cdot 0,25 \left( \frac{0,25}{4} + 0,1 \cdot 0,035 \right)} = 17,4 \cdot 10^6 \text{ Pa}.$$

### Sadə həcmi hidroiqtıqalların hesabı

**Məsələ 2.14.** Fırlanma hərəkətli həcmi hidroiqtıqalın nasosunun verimi  $Q_n = 36,9 \text{ dm}^3/\text{dəq} = 0,615 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{san}$  və təzyiqi  $p_n = 4,23 \text{ MPa}$  (şəkil 2.2, b). Nasosun və hidromühərrikin həcmi FİƏ-ları:  $\eta_{n \text{ hac}} = 0,96$ ,  $\eta_{m \text{ hac}} = 0,95$ ; mexaniki FİƏ-ları:  $\eta_{n \text{ mex}} = 0,98$ ,  $\eta_{m \text{ mex}} = 0,97$ ; nasosun hidravlik FİƏ  $\eta_{n h} = 0,98$ ; hidro xətlər və hidroaparatlarda təzyiq itkisi  $\Delta p_x = 54 \text{ kPa}$ ,

hidromühərrikin işçi həcmi  $q_m = 46 \text{ sm}^3$  və onun valında burucu momentin  $M_m = 30 \text{ Nm}$  olan hal üçün hidromühərrikin valının fırlanma tezliyini və hidroiqtəqalın tam FİƏ-ni təyin etməli.

### Həlli:

Hidroiqtəqalın gücü nasosda sərf olunan gücə bərabərdir:

$$N_{in} = N_n = \frac{p_n Q_n}{\eta_n} = \frac{p_n Q_n}{\eta_{nhac} \cdot \eta_{nhmex} \cdot \eta_{nh}} =$$

$$= \frac{4,23 \cdot 10^6 \cdot 0,615 \cdot 10^{-3}}{0,96 \cdot 0,98 \cdot 0,98} = 2821 \text{ Vt.}$$

Hidromühərrikin valının fırlanma tezliyi:

$$n_m = \frac{Q_m}{q_m} \eta_{mhac} = \frac{6,15 \cdot 10^{-3}}{46 \cdot 10^{-6}} 0,95 = 12,7 \text{ san}^{-1} (\text{dövr/san}) = 762 \text{ dəq}^{-1}.$$

Hidromühərrikin valındakı faydalı güc – hidroiqtəqalın faydalı gücüdür:

$$N_{inf} = N_m f = M_m \omega_m = M_m 2\pi n_m = 30 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 12,7 = 2392 \text{ Vt.}$$

Hidroiqtəqalın FİƏ

$$\eta_{in} = \frac{N_{inf}}{N_{in}} = \frac{2392}{2821} = 0,848.$$

Hidroiqtəqalın FİƏ-ni aşağıdakı düsturla da hesablamaq olar:

$$\eta_{in} = \eta_{inhac} \cdot \eta_{inhmex} \cdot \eta_{inh} = \eta_{nhac} \cdot \eta_{nhmex} \cdot \eta_{nh} \cdot \eta_{mhac} \cdot \eta_{mhmx} \cdot \eta_{mh} =$$

$$= 0,96 \cdot 0,95 \cdot 0,98 \cdot 0,98 \cdot 0,97 \cdot 0,99 = 0,842$$

harada ki,

$$\eta_{inhx} = \frac{p_n - \Delta p_x}{p_n} = \frac{4,23 - 0,054}{4,23} = 0,99$$

hidroiqtəqal xətlərinin hidravlik FİƏ-dır.

### Fırlanma hərəkətli həcmi hidravlik intiqal

**Məsələ 2.15.** Drossellə tənzimlənən fırlanma hərəkətli həcmi hidravlik intiqalda tənzimləyici drossel hidromotorun çıxışında yerləşdirilib (şəkil 2.9). Hidromotor valının fırlanma tezliyi  $n_m = 1600$  dəq<sup>-1</sup>, valındakı moment  $M_{mv} = 22$  Nm, hidromotorun işçi həcmi  $q_m = 32$  sm<sup>3</sup>, mexaniki FİƏ  $\eta_{m\text{ mex}} = 0,90$ , həcmi FİƏ  $\eta_{m\text{ hac}} = 0,94$ . Təzyiq itkiləri: zolotnikli paylayıcıda  $\Delta p_p = 0,2$  MPa, drosseldə  $\Delta p_{dr} = 0,50$  MPa, süzgəcdə  $\Delta p_s = 0,1$  MPa, borulardakı təzyiq itkiləri hidromotordakı olan təzyiq itkisinin 5% təşkil edir. Nasosun verimi hidromotorun sərfindən 10% artıqdır, nasosun FİƏ  $\eta_n = 0,88$ . Hidravlik intiqalın FİƏ  $\eta_{in}$  təyin etməli.

#### Həlli:

Hidromotorun maye sərfi aşağıdakı kimi tapılır:

$$Q_m = \frac{q_m n_m}{60 \eta_{m\text{ hac}}} = \frac{0,032 \cdot 1600}{60 \cdot 0,94} = 0,91 \text{ dm}^3/\text{san}.$$

Hidromotorun valındakı güc – hidravlik intiqalın faydalı gücüdür:

$$N_{inf} = N_{mf} = M_{mv} \omega_m = M_{mv} \frac{\pi n_m}{30} = 22 \frac{3,14 \cdot 1600}{30} = 3680 \text{ Vt}.$$

Hidromotorda təzyiq düşküsi:

$$\Delta p_m = \frac{2\pi M_{mv}}{q_m \eta_{m\text{ mex}}} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 22}{32 \cdot 10^{-6} \cdot 0,90} = 4,8 \cdot 10^4 \text{ Pa}.$$

Nasosun çıxışında təzyiq hidravlik intiqalda olan təzyiq düşkünlərinin (hidromühərrikdəki təzyiq düşküsi və hidropaylayıcı, drossel, süzgəc eləcə də hidroxətdəki təzyiq itkiləri) cəminə bərabərdir:

$$\begin{aligned} p_n &= \Delta p_m + \Delta p_p + \Delta p_{dr} + \Delta p_s + \Delta p_b = \\ &= 4,8 + 0,2 + 0,5 + 0,1 + 0,05 \cdot 4,8 = 6,04 \text{ MPa}. \end{aligned}$$

Nasosun verimi:

$$Q_n = 1,1 Q_m = 1,1 \cdot 0,91 = 1,0 \text{ dm}^3/\text{san}.$$

Nasosun valında güc – hidravlik intiqalın gücüdür:

$$N_{in} = N_{nv} = N_n = \frac{Q_n p_n}{\eta_n} = \frac{0,001 \cdot 6,04 \cdot 10^4}{0,88} = 6860 \text{ Vt.}$$

Hidravlik intiqalın Flə

$$\eta_{hl} = \frac{N_{mv}}{N_{nv}} = \frac{N_{mf}}{N_n} = \frac{3680}{6860} = 0,54.$$

### İrəliləmə hərəkətli həcmi hidravlik intiqal

**Məsələ 2.16.** Aşağıdakı verilənləri nəzərə alaraq, hidrosilindrin ştokunda qüvvə  $R = 200 \text{ kN}$ , porşenin gedişi  $h = 500 \text{ mm}$ , porşenin hərəkət sürəti  $v_p = 0,025 \text{ m/san}$ , basqı hidroxəttinin uzunluğu  $l_b = 4 \text{ m}$ , axıtma xəttinin uzunluğu  $l_a = 7 \text{ m}$  2.3,a sayılı şəkildə göstərilmiş sxemdə həcmi hidroiqtqalın hesabatını aparmalı. Basqı hidroxəttində 6, axıtma hidroxəttində isə 8 bucaqlı ( $90^\circ$  dirsək) ( $\xi = 1,2$ ) yerləşdirilib. Hidroiqtqal yüksək təzyiq və orta istismar rejimində işləməlidir. İşçi temperatur  $0...50^\circ\text{S}$ . Hidrosilindrin müqavimətini nəzərə almamalı.

#### Həlli:

1. Yüksək təzyiqli hidroiqtqal üçün təzyiqin nominal qiyməti  $6,3...20 \text{ MPa}$  arasında olur.  $p = 10 \text{ MPa}$  qəbul edirik.

2. İşçi mayeni aşağıdakı şərtlər əsasında seçirik: onun bərkimə temperaturu, ətraf mühitin minimal temperaturundan  $15...20^\circ\text{S}$  aşağı olmalı, kinematik özlülüyü  $p = 7...20 \text{ MPa}$  halı üçün  $0,6...1,1 \text{ sm}^2/\text{san}$  arasında olmalıdır. Seçimimizi M10Г2 (ГОСТ 8581-78) markalı mineral yağda dayandırırıq, hansının bərkimə temperaturu  $15^\circ\text{S}$  olmaqla,  $50^\circ\text{S}$ -də özlülüyü  $\nu = 0,82 \text{ sm}^2/\text{san}$ , sıxlığı  $\rho = 890 \text{ kq/m}^3$ -dur.

3. Porşenin sahəsini və hidrosilindrin diametrini təyin edək:

$$F_p = \frac{R}{p} = \frac{200 \cdot 10^3}{10^7} = 0,02 \text{ m}^2,$$

$$D = \sqrt{\frac{4F_p}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,02}{3,14}} = 0,159 \text{ m.}$$

OH 22-176-69 normalına uyğun olaraq, porşenin gedişi  $1000 \text{ mm}$ -dən artıq olmadığına görə, diametri  $D = 160 \text{ mm}$  olan güc silindrini seçirik, ştokun diametri  $d_s = 0,5D = 0,5 \cdot 160 = 80 \text{ mm}$ .

Rezin manjetlərlə kipləndikdə hidrosilindrin mexaniki FİƏ  $\eta_{s\text{ mex}} = 0,97$ , tam FİƏ  $\eta_s = 0,95$  qəbul edilə bilər.

4. Hidrosilindrin gücü:

$$N_s = \frac{Rv_p}{\eta_s} = \frac{200 \cdot 10^3 \cdot 0,025}{0,95} = 5260 \text{ Vt.}$$

Sürətə görə ehtiyat əmsalını  $k_s = 1,1$ , qüvvəyə görə  $k_q = 1,1$  qəbul edib, nasosun lazım olan gücünü tapırıq:

$$N_n = k_s k_q N_s = 1,1 \cdot 1,1 \cdot 5260 = 6370 \text{ Vt.}$$

Nasosun verimi:

$$Q_n = \frac{N_n}{p} = \frac{6370}{10^7} = 0,000637 \text{ m}^3/\text{san.}$$

Təzyiqi  $p = 10 \text{ MPa}$  və verimi  $Q_n = 0,64 \text{ dm}^3/\text{san}$  əsasən HIII-32 tipli dişli çarxlı nasosunu seçirik, hansının  $n_n = 1100 \text{ d} \ddot{a} q^{-1}$  fırlanma tezliyində verimi  $Q = 0,53 \text{ dm}^3/\text{san}$ -dir.

Nasosun işçi həcmi  $q_n = 32 \text{ sm}^3$ , həcmi FİƏ  $\eta_{n\text{ hac}} = 0,92$ , tam FİƏ  $\eta_n = 0,80$ , işçi fırlanma tezlikləri diapazonu –  $1100 \dots 1650 \text{ d} \ddot{a} q^{-1}$ .

Nasosun lazım olan  $Q_n = 0,64 \text{ dm}^3/\text{san}$  verimini təmin edəcək fırlanma tezliyini təyin edək:

$$n_n = \frac{60 Q_n}{q_n \eta_n} = \frac{60 \cdot 640}{32 \cdot 0,92} = 1280 \text{ dövr/d} \ddot{a} q.$$

5. Hidropaylayıcının ölçü tiplərini seçərkən, sistemdəki işçi təzyiq, maye sərfi, hidrointiqaalın iş rejimi, lazım gələn pozisiyaların sayı nəzərə alınmalıdır.

Bu hidrointiqaal sistemi üçün P75-Π2A tipli monobloklu zolotnikli hidropaylayıcı qəbul edirik, hansındakı təzyiq itkisi  $\Delta p = 0,4 \text{ MPa}$ , nominal təzyiq  $p = 10 \text{ MPa}$ , mayenin nominal sərfi  $40 \dots 50 \text{ dm}^3/\text{d} \ddot{a} q$  (göstərilən hidrointiqaalda –  $Q_n = 0,64 \text{ dm}^3/\text{san} = 38,4 \text{ dm}^3/\text{d} \ddot{a} q$ ).

6. Nominal sərf və orta süzülmə qalınlıqlı süzgəci nəzərə almaqla 1.1.20-40 tipli süzgəcini seçirik, hansındakı, təzyiq itkisi  $\Delta p = 0,10 \text{ MPa}$ .

7. Maye axınının təklif olunmuş sürətlərini (basqı hidrohəttində  $v_b = 4 \text{ m/san}$ , axıtma xəttində  $v_a = 2 \text{ m/san}$ ) nəzərə alıb, basqı və axıtma hidroxətlərinin daxili diametrlərini tapırıq.



Axıtma hidroxəttində maye sərfi:

$$Q_a = v_p \frac{\pi}{4} (D^2 - d_f^2) = 0,025 \frac{3,14}{4} (16^2 - 8^2) \cdot 10^{-4} = 3,76 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{san},$$

və basqı hidroxəttində nasosun veriminə bərabər olduğundan

$$d_b = \sqrt{\frac{4Q_n}{\pi v_b}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,64 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 4}} = 0,0143 \text{ m} = 14,3 \text{ mm},$$

$$d_a = \sqrt{\frac{4Q_a}{\pi v_a}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,346 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 2}} = 0,0154 \text{ m} = 15,4 \text{ mm}.$$

Alınmış qiymətləri standartla görə yuvarlaqlaşdırsaq  $d_a = 15,2 \text{ mm}$  ( $\delta = 1,4 \text{ mm}$ ),  $d_b = 14,4 \text{ mm}$  ( $\delta = 1,8 \text{ mm}$ ) sürətlərin qiymətlərini dəqiqləşdiririk:

$$v_b = \frac{4Q_n}{\pi d_b^2} = \frac{4 \cdot 0,64 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot (14,4 \cdot 10^{-3})^2} = 3,93 \text{ m/san},$$

$$v_a = \frac{4Q_a}{\pi d_a^2} = \frac{4 \cdot 0,376 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot (15,2 \cdot 10^{-3})^2} = 2,07 \text{ m/san}.$$

8. Boru xəttində itkiləri təyin etməkdən ötrü Reynolds ədədini və sürtünmə əmsalını təyin edirik:

$$\text{Re}_b = \frac{v_b d_b}{\nu} = \frac{3,93 \cdot 0,0144}{0,82 \cdot 10^{-4}} = 690,$$

$$\lambda_b = \frac{75}{\text{Re}_b} = \frac{75}{690} = 0,108;$$

$$\text{Re}_a = \frac{v_a d_a}{\nu} = \frac{2,07 \cdot 0,0152}{0,82 \cdot 10^{-4}} = 380,$$

$$\lambda_a = \frac{75}{\text{Re}_a} = \frac{75}{380} = 0,200.$$

Basqı boru kəmərinə təzyiq itkisi

$$\Delta p_b = \left( \lambda_b \frac{l_b}{d_b} + \sum \zeta_b \right) \frac{\rho v_b^2}{2} = \left( 0,108 \frac{4,0}{0,0144} + 6 \cdot 1,2 \right) \frac{890 \cdot 3,93^2}{2} = 2,56 \cdot 10^5 \text{ Pa.}$$

Axıtma boru kəmərinə təzyiq itkisi

$$\Delta p_a = \left( \lambda_a \frac{l_a}{d_a} + \sum \zeta_a \right) \frac{\rho v_a^2}{2} = \left( 0,2 \frac{7}{0,0152} + 8 \cdot 1,2 \right) \frac{890 \cdot 2,07^2}{2} = 1,94 \cdot 10^5 \text{ Pa.}$$

9. Nasosun yaratdığı təzyiq hidrosilindrdəki lazımı təzyiqə (10 MPa) hidroxətlərdə, hidropaylayıcı və süzgəcdəki basqı itkilərinin cəminə bərabərdir:

$$p_n = p_b = p + \Delta p_b + \Delta p_a + \Delta p_p + \Delta p_f = 10,0 + 0,255 + 0,194 + 0,40 + 0,10 = 11,0 \text{ MPa.}$$

Deməli, seçilmiş HHH-32 nasosu təzyiqə görə 10 %-dən artıq olmayaraq yüklənmiş olacaq ki, bu da mümkündür.

**Məsələ 2.17.** Drossellə tənzimlənən həcmi hidrintiqalın nasosunun sərf etdiyi gücü, hidroklapandan yağ axmasından əmələ gələn güc itkisini və hidrintiqalın FlƏ-ni təyin etməli (şəkil 12.10 ).

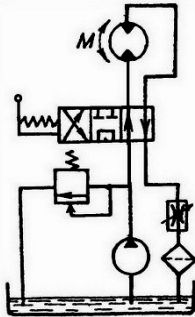
Verilənlər: hidrosilindrin ştokunda qüvvə  $R = 63 \text{ kN}$ , porşenin sağa hərəkəti vaxtı basqı hidroxətindəki təzyiq itkisi  $\Delta p = 0,2 \text{ MPa}$ , hidroklapandan keçən yağ sərfi  $Q_{kl} = 1,55 \text{ dm}^3/\text{dəq} = 0,026 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{san}$ , hidrosilindrin həcmi və mexaniki FlƏ:  $\eta_{s \text{ hac}} = 1$ ,  $\eta_{s \text{ mex}} = 0,97$ , nasosun FlƏ  $\eta_n = 0,8$ . Porşenin diametri  $D = 125 \text{ mm}$ , ştokun diametri  $d = 63 \text{ mm}$ . Drossel  $Q = 12 \text{ dm}^3/\text{dəq}$  sərfinə tənzimlənib. Hidroaparatdakı yağ itkisini nəzərə almamalı.

**Həlli:**

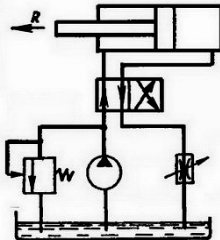
Porşenin hərəkət sürəti

$$v_p = \frac{4Q_{dr}}{\pi D^2} = \frac{4 \cdot 0,012}{3,14 \cdot 0,125^2 \cdot 60} = 0,0163 \text{ m/san.}$$

Hidrosilindrin yağ sərfi:



Şekil 2.9



Şekil 2.10

$$Q_s = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \frac{v_p}{\eta_{shac}} = \frac{3,14}{4} (0,125^2 - 0,063^2) \frac{0,0163}{1} = 0,000149 \text{ m}^3/\text{san}.$$

Nasosun verimi:

$$Q_n = Q_{kl} + Q_s = 0,026 \cdot 10^{-3} + 0,149 \cdot 10^{-3} = 175 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{san}.$$

Hidrosilindrin ştok boşluğunda təzyiq

$$p_g = \frac{4R}{\pi (D^2 - d^2) \eta_{smex}} = \frac{4 \cdot 63 \cdot 10^3}{3,14 (0,125^2 - 0,063^2) 0,97} = 7,1 \cdot 10^6 \text{ Pa}.$$

Nasosun təzyiqi

$$p = p_s + \Delta p_p = 7,1 \cdot 10^6 + 0,2 \cdot 10^6 = 7,3 \cdot 10^6 \text{ Pa}.$$

Nasosun sərf etdiyi güc

$$N_n = \frac{p_n Q_n}{\eta_n} = \frac{7,3 \cdot 10^6 \cdot 1,75 \cdot 10^{-4}}{0,8} = 1600 \text{ Vt},$$

harada ki  $Q_n = 1,75 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{san}$  - nasosun bir saniyədəki verimidir.

Hidroklapandan yağ axmasından ( $Q_{kl} = 1,55 \text{ dm}^3/\text{dəq} = 2,6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{san}$ ) əmələ gələn güc itkisi:

$$\Delta N_{kl} = Q_{kl} p = 2,6 \cdot 10^{-5} \cdot 7,3 \cdot 10^6 = 190 \text{ Vt}.$$

Hidrointiqaalın faydalı gücü – hidrosilindrin faydalı gücü:

$$N_{inf} = N_{sf} = R v_p = 63 \cdot 10^3 \cdot 0,0163 = 1030 \text{ Vt}.$$

Hidrointiqaalın FIƏ  $\eta_{in}$ :

$$\eta_{in} = \frac{N_{inf}}{N_{in}} = \frac{N_{sf}}{N_n} = \frac{1030}{1600} = 0,64.$$

**Məsələ 2.18.** Drossellə tənzimlənən həcmi hidrointiqaalın (şəkil 2.11) nasosu təzyiqi  $p = 10 \text{ MPa}$  qədər qaldırır və sabit verimi təmin edir, bu halda hidromühərrikin valının maksimal fırlanma tezliyi  $n_m = 2200 \text{ dəq}^{-1}$

olur. Əgər hidromühərrikin işçi həcmi  $q_m = 20 \text{ sm}^3$  və onun həcmi FİƏ  $\eta_{mhac} = 0,97$  olsa hidromühərrikin valının  $n_{ml} = 1500 \text{ dəq}^{-1}$  fırlanma tezliyində işçi mayenin hidroklapandan axdığından alınan güc itkisini təyin etməli.

### Həlli:

Hidromühərrikin valının maksimal fırlanma tezliyi olduqda drossel tam açıq olmalıdır və mayenin hamısı nasosdan hidromühərrikə daxil olur. Ona görə də nasosun verimi:

$$Q_n = Q_m = \frac{q_m n_m}{60 \eta_{mhac}} = \frac{20 \cdot 10^{-6} \cdot 2200}{60 \cdot 0,97} = 0,756 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{san.}$$

$n_{ml}$  fırlanma tezliyində hidromühərrikin yağ sərfi:

$$Q_{ml} = \frac{q_m n_{ml}}{60 \eta_{mhac}} = \frac{20 \cdot 10^{-6} \cdot 1500}{60 \cdot 0,97} = 0,515 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{san.}$$

Hidroklapan vasitəsilə yağ sərfi:

$$Q_{kl} = Q_n - Q_{ml} = (756 - 515)10^{-3} = 0,241 \text{ m}^3/\text{san.}$$

Hidroklapandan yağın axmasından güc itkisi

$$\Delta N_{kl} = p Q_{kl} = 10^7 \cdot 0,241 \cdot 10^{-3} = 2410 \text{ Vt.}$$

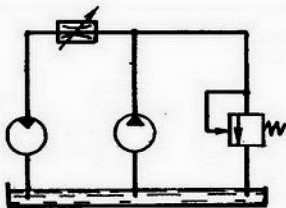
### İki paralel mühərrikli həcmi hidrointiqaal

**Məsələ 2.19.** Hidrosilindr ( $D = 125 \text{ mm}$ ,  $d = 63 \text{ mm}$ ) və işçi həcmi  $q_m = 20 \text{ sm}^3$  olan hidromühərrik həcmi hidrointiqaalda paralel birləşdirilib (şəkil 2.12). Hidrosilindrin basqı hidroxtəndində təzyiq itkisi  $\Delta p_1 = 0,23 \text{ MPa}$ , hidromühərrikin basqı və axıtma xətlərində  $\Delta p_2 = 0,3 \text{ MPa}$ , hidroaparatlarda yağın sızması  $\Delta Q = 5 \text{ sm}^3/\text{san}$ .

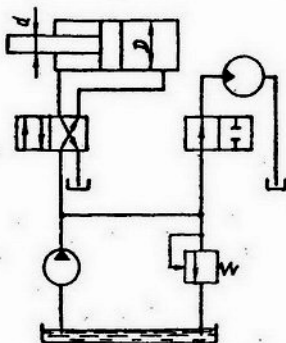
Nasosun sabit verimi  $Q_n = 42 \text{ dm}^3/\text{dəq} = 0,70 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{san}$  və tam FİƏ  $\eta_n = 0,83$  olduğu hal üçün hidrointiqaalın FİƏ-ni  $\eta_{in}$  və hidromühərrikin valındakı momenti  $M_m$  təyin etməli.

Porşen sağ tərəfə  $v = 5 \text{ sm/san} = 0,05 \text{ m/san}$  sürəti ilə hərəkət edərkən hidrosilindrin ştokuna təsir edən qüvvə  $R = 50 \text{ kN}$ .

Hidrosilindrin və hidromühərrikin tam və həcmi FİƏ-ları uyğun olaraq  $\eta_s = 0,95$ ;  $\eta_{shac} = 1$ ;  $\eta_m = 0,90$ ;  $\eta_{mhac} = 0,98$ .



Şekil 2.11



Şekil 2.12

**Həlli:**

Hidrointiqalın faydalı gücü hidrosilindrlə hidromühərrikin faydalı gücləri cəminə:

$$N_{inf} = N_{sf} + N_{mf} = Rv_p + \Delta p_m Q_m \eta_m.$$

Hidrointiqalın gücü isə nasosun sərf etdiyi gücə bərabərdir:

$$N_{in} = N_n = \frac{Q_n p_n}{\eta_n},$$

Hidrointiqalın tam FİƏ hidrointiqalın faydalı gücünün hidrointiqalın gücünə olan nisbətində bərabərdir. Onu təyin etmək üçün, nasosun təzyiqini  $p_n$ , yağın sərfini  $Q_n$  və hidromühərrikdə təzyiq düşməsinə  $\Delta p_m$  bilmək lazımdır.

Porşenin sağa hərəkətində hidrosilindrdə yağın sərfi

$$Q_s = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \frac{v_p}{\eta_{shac}} = \frac{3,14}{4} (12,5^2 - 6,3^2) \cdot 10^{-4} \frac{0,05}{1,0} = 0,458 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{san}.$$

Hidromühərrikin yağ sərfi:

$$Q_m = Q_n - Q_s - \Delta Q = (0,700 - 0,458 - 0,005) 10^{-3} = 0,237 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{san}.$$

Hidrosilindrin ştok boşluğunda işçi mayenin təzyiqi:

$$p_s = \frac{4R}{\pi(D^2 - d^2)\eta_{smex}} = \frac{4 \cdot 50 \cdot 10^3}{3,14(0,125^2 - 0,063^2)0,95} = 5,77 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 5,77 \text{ MPa},$$

harada ki, hidrosilindrin mexaniki FİƏ  $\eta_{smex} = \eta_s/\eta_{shac} = 0,95/1,0 = 0,95$  (hidravlik FİƏ  $\eta_{sh} = 1$ ).

Nasosun təzyiqi:

$$p_n = p_s + \Delta p_1 = 5,77 + 0,23 = 6,0 \text{ MPa}.$$

Hidromühərrikin basqı və axıtma xətlərində təzyiq itkisi –  $\Delta p'_2$  və  $\Delta p''_2$ . Onda hidromühərrikin girişində təzyiq  $p_n - \Delta p'_2$  bərabərdir, təzyiq düşküsi hidromotorda isə

$$\begin{aligned}\Delta p_m &= (p_n - \Delta p'_2) - \Delta p''_2 = p_s - (\Delta p'_2 + \Delta p''_2) = \\ &= p_n - \Delta p_2 = 6,00 - 0,30 = 5,70 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

Hidrosilindrin faydalı gücü:

$$N_s = Rv_s = 50 \cdot 10^3 \cdot 5 \cdot 10^{-2} = 2500 \text{ Vt.}$$

Hidromühərrikin faydalı gücü:

$$N_{fm} = \Delta p_m Q_m \eta_m = 5,7 \cdot 10^6 \cdot 237 \cdot 10^{-6} \cdot 0,90 = 1215 \text{ Vt}$$

Hidrointiqaalın faydalı gücü:

$$N_{inf} = N_{sf} + N_{mf} = 2500 + 1215 = 3715 \text{ Vt.}$$

Nasosun sərf etdiyi güc

$$N_n = \frac{p_n Q_n}{\eta_n} = \frac{6 \cdot 10^6 \cdot 700 \cdot 10^{-6}}{0,83} = 5060 \text{ Vt.}$$

Hidrointiqaalın FİƏ:

$$\eta_{in} = \frac{N_{inf}}{N_{in}} = \frac{3715}{5060} = 0,74.$$

Hidromühərrikin valında moment:

$$M_m = \frac{1}{2\pi} \Delta p_m Q_m \eta_{mmex} = \frac{1}{2 \cdot 3,14} 5,7 \cdot 10^6 \cdot 20 \cdot 10^{-6} \cdot 0,918 = 16,6 \text{ Nm,}$$

harada ki  $\eta_{mmex} = \frac{\eta_m}{\eta_{mhac}} = \frac{0,90}{0,98} = 0,918$  – hidromühərrikin hidromexaniki

FİƏ (hidromühərrikin hidravlik FİƏ  $\eta_{mh} \approx 1$ ).

**İki paralel hidrosilindrlı həcmi hidrointiqaal**



**Məsələ 2.20.** Həcmi hidrintiqalın nasosu təzyiqi  $p = 7,5$  MPa qaldırır və sabit  $Q = 30 \text{ dm}^3/\text{dəq} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{san}$  verimini təmin edir. Hidrosilindrin porşenləri ( $D = 169 \text{ mm}$ ,  $d = 80 \text{ mm}$ ) eyni sürətlə yuxarı hərəkət edirlər (şəkil 2.13).

Hidrorossel  $Q = 7,2 \text{ dm}^3/\text{dəq} = 0,12 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{san}$  sərfini təmin etməyə tənzimlənibse porşenlərin hərəkət sürətini və hidroklapandan yağın axmasından alınan güc itkisini təyin etməli. Hidrosilindrin həcmi FİƏ  $\eta_s = 0,99$ . Hidroaparatlarda sızmaları nəzərə almalı.

**Həlli:**

Porşenin hərəkət sürəti:

$$v_p = \frac{4Q_{dr}}{\pi(D^2 - d^2)} = \frac{4 \cdot 0,12 \cdot 10^{-3}}{3,14(0,16^2 - 0,08^2)} = 0,008 \text{ m/san},$$

İki hidrosilindrlə yağ sərfi:

$$Q_s = 2 \frac{\pi D^2}{4} \cdot \frac{v_p}{\eta_{shac}} = 2 \frac{3,14 \cdot 0,16^2}{4} \cdot \frac{0,8}{0,99} = 0,325 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{san}.$$

Hidroklapandan yağ sərfi:

$$Q_{kl} = Q_n - Q_s = (0,500 - 0,325) \cdot 10^{-3} = 0,175 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{san}.$$

Hidroklapandan yağ axmasından güc itkisi:

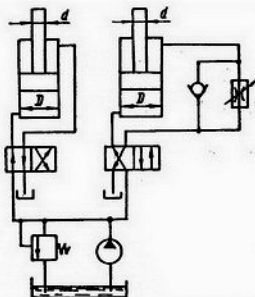
$$\Delta N_{kl} = p_n Q_{kl} = 7,2 \cdot 10^6 \cdot 175 \cdot 10^{-6} = 1260 \text{ Vt}.$$

**İki paralel hidromotorlu həcmi hidrintiqal**

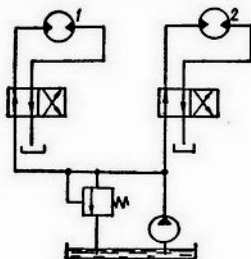
**Məsələ 2.21.** İşçi həcmi  $q_{m1} = 25 \text{ sm}^3$  olan 1 hidromühərrikinin valı  $n_{m1} = 800 \text{ dəq}^{-1}$  tezliyi ilə fırlanır. İşçi həcmi  $q_{m2} = 32 \text{ sm}^3$  olan 2 hidromühərrik (şəkil 2.14) valının fırlanma tezliyini təyin etməli, əgər nasosun verimi  $Q_n = 42 \text{ dm}^3/\text{dəq} = 0,7 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{san}$ , hidroaparatlarda sızmalar  $\Delta Q = 5 \text{ sm}^3/\text{san}$ , hər iki hidromühərriklərin FİƏ isə  $\eta_m = 0,98$ .

**Həlli:**

1-ci hidromühərrikin yağ sərfi:



Şekil 2.13



Şekil 2.13

$$Q_{m1} = \frac{q_{m1} n_{m1}}{60 \eta_m} = \frac{25 \cdot 10^{-6} \cdot 800}{60 \cdot 0,98} = 0,340 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{san.}$$

2-ci hidromühərrikin yağ sərfi

$$Q_{m2} = Q_n - Q_{m1} - \Delta Q = (0,700 - 0,340 - 0,005) 10^{-3} = 0,355 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{san.}$$

2-ci hidromühərrikin valının fırlanma tezliyi

$$n_{m2} = \frac{60 Q_{m2} \eta_{m \text{ hac}}}{q_{m2}} = \frac{60 \cdot 0,355 \cdot 10^{-3} \cdot 0,98}{32 \cdot 10^{-6}} = 652 \text{ d} \ddot{a} q^{-1}.$$

### **İrəliləmə hərəkətli tənzimlənməyən həcmi hidravlik intiqal**

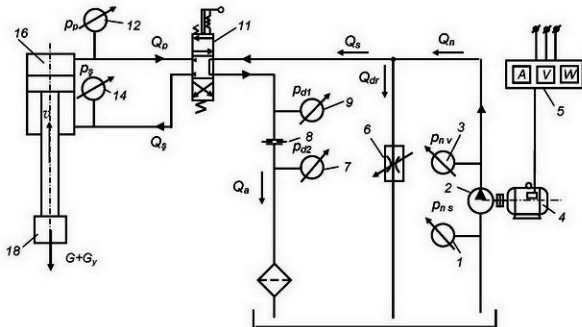
**Məsələ 2.22.** “Drossellə tənzimlənən irəliləmə hərəkətli həcmi hidravlik intiqalın tədqiqi” 12 saylı laboratoriya işinin [12] drosselinin (6) tam bağlı vəziyyətində (hidravlik intiqalın *tənzimlənməyən* şəraitində) sınaq təcrübələrini (şəkil 2.15) yerinə yetirərkən aşağıdakı nəticələr alınmışdır (cədvəl 2.3).

Hidrosilindrin (14) əsas göstəriciləri: porşenin diametri  $D = 0,125$  m; ştokun diametri  $d = 0,045$  m, porşen qrupunun çəkisi  $G = 200$  N; bir yükün çəkisi  $G_y = 200$  N.

Nasosun mühərrikinin (4) əsas parametrləri: növü – üçfazlı asinxron; dövrlər sayı  $n_{nom} = 1450$  dövr/dəq; güc əmsalı  $\cos \varphi = 0,8$ ; tam  $F\dot{\Theta} \eta_{e.m} = 0,7$

Qidalandırıcı nasosun (2) əsas parametrləri: markası HIII-32 növlü dişli çarxlı; işçi həcmi  $q_n = 0,032 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ ; həcmi  $F\dot{\Theta} \eta_{n \text{ hac}} = 0,93$ ; ümumi  $F\dot{\Theta} \eta_n = 0,8$ .

**Qeyd:** Şəkil 2.15 göstərilən sınaq qurğusunun sadələşdirilmiş sxemində işarələr “Drossellə tənzimlənən irəliləmə hərəkətli həcmi hidravlik intiqalın tədqiqi” 12 saylı laboratoriya işində kimi qəbul olunub [12] və işarələrin mənası eynidir: 1,3 – qidalandırıcı nasosun girişindəki və çıxışdakı manovakuometr və manometr; 2 – qidalandırıcı nasos; 4 – qidalandırıcı nasosun elektrik mühərriki; 5 – elektrik mühərrikinin enerji qidalandırma parametrlərini ölçən K-50 markalı cihaz; 6 – tənzimləyici drossel (siyirtmə); 7,9 – diafraqmalı sərfölçənin girişindəki və çıxışdakı təzyiqləri ölçən manometrlər; 8 – diafraqmalı sərfölçən; 11 – 3 vəziyyətli



**Şəkil 2.15. Drosselə tənzimlənən irəliləmə hərəkətli həcmi hidravlik intiqalın sınaq qurğusunun sadələşdirilmiş sxemi**

hidropaylayıcı; 12, 14 – porşen və ştok tərəflərindəki təzyiqləri ölçən manometrlər; 16 – hidravlik intiqalın çıxış bəndi (mühərrik) – hidravlik silindr; 18 – ştokdakı yüklər.

Cədvəl 2.3

## Sınağın nəticələri

|    | Parametrlər                                                | Qiymət |
|----|------------------------------------------------------------|--------|
| 1  | Elektrik şəbəkəsindəki gərginlik (5) $U$ , V               | 215    |
| 2  | Elektrik mühərrikinin qidalandırıcı şiddəti (5) $I$ , A    | 6,71   |
| 3  | Qidalandırıcı nasosun (2) sorma təzyiqi $p_{ns}$ , MPa     | – 0,03 |
| 4  | Qidalandırıcı nasosun (2) vurma təzyiqi $p_{nv}$ , MPa     | 3,12   |
| 5  | Hidrosilindrə (14) ştok tərəfdəki təzyiq $p_s$ , MPa       | 2,65   |
| 6  | Porşen tərəfdəki təzyiq (12) $p_m$ , MPa                   | 0,90   |
| 7  | Diafraqmaya (8) girişdə mayenin təzyiqi (9) $p_{d1}$ , MPa | 0,182  |
| 8  | Diafraqmada (8) çıxışda mayenin təzyiqi (7) $p_{d2}$ , MPa | 0,016  |
| 9  | Ştokun hərəkət vaxtı $\tau$ , san                          | 5,58   |
| 10 | Ştokun hərəkət yolu $l$ , m                                | 0,2    |
| 11 | Ştokun hərəkət istiqaməti                                  | yuxarı |
| 12 | Yükün (18) çəkisi $G + G_y$ , N                            | 800    |

İrəliləmə hərəkətli həcmi hidravlik intiqalın əsas parametrləri təyin olunmalı, o cümlədən;

- hidravlik intiqalının çıxış bəndinin (hidrosilindr ştokunun) hərəkət sürəti  $v$ , m/san;
- hidrosilindrin faydalı gücü  $N_f$ , Vt; işlətdiyi güc  $N_s$ , Vt; güc itkisi  $\Delta N_s$  (hidrosilindrə sürtünməyə sərf edilən güc), Vt;
- qidalandırıcı nasosun valındakı güc  $N_{nv}$ , Vt; verimi  $Q_m$ , m<sup>3</sup>/san faydalı gücü  $N_n$ , Vt; güc itkisi  $\Delta N_n$ , Vt;
- işçi mayenin hidroxətlərdə güc itkisi  $\Delta N_x$ , Vt;
- hidravlik intiqalının ümumi (tam)  $\eta_{in}$ ; həcmi  $\eta_{in hac}$ ; hidromexanik FİƏ  $\eta_{in h mex}$ .

**Həlli:**

a) *Hidravlik silindrə aid hesablamalar:*

1. Porşenin en kəşik sahəsi:

$$F = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,125^2}{4} = 0,0122 \text{ m}^2.$$

2. Porşenin ştok tərəfdəki işçi sahəsi:

$$F' = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} = \frac{3,14(0,125^2 - 0,045^2)}{4} = 0,0107 \text{ m}^2.$$

3. Hidravlik intiqalın çıxış bəndinin (ştokun) hərəkət sürəti  $v$ , m/san:

$$v = \frac{l}{\tau} = \frac{0,200}{5,58} = 0,0358 \text{ m/san.}$$

4. Hidrosilindrin faydalı gücü  $N_f$ , Vt:

$$N_f = (G + G_y) \cdot v = 800 \cdot 0,0358 = 29 \text{ Vt.}$$

5. Hidrosilindrə daxil olan mayenin sərfi  $Q_s = Q_f$ , m<sup>3</sup>/san:

$$Q_s = F' \cdot v = 0,0107 \cdot 0,0358 = 0,382 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{san.}$$

6. Hidrosilindrdən çıxış (axıtma) xəttinə maye sərfi  $Q_p = Q_a$ , m<sup>3</sup>/san:

$$Q_p = F \cdot v = 0,0122 \cdot 0,0358 = 0,440 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{san.}$$

7. Maye ilə hidrosilindrə daxil olan güc  $N_{sg} = N_f$ , Vt

$$N_{sg} = Q_s \cdot p_s = 0,382 \cdot 10^{-3} \cdot 2,65 \cdot 10^6 = 1012 \text{ Vt.}$$

8. Maye ilə hidrosilindrdən xaric olan güc  $N_{sa} = N_p$ , Vt:

$$N_{sa} = Q_p \cdot p_p = 0,440 \cdot 10^{-3} \cdot 0,90 \cdot 10^6 = 396 \text{ Vt.}$$

9. Hidrosilindrin işlətdiyi güc  $N_s$ , Vt:

$$N_s = N_{sg} - N_{sa} = 1012 - 396 = 616 \text{ Vt.}$$

10. Hidrosilindrdə güc itkisi  $\Delta N_s$  (hidrosilindrdə sürtünməyə sərf edilən güc), Vt:

$$\Delta N_s = N_s - N_{sf} = 616 - 29 = 587 \text{ Vt.}$$

b) Qidalandırıcı nasosa aid hesablamalar:

11. Qidalandırıcı nasosunu hərəkətə gətirən elektrik mühərrikinin gücü, Vt:

$$N_{e.m} = \sqrt{3} I U = \sqrt{3} \cdot 6,71 \cdot 215 = 2498 \text{ Vt.}$$

12. Qidalandırıcı nasosun valındakı güc  $N_{nv}$ , Vt:

$$N_{nv} = N_{e.m} \cdot \eta_{e.m} \cdot \cos \varphi = 2498 \cdot 0,7 \cdot 0,8 = 1399 \text{ Vt.}$$

13. Qidalandırıcı nasosun faydalı gücü  $N_n$ , Vt:

$$N_n = (p_{nv} - p_{ns}) \cdot Q_n = (3,12 + 0,03) \cdot 10^6 \cdot 0,380 \cdot 10^{-3} = 1190 \text{ Vt.}$$

14. Nasosda güc itkisi  $\Delta N_n$ :

$$\Delta N_n = N_{nv} - N_n = 1399 - 1190 = 209 \text{ Vt.}$$

c) Hidravlik xətlərə aid hesablamalar:

15. İşçi mayenin hidroxətlərdə güc itkisi  $\Delta N_x$ , Vt:

$$\Delta N_x = \Delta N_{x1} + \Delta N_{x2}, \text{ Vt,}$$

burada –  $\Delta N_{x1}$  – qidalandırıcı nasosdan hidrosilindrin girişinə kimi güc itkisi;  $\Delta N_{x2}$  – hidrosilindrin çıxışından çənə kimi güc itkisi:

$$\begin{aligned} \Delta N_x &= \Delta N_{x1} + \Delta N_{x2} = (p_{nv} - p_s) \cdot Q_s + (p_p - p_{at}) \cdot Q_a = \\ &= (3,12 - 2,65) 10^6 \cdot 0,383 \cdot 10^{-3} + (0,90 - 0) 10^6 \cdot 0,440 \cdot 10^{-3} = 576 \text{ Vt.} \end{aligned}$$

ç) Hidravlik intiqala aid hesablamalar:

16. Hidravlik intiqalının güc balansını tərtib etmək üçün hidravlik intiqalda itkiləri nəzərə alıb qidalandırıcı nasosun valındakı gücünü  $N'_{nv}$  hesablayaq:

$$\begin{aligned} N'_{nv} &= N_f + (\Delta N_n + \Delta N_s + \Delta N_x) = \\ &= 29 + (209 + 587 + 576) = 1401 \text{ Vt,} \end{aligned}$$

və alınan qiyməti  $N_{nv} = N_{e.m} \cdot \eta_{e.m} \cdot \cos \varphi$  düsturdan tapılmış qiymətlə müqayisə edək:

$$\delta = \frac{|N_{nv} - N'_{nv}|}{N'_{nv}} = \frac{|1399 - 1401|}{1401} = 0,002 \leq 0,1$$

Qiymətlər arası nisbi fərq  $\pm 10\%$ -dən çox olmamalıdır.

17. Hidravlik intiqalın ümumi (tam) FİƏ  $\eta_{in}$ :

$$\eta_{in} = \frac{N_f}{N_{nv}} = \frac{29}{1399} = 0,021 \text{ (2,1\%)}$$

18. Hidrointiqalın həcmi FİƏ ((6) drosselinin tam bağlı halında)

$\eta_{in\hbar\epsilon\epsilon}$ :

$$\eta_{in\hbar\epsilon\epsilon} = \frac{Q_s}{q_n \cdot n_{e.m}} = \frac{Q_s}{q_n \cdot n_n} = \frac{0,380 \cdot 10^{-3} \cdot 60}{32 \cdot 10^{-6} \cdot 1450} = 0,491 \text{ (49,1\%)}$$

19. Hidrointiqalın hidromexaniki FİƏ  $\eta_{in\hbar m\epsilon\epsilon}$ :

$$\eta_{in\hbar m\epsilon\epsilon} = \frac{\eta_{in}}{\eta_{in\hbar\epsilon\epsilon}} = \frac{0,021}{0,491} = 0,043 \text{ (4,3\%)}$$

Hesabların nəticəsində alınan qiymətlər cədvəldə 2.4 toplanıb:

### İrəliləmə hərəkətli tənzimlənən həcmi hidravlik intiqal

**Məsələ 2.23.** 2.22 sayılı məsələdə göstərilən sınaq qurğusunda paralel drossellə tənzimlənən hidravlik silindrlı həcmi hidravlik intiqalın drosselinin (6) açılma vəziyyəti üçün (drosselin açılma dərəcəsi  $\bar{x} \neq 0$ ) tədqiqatları yerinə yetirdikdə aşağıdakı nəticələr alınmışdır (cədvəl 2.5) (12 sayılı laboratoriya işinin [12] tənzimləyici drosselinin (6) müəyyən dərəcədə açılmış vəziyyətində ( $\bar{x} \neq 0$ ) hidravlik intiqalın sınaq təcrübəsi).

İrəliləmə hərəkətli paralel drossellə tənzimlənən hidravlik silindrlı həcmi hidravlik intiqalın drosselinin (6) açılma dərəcəsi  $\bar{x} \neq 0$  vəziyyəti üçün həcmi hidravlik intiqalın əsas parametrləri təyin olunmalı, o cümlədən:

- hidravlik intiqalının çıxış bəndinin (hidrosilindr ştokunun) hərəkət sürəti  $v$ , m/san;
- hidrosilindrin faydalı gücü  $N_f$ , Vt, işlətdiyi güc  $N_s$ , Vt, güc itkisi  $\Delta N_s$  (hidrosilindrə sürtünməyə sərf edilən güc), Vt;



**Drossellə tənzimlənməyən irəliləmə hərəkətli  
həcmi hidravlik intiqalın sınağının nəticələri**

|     | Parametrlər                                                                             | Qiymətlər              |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 1.  | Hidravlik intiqalın çıxış bəndinin (hidrosilindrin ştokunun) hərəkət sürəti $v$ , m/san | 0,0358                 |
| 2.  | Hidrosilindrin faydalı gücü $N_f$ , Vt                                                  | 29                     |
| 3.  | Hidrosilindrə daxil olan mayenin sərfi<br>$Q_s = Q_s$ , m <sup>3</sup> /san             | 0,380·10 <sup>-3</sup> |
| 4.  | Hidrosilindrin işlətdiyi güc $N_s$ , Vt                                                 | 618                    |
| 5.  | Hidrosilindrə güc itkisi $\Delta N_s$ (hidrosilindrə sürtünməyə sərf edilən güc), Vt    | 589                    |
| 6.  | Qidalandırıcı nasosun valındakı güc $N_{nv}$ , Vt.                                      | 1399                   |
| 7.  | Qidalandırıcı nasosun verimi $Q_n$ , m <sup>3</sup> /san                                | 0,380·10 <sup>-3</sup> |
| 8.  | Qidalandırıcı nasosun faydalı gücü $N_n$ , Vt                                           | 1190                   |
| 9.  | Nasosda güc itkisi $\Delta N_n$ , Vt                                                    | 209                    |
| 10. | İşçi mayenin hidroxətlərdə güc itkisi $\Delta N_s$ , Vt                                 | 576                    |
| 11. | Tənzimləyici drosselin açılma dərəcəsi $\bar{x}$                                        | 0                      |
| 12. | Tənzimləyici drosselin hidroxətlərində güc itkisi $\Delta N_{x dr}$ , Vt                | 0                      |
| 13. | Hidravlik intiqalın güc balansının qiymətlər arası nisbi fərqi                          | 0,002 (0,2%)           |
| 14. | Hidravlik intiqalın ümumi (tam) FİΘ $\eta_{in}$ :                                       | 0,021 (2,1%)           |
| 15. | Hidrointiqalın həcmi FİΘ $\eta_{in hac}$ :                                              | 0,491<br>(49,1%).      |
| 16. | Hidrointiqalın hidromexaniki FİΘ $\eta_{in hmex}$ :                                     | 0,043 (4,3%)           |

- qidalandırıcı nasosun valındakı güc  $N_{nv}$ , Vt, verimi  $Q_n$ , m<sup>3</sup>/san faydalı gücü  $N_n$ , Vt, güc itkisi  $\Delta N_n$ , Vt;
- işçi mayenin hidroxtərlərdə güc itkisi  $\Delta N_x$ , Vt;
- tənzimləyici drosselin açılma dərəcəsi  $\bar{x}$  və tənzimləyici drosselin hidroxtərlərində güc itkisi  $\Delta N_{xd}$ , Vt;
- hidravlik intiqalının ümumi (tam)  $\eta_{lin}$ : həcmi  $\eta_{lin hac}$ : hidromexanik  $\eta_{lin hmex}$ .

Cədvəl 2.5

## Sınağın nəticələri

|    | Parametr                                                  | Qiymət           |
|----|-----------------------------------------------------------|------------------|
| 1  | Elektrik şəbəkəsindəki gərginlik $U$ , V                  | 218              |
| 2  | Elektrik mühərrikinin qidalandırıcı şiddəti $I$ , A       | 6,1              |
| 3  | Qidalandırıcı nasosun (2) sorma təzyiqi $p_{ns}$ , MPa    | – 0,03           |
| 4  | Qidalandırıcı nasosun (2) vurma təzyiqi $p_{nv}$ , MPa    | 1,62             |
| 5  | Hidrosilindrə (16) ştok tərəfdəki təzyiq $p_{\phi}$ , MPa | 1,32             |
| 6  | Porşen tərəfdəki təzyiq $p_m$ , MPa                       | 0,51             |
| 7  | Diafraqmaya (8) girişdə mayenin təzyiqi $p_{d1}$ , MPa    | 0,070            |
| 8  | Diafraqmaydan (8) çıxışda mayenin təzyiqi $p_{d2}$ , MPa  | 0,001            |
| 9  | Ştokun hərəkət vaxtı $\tau$ , san                         | 9,11             |
| 10 | Ştokun hərəkət yolu $l$ , m                               | 0,2              |
| 11 | Ştokun hərəkət istiqaməti                                 | yuxarı           |
| 12 | Yükün (18) çəkisi $G + G_s$ , N                           | 800              |
| 13 | Drosselin açılma dərəcəsi ( $p'_m = 0,50$ MPa)            | $\bar{x} \neq 0$ |

## Həlli:

b) Hidravlik silindrə aid hesablamalar:

1. Ştokun hərəkət sürəti  $v$ , m/san:

$$v = \frac{l}{\tau} = \frac{0,200}{9,11} = 0,0220 \text{ m/san.}$$

2. Hidrosilindrə daxil olan mayenin sərfi  $Q_s = Q_f$ , m<sup>3</sup>/san:

$$Q_s = F' \cdot v = 0,0107 \cdot 0,0220 = 0,235 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{san.}$$

3. Hidrosilindrdən çıxış (axıtma) xəttinə maye sərfi  $Q_p = Q_a$ , m<sup>3</sup>/san:

$$Q_p = F \cdot v = 0,0122 \cdot 0,0220 = 0,268 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{san.}$$

Hidrosilindrdən axıtma xəttinə maye sərfi  $Q_a$  sərfölçən diafraqma üçün düsturla hesablanan qiymət:

$$\begin{aligned} Q'_a &= (1,05 \sqrt{p_{d1} - p_{d2}}) 10^{-3} = (1,05 \sqrt{0,070 - 0,001}) 10^{-3} = \\ &= 0,275 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{san.} \end{aligned}$$

Alınan qiymətlər arası fərq:

$$\delta = \frac{|Q - Q'|}{Q} = \frac{|0,268 - 0,275|}{0,268} = 0,026 \leq 0,05.$$

Fərq 5% -dan kiçikdir.

4. Hidrosilindrin faydalı gücü  $N_f$ , Vt

$$N_f = (G + G_y) \cdot v = 800 \cdot 0,0220 = 17,6 \text{ Vt.}$$

5. Maye ilə hidrosilindrə daxil olan güc  $N_{sg} = N_f$ , Vt:

$$N_{sg} = Q_s \cdot p_f = 0,235 \cdot 10^{-3} \cdot 1,62 \cdot 10^6 = 380 \text{ Vt.}$$

6. Maye ilə hidrosilindrdən xaric olan güc  $N_{sa} = N_p$ , Vt:

$$N_{sa} = Q_p \cdot p_p = 0,268 \cdot 10^{-3} \cdot 0,51 \cdot 10^6 = 137 \text{ Vt.}$$

7. Hidrosilindrin işlətdiyi güc  $N_s$ , Vt:

$$N_s = N_{sg} - N_{sa} = 380 - 137 = 243 \text{ Vt.}$$

8. Hidrosilindrdə güc itkisi  $\Delta N_s$ , Vt:

$$\Delta N_s = N_s - N_{sf} = 243 - 18 = 225 \text{ Vt.}$$

b) Qidalandırıcı nasosa aid hesablamalar:

9. Qidalandırıcı nasosu hərəkətə gətirən elektrik mühərrikinin gücü,

Vt:

$$N_{e.m} = \sqrt{3} I U = \sqrt{3} \cdot 6,70 \cdot 218 = 2529 \text{ Vt.}$$

10. Qidalandırıcı nasosun valındakı güc  $N_{nv}$ , Vt:

$$N_{nv} = N_{e.m} \cdot \eta_{e.m} \cdot \cos \varphi = 2529 \cdot 0,7 \cdot 0,8 = 1416 \text{ Vt.}$$

11. Qidalandırıcı nasosun faydalı gücü  $N_n$ , Vt:

$$N_n = N_{nv} \eta_n = 1416 \cdot 0,85 = 1203 \text{ Vt.}$$

12. Qidalandırıcı nasosun verimi  $Q_n$ , m<sup>3</sup>/san:

$$Q_n = q_n \cdot n_n \cdot \eta_{m \text{ həc}} = 32 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1450}{60} \cdot 0,93 = 0,000719 \text{ m}^3/\text{san},$$

digər tərəfdən:

$$Q_n = \frac{N_n}{\Delta p_n} = \frac{1203}{(1,62 + 0,03)10^6} = 0,000729 \text{ m}^3/\text{san},$$

13. Nasosda güc itkisi  $\Delta N_n$ :

$$\Delta N_n = N_{nv} - N_n = 1416 - 1203 = 213 \text{ Vt.}$$

c) Hidravlik xətlərə və tənzimləyici drosselə aid hesablamalar:

14. İşçi mayenin hidroxlərdə güc itkisi  $\Delta N_x = \Delta N_{x1} + \Delta N_{x2}$ , Vt:

$$\begin{aligned} \Delta N_x &= \Delta N_{x1} + \Delta N_{x2} = (p_{nv} - p_s) \cdot Q_s + (p_p - p_{at}) \cdot Q_a = \\ &= (1,62 - 1,32)10^6 \cdot 0,233 \cdot 10^{-3} + (0,51 - 0) 10^6 \cdot 0,268 \cdot 10^{-3} = 298 \text{ Vt} \end{aligned}$$

15. Tənzimləyici drosseldən keçən mayenin sərfi  $Q_{dr}$ , m<sup>3</sup>/san:

$$Q_{dr} = Q_p - Q_s = (0,719 - 0,233)10^{-3} = 0,486 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{san.}$$

16. Tənzimləyici drosselin açılma dərəcəsi  $\bar{x}$  :

$$\bar{x} = \frac{Q_{dr}}{Q_n} = \frac{0,000486}{0,000719} = 0,675.$$

17. Tənzimləyici drosselin hidroxətlərində güc itkisi  $\Delta N_{xdr}$ , Vt:

$$\Delta N_{xdr} = (p_{nv} - p_{at}) \cdot Q_{dr} = (1,62 - 0) \cdot 10^6 \cdot 0,486 \cdot 10^{-3} = 787 \text{ Vt}$$

ç) Hidravlik intiqala aid hesablamalar:

18. Hidravlik intiqalın güc balansını tərtib etmək üçün hidravlik intiqalda itkiləri nəzərə alıb qidalandırıcı nasosun valındakı gücünü  $N'_{nv}$  hesablayaq:

$$\begin{aligned} N'_{nv} &= N_f + (\Delta N_n + \Delta N_s + \Delta N_x + \Delta N_{dr}) = \\ &= 18 + (213 + 225 + 298 + 787) = 1541 \text{ Vt}, \end{aligned}$$

və alınan qiyməti  $N_{nv} = N_{e.m} \cdot \eta_{e.m} \cdot \cos \varphi$  düsturundan tapılmış qiymətlə müqayisə edək:

$$\delta = \frac{|N_{nv} - N'_{nv}|}{N'_{nv}} = \frac{|1416 - 1541|}{1541} = 0,081 \leq 0,1$$

Qiymətlər arası nisbi fərq  $\pm 10\%$ -dən çox olmamalıdır.

19. Hidravlik intiqalının ümumi (tam) FİƏ  $\eta_{in}$ :

$$\eta_{in} = \frac{N_f}{N_{nv}} = \frac{18}{1416} = 0,013 \text{ (1,3 \%)}.$$

20. Hidrointiqalın həcmi FİƏ  $\eta_{in hac}$ :

$$\eta_{in hac} = \frac{Q_s}{q_n \cdot n_{e.m}} = \frac{Q_s}{q_n \cdot n_n} = \frac{0,240 \cdot 10^{-3} \cdot 60}{32 \cdot 10^{-6} \cdot 1450} = 0,31 \text{ (31\%)}.$$

21. Hidrointiqalın hidromexanik FİƏ  $\eta_{in hmex}$ :

$$\eta_{in hmex} = \frac{\eta_{in}}{\eta_{in hac}} = \frac{0,013}{0,310} = 0,058 \text{ (5,8\%)}.$$

Hesabların nəticəsində alınan qiymətlər cədvəl 2.6-da toplanıb.

**Drossellə tənzimlənən irəliləmə hərəkətli  
həcmi hidravlik intiqalın sınağının nəticələri**

|    | Parametrlər                                                                             | Qiymətlər             |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1  | Hidravlik intiqalın çıxış bəndinin (hidrosilindrin ştokunun) hərəkət sürəti $v$ , m/san | 0,0220                |
| 2  | Hidrosilindrin faydalı gücü $N_f$ , Vt                                                  | 17,6                  |
| 3  | Hidrosilindrə daxil olan mayenin sərfi $Q_s = Q_z$ , m <sup>3</sup> /san                | $0,233 \cdot 10^{-3}$ |
| 4  | Hidrosilindrin işlətdiyi güc $N_s$ , Vt                                                 | 240                   |
| 5  | Hidrosilindrə güc itkisi $\Delta N_s$ (hidrosilindrə sürtünməyə sərf edilən güc), Vt    | 222                   |
| 6  | Qidalandırıcı nasosun valındakı güc $N_{nv}$ , Vt.                                      | 1416                  |
| 7  | Qidalandırıcı nasosun verimi $Q_n$ , m <sup>3</sup> /san                                | $0,719 \cdot 10^{-3}$ |
| 8  | Qidalandırıcı nasosun faydalı gücü $N_n$ , Vt                                           | 1203                  |
| 9  | Nasosda güc itkisi $\Delta N_n$ , Vt                                                    | 209                   |
| 10 | İşçi mayenin hidroxətlərdə güc itkisi $\Delta N_{xs}$ , Vt                              | 213                   |
| 11 | Tənzimləyici drosselin açılma dərəcəsi $\bar{x}$                                        | 0,675                 |
| 12 | Tənzimləyici drosselin hidroxətlərində güc itkisi $\Delta N_{x, dr}$ , Vt               | 787                   |
| 13 | Hidravlik intiqalının güc balansının qiymətlər arası nisbi fərqi                        | 0,086<br>(8,6%)       |
| 14 | Hidravlik intiqalın ümumi (tam) FİƏ $\eta_{in}$                                         | 0,013<br>(1,3 %)      |
| 15 | Hidrintiqalın həcmi FİƏ $\eta_{in\ hac}$                                                | 0,31<br>(31%)         |
| 16 | Hidrintiqalın hidromexaniki FİƏ $\eta_{in\ hmex}$                                       | 0,058<br>(5,8%).      |

**Fırlanma hərəkətli tənzimlənməyən  
həcmi hidravlik intiqal**

**Məsələ 2.24.** “Drossellə tənzimlənmən fırlanma hərəkətli həcmi hidravlik intiqalın tədqiqi” 13 saylı laboratoriya işinin [12] drosselinin (6) *tam bağlı vəziyyətində* (hidravlik intiqalın *tənzimlənməyən* şəraitində) sınaq təcrübələrini (şəkil 2.16) yerinə yetirdikdə aşağıdakı nəticələr alınmışdır (cədvəl 2.7):

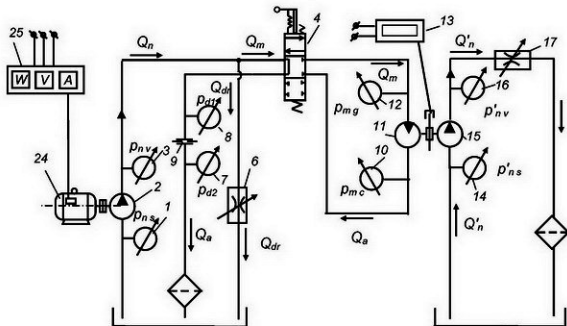
Cədvəl 2.7

**Sınağın nəticələri**

|    | Parametrlər                                                             | Qiymət                |
|----|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1  | Elektrik şəbəkəsindəki gərginlik (25) $U$ , V                           | 218                   |
| 2  | Elektrik mühərrikinin qidalandırıcı şiddəti (25) $I$ , A                | 7,8                   |
| 3  | Elektrik mühərrikinin tələb etdiyi güc (24) $N_{em}$ , Vt               | 3400                  |
| 4  | Qidalandırıcı nasosun (2) sorma təzyiqi (1) $p_{ns}$ , MPa              | – 0,03                |
| 5  | Qidalandırıcı nasosun (2) vurma təzyiqi (3) $p_{nv}$ , MPa              | 3,85                  |
| 6  | Diafraqmaya (9) girişdə mayenin təzyiqi (6) $p_{dl}$ , MPa              | 0,195                 |
| 7  | Diafraqmadan (9) çıxışda mayenin təzyiqi (7) $p_{d2}$ , MPa             | 0,019                 |
| 8  | Hidromotorun (11) girişində təzyiq (12) $p_{mg}$ , MPa                  | 3,52                  |
| 9  | Hidromotorun (11) çıxışında təzyiq (10) $p_{mç}$ , MPa                  | 0,55                  |
| 10 | Hidromotorun (11) və nasosun (15) dövrlər sayı (13) $n_{m2}$ , dövr/dəq | 701                   |
| 11 | Yükləyici nasosunun (15) giriş təzyiqi (14) $p'_{ng}$ , MPa             | – 0,02                |
| 12 | Yükləyici nasosunun (15) çıxış təzyiqi (16) $p'_{nç}$ , MPa             | 0,96                  |
| 13 | Yükləyici nasosun verimi $Q'_m$ , m <sup>3</sup> /san                   | $0,339 \cdot 10^{-3}$ |

Dişli çarxlı hidromühərrikin (hidromotorun) əsas göstəriciləri: markası – HIII32Ə; növü – dişli çarxlı; işçi həcmi  $q_m = 0,0326 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$  (m<sup>3</sup>/dövr); həcmi  $F\dot{\Theta} \eta_{m \text{ həc}} = 0,92$ ; ümumi  $F\dot{\Theta} \eta_m = 0,80$ .

Qidalandırıcı nasos mühərrikinin əsas parametrləri: növü – üçfazlı asinxron; dövrlər sayı  $n_{nom} = 1450$  dövr/dəq; güc əmsalı  $\cos \varphi = 0,8$ ; tam  $F\dot{\Theta} \eta_{e.m} = 0,7$ .



Şəkil 2.16. Drosselə tənzimlənən fırlanma hərəkətli həcmi hidravlik intiqalın  
sınaq qurğusunun sadələşdirilmiş sxemi



Qidalandırıcı nasosun əsas parametrləri: markası HIII-32 növlü dişli çarxlı; işçi həcm  $q_n = 0,032 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ ; həcmi  $F\dot{\Theta}\eta_{n\text{ hac}} = 0,93$ ; ümumi  $F\dot{\Theta}\eta_n = 0,8$ .

Yükləyici nasosun əsas parametrləri: markası HIII32Y22; növlü dişli çarxlı; işçi həcm  $q_n = 0,0325 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ ; həcmi  $F\dot{\Theta}\eta_{n\text{ hac}} = 0,94$ ; ümumi  $F\dot{\Theta}\eta_n = 0,86$ .

**Qeyd:** Şəkil 2.16 göstərilən sınaq qurğusunun sadələşdirilmiş sxemində işarələr "Drossellə tənzimlənən fırlanma hərəkətli həcmi hidravlik intiqalın tədqiqi" 13 sayılı laboratoriya işindəki kimi qəbul olunub [12] və işarələrin mənalari eynidir: 1,3 – qidalandırıcı nasosun girişindəki və çıxışdakı manovakuometr və manometr; 2 – qidalandırıcı nasos; 4 – 3 vəziyyətli hidropaylayıcı; 6 – tənzimləyici drossel (siyirtmə); 7, 8 – diafraqmalı sərfölçənin çıxışdakı və girişindəki təzyiqləri ölçən manometrlər; 9 – diafraqmalı sərfölçən; 10, 12, – hidromotorun girişindəki və çıxışdakı təzyiqləri ölçən manometrlər; 11 –hidromotor; 13 – taxometr; 14, 16 – yükləyici nasosun çıxışdakı və girişindəki təzyiqləri ölçən manometrlər; 15 – yükləyici nasos; 17 – yükləyici tənzimlənən drossel; 25 – elektrik mühərrikinin enerji qidalandırma parametrlərini ölçən K-50 markalı cihaz;

Fırlanma hərəkətli həcmi hidravlik intiqalın əsas parametrləri təyin olunmalı, o cümlədən;

- hidravlik intiqalın çıxış bəndinin (hidromotorun) fırlanma tezliyi  $n$ , dövr/dəq;
- hidromotorun faydalı gücü  $N_f$ , Vt, işlətdiyi güc  $N_m$ , Vt, güc itkisi  $\Delta N_m$ , Vt;
- qidalandırıcı nasosun valındakı güc  $N_{n\text{ v}}$ , Vt, verimi  $Q_n$ ,  $\text{m}^3/\text{san}$  faydalı gücü  $N_n$ , Vt, güc itkisi  $\Delta N_n$ , Vt;
- işçi mayenin hidroxətlərdə güc itkisi  $\Delta N_x$ , Vt;
- hidravlik intiqalın ümumi (tam)  $\eta_{in}$ , həcmi  $\eta_{in\text{ hac}}$ , hidromexaniki  $F\dot{\Theta}\eta_{in\text{ hmes}}$ .

### Həlli:

c) *Yükləyici nasosa aid hesablamalar:*

1. Yükləyici nasosun diafraqmalı sərfölçən ilə təcrübədən tapılan verimi  $Q'_n = 0,339 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{san}$ .

Digər tərəfdən:

$$(Q'_n)' = q'_n \cdot n'_n \eta'_n \text{ həc} = 0,0325 \cdot 10^{-3} \frac{701}{60} 0,94 = 0,356 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{san}$$

Alınan qiymətlər arası nisbi fərq:

$$\delta = \frac{|Q'_n - (Q'_n)'|}{Q'_n} = \frac{|0,339 - 0,356|}{0,339} = 0,05.$$

2. Hidravlik intiqalın faydalı gücü (yükləyici nasosun valındakı güc)  
 $N_{nv} = N'_{nv}, \text{ Vt.}$

$$N'_{nv} = \frac{(p'_{nv} - p'_{ns}) Q'_n}{\eta'_n} = \frac{(0,96 + 0,02) \cdot 10^6 \cdot 0,339 \cdot 10^{-3}}{0,86} = 386 \text{ Vt.}$$

b) Qidalandırıcı nasosa aid hesablamalar:

3. Qidalandırıcı nasosu hərəkətə gətirən elektrik mühərrikinin gücü,  
 Vt:

$$N_{em} = \sqrt{3} I U = \sqrt{3} \cdot 7,8 \cdot 218 = 2945 \text{ Vt.}$$

4. Qidalandırıcı nasosun valındakı güc  $N_{nv}, \text{ Vt.}$

$$N_{nv} = N_{em} \cdot \eta_{em} \cdot \cos \varphi = 2945 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 2120 \text{ Vt.}$$

5. Qidalandırıcı nasosun verimi  $Q_n, \text{ m}^3/\text{san}$  (ventil (6) tam bağlı vəziyyətdə)  $Q_p = Q_m, \text{ m}^3/\text{san.}$

$$\begin{aligned} Q_p = Q_m &= (1,05 \sqrt{p_{d1} - p_{d2}}) 10^{-3} = \\ &= (1,05 \sqrt{0,195 - 0,019}) 10^{-3} = 0,441 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{san.} \end{aligned}$$

6. Qidalandırıcı nasosun faydalı gücü  $N_n, \text{ Vt.}$

$$N_n = N_{nv} \eta_n = 2120 \cdot 0,8 = 1696 \text{ Vt.}$$

Digər tərəfdən:

$$(N_n)' = (p_{nv} - p_{ns}) \cdot Q_n = (3,85 + 0,03) 0,441 \cdot 10^{-3} = 1711 \text{ Vt.}$$

Alınan qiymətlər yaxındır.

7. Qidalandırıcı nasosda güc itkisi  $\Delta N_n:$

$$\Delta N_n = N_{nv} - N_n = (1 - \eta_n) N_{nv} = (1 - 0,8) \cdot 2120 = 424 \text{ Vt.}$$

c) Hidravlik mühərrikə aid hesablamalar:

8. Hidravlik mühərrikin maye sərfi digər tərəfdən,  $Q'_m \text{ m}^3/\text{san}$ :

$$\begin{aligned} Q'_m &= q'_m \cdot n'_m \cdot (1/\eta'_m \text{ həc}) = \\ &= 0,0326 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{701}{60} (1/0,92) = 0,414 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{san}. \end{aligned}$$

Alınan qiymətlər arasındakı nisbi fərq:

$$\delta = \frac{|Q_m - Q'_m|}{Q_m} = \frac{|0,441 - 0,414|}{0,441} = 0,061 \leq 0,10$$

9. Hidravlik mühərrikin valında fırladıcı moment:

$$M_m = \frac{N_{mv}}{2\pi \cdot n_m} = \frac{386 \cdot 60}{2 \cdot 3,14 \cdot 701} = 5,26 \text{ Nm}.$$

10. Hidravlik mühərrikdə istifadə olunan güc  $N_m$ , Vt:

$$N_m = Q_m (p_{mg} - p_{m\phi}) = 0,441 \cdot 10^{-3} (3,52 - 0,55) 10^6 = 1310 \text{ Vt}.$$

11. Hidravlik mühərrikdə güc itkisi  $\Delta N_m$ , Vt

$$\Delta N_m = N_m - N_{mv} = 1310 - 386 = 924 \text{ Vt}.$$

ç) Hidravlik xətlərə aid hesablamalar:

12. İşçi mayenin hidroqəmərdə güc itkisi  $\Delta N_x$ , Vt:

$$\begin{aligned} \Delta N_x &= \Delta N_{x1} + \Delta N_{x2} = [(p_{nv} - p_{mg}) + (p_{m\phi} - p_{at})] \cdot Q_a = \\ &= [(3,85 - 3,52) + (0,55 - 0)] 10^6 \cdot 0,441 \cdot 10^{-3} = 388 \text{ Vt}. \end{aligned}$$

13. Tənzimləyici drosselin açılma dərəcəsi  $\bar{x} = 0$

d) Hidravlik intiqala bütövlükdə aid hesablamalar:

14. Hidravlik intiqalın güc balansını tərtib etmək üçün hidravlik intiqalda itkiləri nəzərə alıb qidalandırıcı nasosun valındakı gücünü  $N'_{nv}$  hesablayaq:

$$\begin{aligned} N'_{nv} &= N_f + (\Delta N_n + \Delta N_m + \Delta N_x) = \\ &= 386 + (424 + 924 + 388) = 2122 \text{ Vt}, \end{aligned}$$

və alınan qiyməti  $N_{nv} = N_{e.m} \cdot \eta_{e.m} \cdot \cos \varphi$  düsturundan tapılmış qiymətlə müqayisə edək:

$$\delta = \frac{|N_{nv} - N'_{nv}|}{N_{nv}} = \frac{|2338 - 2122|}{2338} = 0,092 \leq 0,10$$

Qiymətlər arası nisbi fərq  $\pm 10\%$ -dən çox olmamalıdır.

15. Hidravlik intiqalının ümumi (tam) FİƏ  $\eta_{in}$ :

$$\eta_{in} = \frac{N_{inf}}{N_{in}} = \frac{N_f}{N_{nv}} = \frac{386}{2338} = 0,17 \text{ (17\%)}$$

16. Hidrointiqalın həcmi FİƏ ((6) drosselinin tam bağlı halında)

$\eta_{in h\acute{a}c}$ :

$$\eta_{in h\acute{a}c} = \frac{Q_n}{q_n \cdot n_{e.m}} = \frac{0,441 \cdot 10^{-3} \cdot 60}{32 \cdot 10^{-6} \cdot 1450} = 0,57 \text{ (57\%)}$$

17. Hidrointiqalın hidromexaniki FİƏ  $\eta_{in hmex}$ :

$$\eta_{in hmex} = \frac{\eta_{in}}{\eta_{in h\acute{a}c}} = \frac{0,17}{0,57} = 0,30 \text{ (30\%)}$$

18. Hidrointiqalın ötürmə əmsalı  $i_{in}$ :

$$i_{in} = \frac{n_m q_m}{n_n q_n} = \frac{701 \cdot 0,0326}{1450 \cdot 0,0320} = 0,493,$$

Hesabların nəticəsində alınan qiymətlər cədvəl 2.8-də toplanıb.

**Drossellə tənzimlənməyən fırlanma hərəkətli  
həcmi hidravlik intiqalın sınağının nəticələri**

|    | Parametrlər                                                                | Qiymətlər             |
|----|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1  | Hidravlik intiqalın (hidromotorun) faydalı gücü $N_f$ , Vt                 | 386                   |
| 2  | Qidalandırıcı nasosun valındakı güc $N_{nv}$ , Vt.                         | 2120                  |
| 3  | Qidalandırıcı nasosun verimi $Q_n$ , m <sup>3</sup> /san                   | $0,441 \cdot 10^{-3}$ |
| 4  | Qidalandırıcı nasosun faydalı gücü $N_n$ , Vt                              | 1696                  |
| 5  | Qidalandırıcı nasosda güc itkisi $\Delta N_n$ , Vt                         | 424                   |
| 6  | Hidromotorun maye sərfi $Q_m$ , m <sup>3</sup> /san                        | $0,441 \cdot 10^{-3}$ |
| 7  | Hidromotorun işlətdiyi güc $N_m$ , Vt                                      | 1310                  |
| 8  | Hidromotorun valında fırladıcı moment, Nm                                  | 5,26                  |
| 9  | Hidromotorda güc itkisi $\Delta N_m$ , Vt                                  | 924                   |
| 10 | İşçi mayenin hidroxətlərdə güc itkisi $\Delta N_{xs}$ , Vt                 | 388                   |
| 11 | Tənzimləyici drosselin açılma dərəcəsi $\bar{x}$                           | 0                     |
| 12 | Tənzimləyici drosseldən axıdılan maye sərfi $Q_{dr}$ , m <sup>3</sup> /san | 0                     |
| 13 | Tənzimləyici drosselin hidroxətlərində güc itkisi $\Delta N_{x_{dr}}$ , Vt | 0                     |
| 14 | Hidravlik intiqalın güc balansının qiymətlər arası nisbi fərqi             | 0,092<br>(9,2%)       |
| 15 | Hidravlik intiqalın ümumi (tam) FİƏ $\eta_{ln}$                            | 0,17<br>(17%)         |
| 16 | Hidrointiqalın həcmi FİƏ $\eta_{ln \text{ həc}}$                           | 0,57<br>(57%)         |
| 17 | Hidrointiqalın hidromexaniki FİƏ $\eta_{ln \text{ hmex}}$                  | 0,30<br>(30%)         |
| 18 | Hidrointiqalın ötürmə əmsalı $i_{in}$                                      | 0,493                 |

### Fırlanma hərəkətli tənzimlənən həcmi hidravlik intiqal

**Məsələ 2.25.** 2.24 sayılı məsələdə göstərilən sınaq qurğusunda paralel drossellə tənzimlənən hidravlik motor həcmi hidravlik intiqalın drosselinin (6) açılma vəziyyəti üçün (drosselin açılma dərəcəsi  $\bar{x} \neq 0$ ) tədqiqatları yerinə yetirdikdə aşağıdakı nəticələr alınmışdır (cədvəl 2.9). (13 sayılı laboratoriya işinin [12] tənzimləyici drosselinin (6) müəyyən dərəcədə açılmış vəziyyətində ( $\bar{x} \neq 0$ ) hidravlik intiqalın sınaq təcrübəsi).

Cədvəl 2.9

#### Sınağın nəticələri

|    | Parametrlər                                                     | Qiymət                |
|----|-----------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1  | Elektrik şəbəkəsindəki gərginlik $U$ , V                        | 218                   |
| 2  | Elektrik mühərrikinin qidalandırıcı şiddəti $I$ , A             | 5,1                   |
| 3  | Elektrik mühərrikinin tələb etdiyi güc $N_{e.m}$ , Vt           | 2300                  |
| 4  | Qidalandırıcı nasosun (2) sorma təzyiqi $p_{ns}$ , MPa          | – 0,02                |
| 5  | Qidalandırıcı nasosun (2) vurma təzyiqi $p_{nv}$ , MPa          | 2,32                  |
| 6  | Diafraqmaya (9) girişdə mayenin təzyiqi $p_{d1}$ , MPa          | 0,096                 |
| 7  | Diafraqmadan (9) çıxışda mayenin təzyiqi $p_{d2}$ , MPa         | 0,002                 |
| 8  | Hidromotorun (11) girişində təzyiq $p_{mg}$ , MPa               | 2,02                  |
| 9  | Hidromotorun (11) çıxışında təzyiq $p_{mç}$ , MPa               | 0,24                  |
| 10 | Hidromotorun (11) və nasosun (15) dövrlər sayı $n_m$ , dövr/dəq | 515                   |
| 11 | Yükləyici nasosun (15) giriş təzyiqi $p'_{ng}$ , MPa            | – 0,01                |
| 12 | Yükləyici nasosun (15) çıxış təzyiqi $p'_{nç}$ , MPa            | 0,55                  |
| 13 | Yükləyici nasosun verimi $Q'_m$ , m <sup>3</sup> /san           | $0,275 \cdot 10^{-3}$ |

Fırlanma həcmi hidravlik intiqalının əsas parametrləri təyin olunmalı, o cümlədən;

- hidravlik intiqalın çıxış bəndinin (hidromotorun) hərəkət sürəti  $n$ , dövr/dəq;

- hidromotorun faydalı gücü  $N_f$ , Vt, işlətdiyi güc  $N_m$ , Vt, güc itkisi  $\Delta N_m$ , Vt;
- qidalandırıcı nasosun valındakı güc  $N_{nv}$ , Vt, verimi  $Q_n$ , m<sup>3</sup>/san faydalı gücü  $N_n$ , Vt, güc itkisi  $\Delta N_n$ , Vt
- işçi mayenin hidroxətlərdə güc itkisi  $\Delta N_x$ , Vt
- tənzimləyici drosselin açılma dərəcəsi  $\bar{x}$  və tənzimləyici drosselin hidroxətlərində güc itkisi  $\Delta N_{xdr}$ , Vt
- hidravlik intiqalın ümumi (tam)  $\eta_{in}$ , həcmi  $\eta_{inhac}$ , hidromexaniki FİƏ  $\eta_{in hmex}$ .

### Həlli:

a) *Yükləyici nasosa aid hesablamalar:*

1. Yükləyici nasosun diafraqmalı sərfölçən ilə təcrübədən tapılan verimi  $Q'_n = 0,275 \cdot 10^{-3}$  m<sup>3</sup>/san.

Digər tərəfdən:

$$(Q'_n)' = q'_n \cdot n'_n \cdot \eta'_{nhac} = 0,0325 \cdot 10^{-3} \frac{515}{60} 0,94 = 0,262 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{san}$$

Alınan qiymətlər arası nisbi fərq:

$$\delta = \frac{|Q'_n - (Q'_n)'|}{Q'_n} = \frac{|0,275 - 0,262|}{0,275} = 0,047 \leq 0,05.$$

2. Hidravlik intiqalın faydalı gücü (yükləyici nasosun valındakı güc)  $N_{inf} = N_{mv} = N'_{nv}$ , Vt:

$$N_{mv} = N'_{nv} = \frac{(p'_{nv} - p'_{ns}) Q'_n}{\eta'_n} = \frac{(0,55 + 0,01) \cdot 10^6 \cdot 0,275 \cdot 10^{-3}}{0,86} = 179 \text{ Vt}.$$

b) *Qidalandırıcı nasosa aid hesablamalar:*

3. Qidalandırıcı nasosunu hərəkətə gətirən elektrik mühərrikinin gücü, Vt:

$$N_{em} = \sqrt{3} I U = \sqrt{3} \cdot 6,1 \cdot 218 = 2303 \text{ Vt}.$$

4. Qidalandırıcı nasosun valındakı güc  $N_{nv}$ , Vt:

$$N_{nv} = N_{em} \cdot \eta_{em} \cdot \cos \varphi = 2303 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 1290 \text{ Vt}.$$

5. Qidalandırıcı nasosun verimini ventilin ( $\phi$ ) tam bağlı vəziyyətindəki kimi qəbul edirik:  $Q_n = 0,441 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{san}$  (məsələ 2.24).

6. Qidalandırıcı nasosun faydalı gücü  $N_n$ , Vt:

$$N_n = (p_{nv} - p_{nz}) \cdot Q_n = (2,32 + 0,02) 0,441 \cdot 10^{-3} = 1032 \text{ Vt.}$$

7. Qidalandırıcı nasosda güc itkisi  $\Delta N_n$ :

$$\Delta N_n = N_{nv} - N_n = (1 - \eta_n) N_{nv} = (1 - 0,8) \cdot 1290 = 258 \text{ Vt.}$$

c) Hidravlik mühərrikə aid hesablamalar:

8. Hidravlik mühərrikin maye sərfi  $Q_m$ ,  $\text{m}^3/\text{san}$ :

$$\begin{aligned} Q_m &= (1,05 \sqrt{p_{d1} - p_{d2}}) 10^{-3} = \\ &= (1,05 \sqrt{0,096 - 0,002}) 10^{-3} = 0,321 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{san.} \end{aligned}$$

Hidravlik mühərrikin maye sərfi digər tərəfdən,  $Q'_m$   $\text{m}^3/\text{san}$ :

$$\begin{aligned} Q'_m &= q'_m \cdot n'_m \cdot (1/\eta'_m \text{ həc}) = \\ &= 0,0326 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{515}{60} \cdot \left(\frac{1}{0,92}\right) = 0,304 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{san.} \end{aligned}$$

Alınan qiymətlər arasındakı nisbi fərq:

$$\delta = \frac{|Q_m - Q'_m|}{Q_m} = \frac{|0,321 - 0,304|}{0,321} = 0,053 \leq 0,10$$

9. Hidravlik mühərrikin valında fırladıcı moment:

$$M_m = \frac{N_{mv}}{2\pi \cdot n_m} = \frac{179 \cdot 60}{2 \cdot 3,14 \cdot 515} = 3,15 \text{ Nm.}$$

10. Hidravlik mühərrikdə istifadə olunan güc  $N_m$ , Vt:

$$N_m = Q_m (p_{mg} - p_{m\phi}) = 0,321 \cdot 10^{-3} (2,02 - 0,24) 10^6 = 570 \text{ Vt.}$$

11. Hidravlik mühərrikdə güc itkisi  $\Delta N_m$ , Vt

$$\Delta N_m = N_m - N_{mv} = 570 - 179 = 391 \text{ Vt.}$$



ç) Hidravlik xətlərə aid hesablamalar:

12. İşçi mayenin hidroxlərdə güc itkisi  $\Delta N_x$ , Vt:

$$\Delta N_x = \Delta N_{x1} + \Delta N_{x2} = [(p_{nv} - p_{mg}) + (p_{m\phi} - p_{at})] \cdot Q_a = \\ = [(2,32 - 2,02) + (0,24 - 0)] 10^6 \cdot 0,321 \cdot 10^{-3} = 173 \text{ Vt.}$$

13. Tənzimləyici drosseldən axıdılan maye sərfi  $Q_{dr}$ , m<sup>3</sup>/san :

$$Q_{dr} = Q_n - Q_m = (0,441 - 321) \cdot 10^{-3} = 0,120 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{san.}$$

14. Tənzimləyici drosselin açılma dərəcəsi  $\bar{x} = 0$

$$\bar{x} = \frac{Q_{dr}}{Q_n} = \frac{120}{441} = 0,27$$

15. Tənzimləyici drosselin hidroxlərində güc itkisi  $\Delta N_{x dr}$ , Vt:

$$\Delta N_{x dr} = (p_{nv} - p_{at}) \cdot Q_{dr} = (2,32 - 0) 10^6 \cdot 0,120 \cdot 10^{-3} = 278 \text{ Vt.}$$

d) Hidravlik intiqala bütövlükdə aid hesablamalar:

16. Hidravlik intiqalın güc balansını tərtib etmək üçün hidravlik intiqalda itkiləri nəzərə alıb qidalandırıcı nasosun valındakı gücünü  $N'_{nv}$  hesablayaq:

$$N'_{nv} = N_f + (\Delta N_n + \Delta N_m + \Delta N_x + \Delta N_{dr}) = \\ = 179 + (258 + 391 + 173 + 278) = 1279 \text{ Vt,}$$

və alınan qiyməti  $N_{nv} = N_{e.m} \cdot \eta_{e.m} \cdot \cos \varphi$  düsturdan tapılmış qiymətlə müqayisə edək:

$$\delta = \frac{|N_{nv} - N'_{nv}|}{N_{nv}} = \frac{|1290 - 1279|}{1290} = 0,01 \leq 0,10$$

Qiymətlər arası nisbi fərq  $\pm 10\%$ -dan azdır.

17. Hidravlik intiqalın ümumi (tam) FİƏ  $\eta_{in}$ :

$$\eta_{in} = \frac{N_{inf}}{N_{in}} = \frac{N_f}{N_{nv}} = \frac{179}{1290} = 0,14 \text{ (14\%) .}$$

18. Hidrointiqa $\lambda$ ın həcmi  $F\dot{\lambda}\Theta$  ((6) drosselinin tam baęlı halında)

$\eta_{in\ h c}$ :

$$\eta_{in\ h c} = \frac{Q_m}{q_n \cdot n_{e.m}} = \frac{0,120 \cdot 10^{-3} \cdot 60}{32 \cdot 10^{-6} \cdot 1450} = 0,18 \text{ (18\%)}.$$

19. Hidrointiqa $\lambda$ ın hidromexaniki  $F\dot{\lambda}\Theta$   $\eta_{in\ hmex}$ :

$$\eta_{in\ hmex} = \frac{\eta_{in}}{\eta_{in\ h c}} = \frac{0,14}{0,18} = 0,78 \text{ (78\%)}.$$

20. Hidrointiqa $\lambda$ ın ötürmə əmsalı  $i_{in}$ :

$$i_{in} = \frac{n_m q_m}{n_n q_n} = \frac{510 \cdot 0,0326}{1450 \cdot 0,0320} = 0,358.$$

Hesablamaların nəticəsində alınan qiymətlər cədvəl 2.10-da toplanıb.

**Drossellə tənzimlənən fırlanma hərəkətli  
həcmi hidravlik intiqalın sınağının nəticələri**

|    | Parametrlər                                                                | Qiymətlər             |
|----|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1  | Hidravlik intiqalın (hidromotorun) faydalı gücü $N_f$ , Vt                 | 179                   |
| 2  | Qidalandırıcı nasosun valındakı güc $N_{nv}$ , Vt.                         | 1290                  |
| 3  | Qidalandırıcı nasosun verimi $Q_m$ , m <sup>3</sup> /san                   | $0,441 \cdot 10^{-3}$ |
| 4  | Qidalandırıcı nasosun faydalı gücü $N_n$ , Vt                              | 1032                  |
| 5  | Qidalandırıcı nasosda güc itkisi $\Delta N_n$ , Vt                         | 258                   |
| 6  | Hidromotorun maye sərfi $Q_m$ , m <sup>3</sup> /san                        | $0,321 \cdot 10^{-3}$ |
| 7  | Hidromotorun işlətdiyi güc $N_m$ , Vt                                      | 570                   |
| 8  | Hidromotorun valında fırladıcı moment, Nm                                  | 3,15                  |
| 9  | Hidromotorda güc itkisi $\Delta N_m$ , Vt                                  | 391                   |
| 10 | İşçi mayenin hidroxətlərdə güc itkisi $\Delta N_{\kappa}$ , Vt             | 173                   |
| 11 | Tənzimləyici drosselin açılma dərəcəsi $\bar{x}$                           | 0,27                  |
| 12 | Tənzimləyici drosseldən axıdılan maye sərfi $Q_{dr}$ , m <sup>3</sup> /san | $0,120 \cdot 10^{-3}$ |
| 13 | Tənzimləyici drosselin hidroxətlərində güc itkisi $\Delta N_{x dr}$ , Vt   | 278                   |
| 14 | Hidravlik intiqalın güc balansının qiymətlər arası nisbi fərqi             | 0,01<br>(1,0%)        |
| 15 | Hidravlik intiqalın ümumi (tam) FİƏ $\eta_{in}$                            | 0,14<br>(14%)         |
| 16 | Hidrintiqalın həcmi FİƏ $\eta_{in hac}$                                    | 0,18<br>(18%)         |
| 17 | Hidrintiqalın hidromexaniki FİƏ $\eta_{in hmex}$                           | 0,78<br>(78%)         |
| 18 | Hidrintiqalın ötürmə əmsalı $i_{in}$                                       | 0,358                 |

### 3. MƏSƏLƏLƏR

**Məsələ 3.1.** Şəkildə drosselin ardıcıl qoşulduğu drosselli idarəetmənin sadələşdirilmiş sxemi göstərilmişdir. Sxemdə nasos 1, hidrosilindr 2, nizamlayıcı (tənzimləyici) drossel 3, axıtma klapanı 4 (paylayıcı sxemdə göstərilmişdir). Ştokuna  $F = 1000$  N qüvvə tətbiq olunmuş porşeni sağa  $v_p = 0,1$  m/san sürətilə hərəkət etdirmək üçün hidrosilindrin sol tərəfinə vurulan mayenin ( $\rho = 1000$  kq/m<sup>3</sup>),  $p$  təzyiqin təyin etməli. Drosselin yerli müqavimət əmsalı  $\xi_d = 10$  və boru kəmərindeki sürtünmə və digər yerli hidravliki müqavimətlər nəzərə alınmır. Porşenin diametri  $D_p = 60$  mm, ştokun diametri  $d_s = 30$  mm, borunun diametri  $d_o = 6$  mm-dir.

Cavab:  $p = 0,566$  MPa

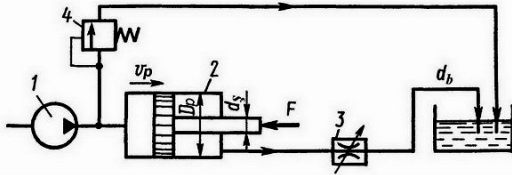
**Məsələ 3.2.** Şəkildə irəliləmə hərəkətli, çıxış bəndinin (ştokun) sürətini drossellə tənzimləyən həcmi intiqalın sadələşmiş sxemi göstərilir; burada nasos 1, tənzimləyici drossel 2-dir. Hidrosilindrin ştoku 3  $F = 1200$  N qüvvə ilə yüklənib; porşenin diametri  $D = 40$  mm-dir. Qoruyucu klapan 4 bağlıdır. Drosselin açılışı  $S = 0,05$  sm<sup>2</sup> sahəli dəlik sahəsinə bərabər, sərf əmsalı  $\mu_d = 0,62$  olduqda nasosun çıxışındakı təzyiqi və porşenin sürətini təyin etməli. Nasosun verimi  $Q = 0,5$  dm<sup>3</sup>/san, mayenin sıxlığı  $\rho = 900$  kq/m<sup>3</sup>. Boru kəmərindeki basqı itkiləri nəzərə alınmır.

Cavab:  $p_n = 0,978$  MPa;  $v_p = 0,28$  m/san.

**Məsələ 3.3.** Uzunluğu  $l = 100$  m, diametri  $d = 30$  mm olan boru kəməri ilə özlülüyü  $\nu = 0,2$  St və sıxlığı  $\rho = 900$  kq/m<sup>3</sup> olan işçi maye yük hidroakkumulyatoru ilə presin silindrinə verilir. Akkumulyatorun yükü  $G = 380$  kN; porşenin diametri  $D_1 = 220$  mm-dir. Presləmə qüvvəsi  $F = 650$  kN, plunjerin diametri  $D_2 = 300$  mm olduqda plunjerin sürətini təyin etməli. Boruda mayenin hərəkət rejiminin laminar qəbul etməli. Plunjerin çəkisi nəzərə alınmır.

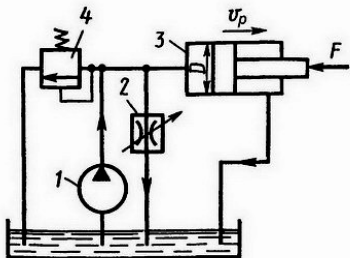
Cavab:  $v = 0,122$  m/san.

**Məsələ 3.4.** Hidrosilindrin ştokuna tətbiq olunan qüvvə  $F = 10$  kN, porşenin sürəti  $Q_p = 0,1$  m/san olan hidrosilindrə maye vuran nasosun təzyiqi və verimini təyin etməli. Uzunluğu  $l = 8$  m, diametri  $d = 14$  mm

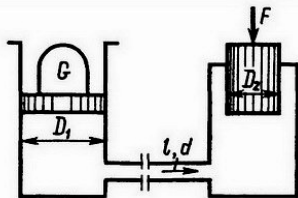


3.1 məsələyə aid

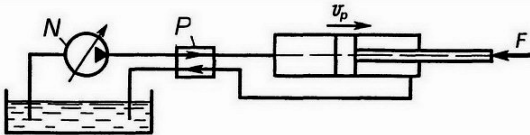
|  |                                 |  |                                        |
|--|---------------------------------|--|----------------------------------------|
|  | Tənzimlənməyən birtəsirli nasos |  | İkitəsirli bir şoklu hidravlik silindr |
|  | Tənzimlənən qoruyucu klapan     |  | Tənzimlənən drossel                    |



3.2 məsələyə aid



3.3 məsələyə aid



2.4 məsələyə aid

|                                                                                   |                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
|  | Tənzimlənən<br>birtəsirli nasos              |
|  | Atmosfer altında<br>hidravlik tutum          |
|  | İkitəsirli bir<br>şoklu hidravlik<br>silindr |

olan boru kəmərinəki sürtünməyə sərf edilən təzyiq itkisini nəzərə almalı. Paylayıcının hər kanalının müqaviməti uzunluğu  $l_1 = 100 \text{ d}$  olan kəmərin müqavimətinə ekvivalentdir.

Porşenin diametri  $D = 100 \text{ mm}$ , ştokun en kəsiyi nəzərə alınmır. Mayenin özlülüyü  $\nu = 1 \text{ St}$ , sıxlığı  $\rho = 900 \text{ kq/m}^3$ -dir.

Cavab:  $p_n = 2,13 \text{ MPa}$ ;  $Q_n = 0,785 \text{ dm}^3/\text{san}$ .

**Məsələ 3.5.**  $G$  yükünü  $v = 0,15 \text{ m/san}$  sürətlə qaldırılması diametrləri  $D = 100 \text{ mm}$  olan iki hidrosilindrlərlə yerinə yetirilir. Yük simmetriya oxuna nisbətən ehtəyər yükləndirilmişdir ki, bu zaman  $I$ -ci silindrin ştokuna  $F_1 = 6 \text{ kN}$ ,  $II$ -ci silindrin ştokuna isə  $5 \text{ kN}$  qüvvə təsir edir. Drosselin yerli müqavimət əmsalının hansı qiymətində yük platforması üfqi vəziyyətdə qaldırılabilir?

Boru kəmərinin diametri  $d = 10 \text{ mm}$ , mayenin sıxlığı  $\rho = 900 \text{ kq/m}^3$ . Sürtünmə hidravlik müqaviməti nəzərə alınmır.

Cavab:  $\zeta = 1,24$

**Məsələ 3.6.** En kəşik sahələri eyni  $S_0 = 5 \text{ sm}^2$  olan porşenlərin  $v_1$  və  $v_2$  sürətlərini, ştoklara tətbiq olunmuş qüvvələrin  $F_1 = 1 \text{ kN}$  və  $F_2 = 0,9 \text{ kN}$  qiymətlərinə görə təyin etməli.  $M$  nöqtəsindən nasosun qəbul çəninə qədər boru kəmərlərinin hər birinin uzunluğu  $l = 5 \text{ m}$ , diametri  $d = 10 \text{ mm}$ ; nasosun verimi  $Q = 0,2 \text{ dm}^3/\text{san}$ . Mayenin özlülüyü  $\nu = 1 \text{ St}$ , sıxlığı  $\rho = 900 \text{ kq/m}^3$ -dir.

Cavab:  $v_1 = 9,4 \text{ sm/san}$ ;  $v_2 = 31,6 \text{ sm/san}$ .

**Məsələ 3.7.** Güc hidrosilindrinin magistralında yerləşən paylayıcısında  $\Delta p$  təzyiq düşküünü təyin etməli. Porşenin diametri  $D = 60 \text{ mm}$ , ştokun diametri  $d = 30 \text{ mm}$ . Paylayıcının girişində maye sərfi  $Q = 0,314 \text{ dm}^3/\text{san}$ , ştoka  $F = 16 \text{ kN}$  qüvvə təsir edir. Mağistralın  $l_1$  və  $l_2$  hissələri bərabər olub,  $l_1 = l_2 = 8 \text{ m}$ ; boru kəmərinin diametri  $d = 10 \text{ mm}$ , sıxlıq  $\rho = 850 \text{ kq/m}^3$ , özlülük  $\nu = 1 \text{ St}$ -dur.

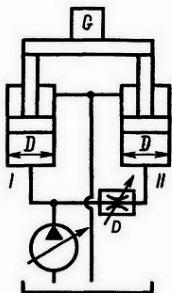
**Göstəriş:** 1. Hidrosilindrdəki  $\Delta p$  təzyiq düşküsi  $F$  qüvvəsinin porşenin vurma tərəfdən en kəşik sahəsinə nisbəti kimi təyin edilir.

2. Hidrosilindrə gələn və ondan gedən magistrallarda sürət eyni olmur.

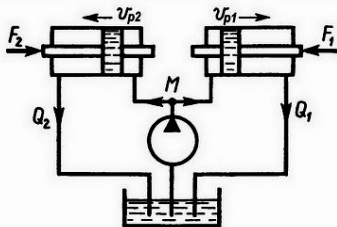
Cavab:  $\Delta p_1 = 9,34 \text{ MPa}$ .

**Məsələ 3.8.** Süzgecdən keçən mayenin miqdarını (nasosun veriminə nisbətən faiz ilə) təyin etməli; nasosun işçi həcmi  $q_1 = 30 \text{ sm}^3$ , dövrlər sayı





3.5 məsələyə aid



3.6 məsələyə aid

$n = 2000$  dövr/dəq; hidromotorun işçi həcmi  $q_2 = 50 \text{ sm}^3$ , onun valındakı moment  $M_2 = 5 \text{ Nm}$ . Hidromaşınların həcmi və mexaniki FIƏ-ları  $\eta_{hac} = \eta_{mex} = 0,9$ -dur. İşçi mayenin sıxlığı  $\rho = 900 \text{ kq/m}^3$ ; özlülük  $\nu = 0,4 \text{ St}$ ; boru kəmərinin diametri  $d_b = 10 \text{ mm}$ , süzgəc üçün ekvivalent uzunluq  $l_e = 7000 d_b$ -dir. Kəmərdəki sürtünmə itkiləri nəzərə alınmır. Hidromühərrikin dövrlər sayı bu zaman neçədir?

Cavab:  $Q_2 = 0,0074 Q_n$ ;  $n = 900$  dövr/dəq.

**Məsələ 3.9.** Axının həcmi bölüşdürücüsü iki rotorlu maşından ibarət olub, ümumi vala malikdir.  $p_1 = 10 \text{ MPa}$ ,  $p_2 = 1 \text{ MPa}$ , hidromaşınların FIƏ-ları  $\eta = 0,95$  qiymətlərinə görə bölüşdürücünün girişdəki  $p_0$  təzyiqini tapmalı. Paralel xətlərdəki  $Q_1$  və  $Q_2$  sərfələrinin nisbətini tapmalı (bu hidromaşınlardakı həcmi itkilərin təsirindən, vahiddən kiçik olacaq). Həcmi FIƏ-larının təzyiq düşküsündən xətti asılı olduğu və bunun  $\Delta p = 10 \text{ MPa}$ -da  $\eta_{hac} = 0,9$  olduğunu qəbul etməli.

Cavab:  $Q_1/Q_2 = 0,902$ ;  $p_0 = 5,73 \text{ MPa}$ .

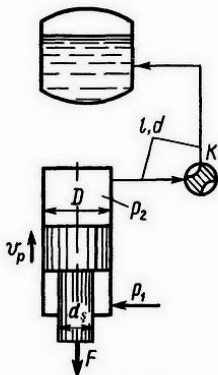
**Məsələ 3.10.** Hidromühərrikin çıxış valında  $M = 50 \text{ Nm}$  momenti və  $\omega_2 = 200 \text{ san}^{-1}$  bucaq sürətini təmin edən hidroötürmə hidromaşınlarının minimal işçi həcmələrini təyin etməli. Nasosun bucaq sürəti  $\omega_1 = 300 \text{ san}^{-1}$ , qoruyucu klapanın işə düşmə təzyiqi  $p_{kl} = 15 \text{ MPa}$ . Hidromaşınların həcmi FIƏ-nı  $\eta_{hac} = 0,95$ , mexaniki FIƏ-nı  $\eta_{mex} = 0,92$  qəbul etməli. Bu zaman nasosun işlətdiyi güc neçədir?

Cavab:  $q_1 = 16,8 \text{ sm}^3$ ;  $q_2 = 22,8 \text{ sm}^3$ ;  $N = 13,1 \text{ kVt}$ .

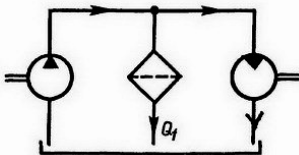
**Məsələ 3.11.** Drosselin en kəskin sahəsinin hansı qiymətində hidromühərriklərin sürətləri eyni olacaq? Nasosun işçi həcmi  $q_1 = 56 \text{ sm}^3$ , dövrlər sayı  $n = 3000$  dövr/dəq, hidromühərriklərin işçi həcmələri  $q_3 = 12 \text{ sm}^3$ ,  $q_4 = 28 \text{ sm}^3$ , onların vallarındakı momentlər  $M_3 = 20 \text{ Nm}$ ;  $M_4 = 40 \text{ Nm}$ ; hidromaşınların mexaniki və həcmi FIƏ-ları  $\eta_{mex} = \eta_{hac} = 0,95$ ; işçi mayenin sıxlığı  $\rho = 900 \text{ kq/m}^3$ ; drosselin sərf əmsalı  $\mu = 0,85$  qiymətləri verilir. Boru kəmərinə müqavimətlər nəzərə alınmır.

Cavab:  $S_d = 0,265 \text{ sm}^2$ .

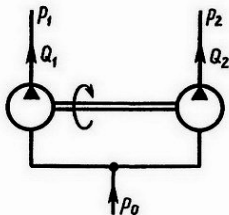
**Məsələ 3.12.** Nasosdan 1, axıtma klapanı 2, paylayıcı 3 və hidrosilindrdən 4 ibarət hidrosistemin sxemi şəkildə göstərilir.  $F = 20 \text{ kN}$  yükləmədə hidrosilindrin ştokunun sürətini təyin etməli. Nasosun işçi həcmi  $q = 32 \text{ sm}^3$ , bucaq sürəti  $\omega = 200 \text{ san}^{-1}$ ,  $p = 8 \text{ MPa}$  olduqda həcmi



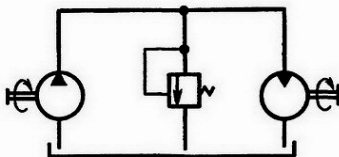
3.7 məsələyə aid



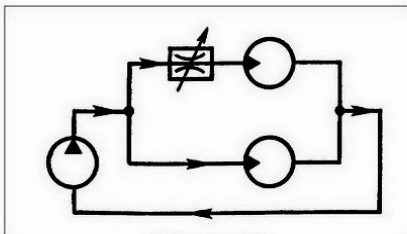
3.8 məsələyə aid



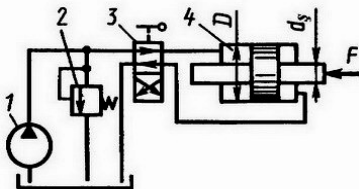
3.9 məsələyə aid



3.10 məsələyə aid



3.11 məsələyə aid



3.12 məsələyə aid

Flə  $\eta_{n\text{ həc}} = 0,96$ , maksimum təzyiq  $p_{\max} = 7$  MPa, axıtma klapanının açılma təzyiqi  $p_{kl} = 5$  MPa, boru kəmərlərinin ümumi uzunluğu  $l = 6$  m, kəmərin diametri  $d = 10$  mm, paylayıcının hər kanalının uzunluğu  $l_b = 200$  d, porşenin diametri  $D = 80$  mm, ştokun diametri  $d_s = 30$  mm, işçi mayenin sıxlığı  $\rho = 900$  kq/m<sup>3</sup>, özlülük  $\nu = 4,0$  St.

Cavab:  $v = 0,158$  m/san.

**Məsələ 3.13.** Hidrointiqaalın basqı xəttində yerləşən və hidrosilindr porşenin hərəkəti zamanı axının silindrdə  $l$  kəsilməməzliyini (kavitasiasız) təmin edən drossel şaybasının minimal  $d$  diametrini təyin etməli. Porşenin hərəkəti ancaq ştoka təsir edən  $F = 20$  kN yükünün təsiri ilə olur. Nasosun təzyiqi  $p_N = 15$  MPa, çıxışdakı təzyiq  $p_O = 1,5$  MPa; doymuş buxarların təzyiqi  $p_{d.b.} = 0,01$  MPa. Silindrin diametri  $D = 50$  mm, ştokun diametri  $d_s = 30$  mm, drossel şaybasının diametri  $d_{dr} = 1,5$  mm-dir. Drossel şaybasının sərf əmsalı  $\mu = 0,64$ . Mayenin sıxlığı  $\rho = 900$  kq/m<sup>3</sup>-dur.

Cavab:  $d_I = 1,87$  mm

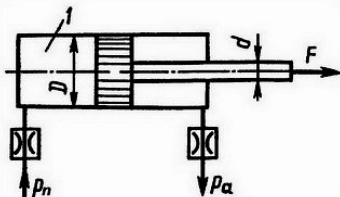
**Məsələ 3.14.** Sabit təzyiqli, vurulma təzyiqi  $p_q = 25$  MPa, axıtma təzyiqi  $p_a = 1$  MPa olan hidrointiqaal sistemindəki porşenin sürəti, vurma və sorma xətlərində yerləşdirilmiş sinxron açılan eyni diametrlı drossellərlə nizamlanır. Hidrosilindrin minimal diametri, drossellərin açılış sahəsi və porşenin yüksüz gedişdəki sürətini aşağıdakı şərtlər daxilində təyin etməli: porşenin ştokunun dəf edəcəyi yük  $F = 35$  kN, porşenin sürəti  $q_p = 150$  mm/san. Mayenin sıxlığı  $\rho = 850$  kq/m<sup>3</sup>, ştokun diametri  $d = 40$  mm, drossellərin sərf əmsalı  $\mu = 0,64$ .

Cavab:  $D = 75$  mm;  $S_{dr} = 5,2$  mm<sup>2</sup>;  $v_o = 0,258$  m/san.

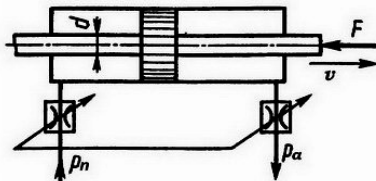
**Məsələ 3.15.** Həlqəvi rezin kippkəcin hansı dağılma uzunluğunda  $b$  (qövs üzrə)  $p_n$  təzyiqini  $l$  fəzasına verdikdə porşen sağa hərəkət etməyə başlayır. Drosseldəki dəliyin diametri  $d_{dr} = 1,2$  mm;  $p_q = 21$  MPa;  $p_o = 0,8$  MPa;  $\rho = 850$  kq/m<sup>3</sup>;  $\nu = 0,2$  sm<sup>2</sup>/san;  $d_1 = d_2 = 7$  mm, porşen və silindr arasındakı aralıq  $\delta = 0,1$  mm;  $D = 50$  mm;  $d = 30$  mm. Porşenin silindr daxilində eksentriksis (koaksial) olaraq yerləşdiyini qəbul etməli.

**Göstəriş:** Porşenin sağa hərəkəti  $\delta$  aralığı və drosselin də axının müəyyən bir nisbətə drossellənməsi və həcmnin porşenin en kəsiyinin sağ və sol tərəflərdə fərqli olmasından başlaya bilər.

Cavab:  $b = 18$  mm.



3.13 məsələyə aid



3.14 məsələyə aid

**Məsələ 3.16.** İşçi orqanların hidroiqtılının manipulyatoru  $A$  detalının işlənməsi prosesini təmin edir. İşçi orqanların iqtılalı en kəsik sahələri eyni  $S = 40 \text{ sm}^2$  olan üç  $1, 2, 3$  hidrosilindrləri vasitəsilə başa çatdırılır. Texnoloji prosesin bir sikli yerinə yetirilərkən hidrosilindrlərin ştokları sikloqramda göstərilədiyi gedişləri etməlidirlər. Hidroakkumulyator və nasosun sabit verimi vasitəsilə hidrosilindrlər işçi maye ilə qidalanırlar. Manipulyatorun normal işinin yol verilən təzyiqləri  $p_{\max} = 21 \text{ MPa}$ ,  $p_{\min} = 15 \text{ MPa}$  olarsa, nasosun minimal verimi və akkumulyatorun hava hissəsinin həcmi təyin etməli. Hidroakkumulyatorla qazın genişlənməsini izotermik qəbul etməli. Hidravlik sistemdə təzyiqin dəyişməsi qrafikini qurmali.

**Məsələ 3.17.** Hidrosilindrin ştokuna az yük təsir etdikdə, hidroiqtıl sistemində vurma təzyiqinin  $p_{\min}$ -dən aşağı düşməsinin qarşısını almaq üçün hidrosilindrə girişdə sərf məhdudlaşdırıcısı qoyulmuşdur. İşləmə şərtinin aşağıdakı qiymətləri üçün məhdudlaşdırıcının zolotnikinin yayının  $C_y$  sərtliyini təyin etməli. Hidrosilindrin ştokuna təsir edən yük  $F = 50 \text{ kN}$ ; ştokun yük altında yerdəyişmə sürəti  $v = 100 \text{ mm/san}$ , vurma təzyiqi  $p_q = 13 \text{ MPa}$ .

Hidrosilindrin ölçüləri:  $D = 90 \text{ mm}$ , ştok  $d_s = 10 \text{ mm}$ .

Hidrosistemdə  $p_{\min} = 10 \text{ MPa}$  olduqda zolotnik gilində olan iki düzbucaqlı pəncərənin eni  $b = 3 \text{ mm}$  olub, açılması  $X_p = 2,5 \text{ mm-dir}$ ; axım xəttindəki drosselin diametri  $d_{dr} = 3 \text{ mm}$ , işçi mayenin sıxlığı  $\rho = 850 \text{ kq/m}^3$ -dir.

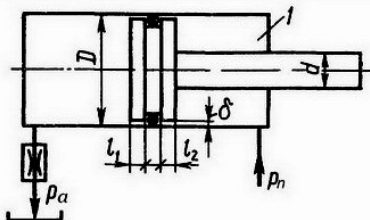
Cavab:  $C_y = 95 \text{ N/mm}$ ;  $S_d = 5,2 \text{ mm}^2$ ;  $v_0 = 0,27 \text{ m/san}$ ;  $v_3 = 0,15 \text{ m/san}$ ;  $X_p = 4,4 \text{ sm}$ .

**Məsələ 3.18.** Avtomobilin hidravlik sistemində yağ nasos vasitəsilə qaldırıcının güc hidrosilindrinə vurulur. Porşenlərin  $v_1$  və  $v_2$  yerdəyişmə sürətlərində porşenlərə tətbiq olunan  $F_1$  və  $F_2$  yüklərini qiymətlərinə və nasosun  $p_n = f(Q)$  xarakteristikasına görə təyin etməli. Porşenlərin ölçüləri verilir. Hesablamada borulardakı hidravliki müqavimətləri və  $I$  paylayıcının hər kanalındakı  $l_{ekv}$  ekvivalent uzunluqla əvəz edilmiş yerli müqaviməti nəzərə alınmalı. Məsələnin həllində aşağıdakı verilənlərdən istifadə etməli:

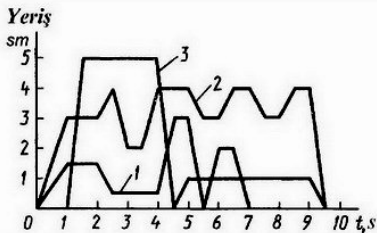
$F_1 = F_2 = 12 \text{ kN}$ ;  $D = 80 \text{ mm}$ ;  $d_s = 40 \text{ mm}$ ;  $l_1 = 1 \text{ m}$ ;  $d_1 = 10 \text{ mm}$ ;  $l_2 = 8 \text{ m}$ ;  $d_2 = 10 \text{ mm}$ ;  $v = 0,4 \text{ St}$ ;  $l_2 = 10 \text{ d}$ ;  $\rho = 900 \text{ kq/m}^3$ .

Nasosun xarakteristikası:

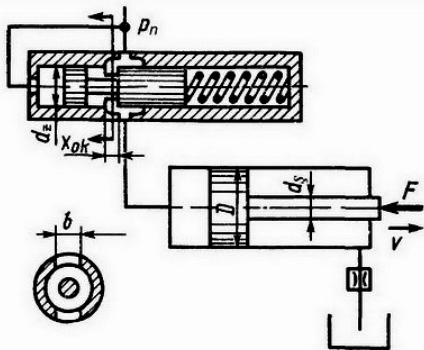




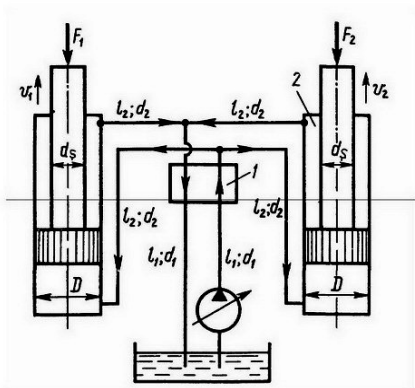
3.15 məsələyə aid



3.16 məsələyə aid



3.17 məsələyə aid



3.18 məsələyə aid

|                 |     |     |     |
|-----------------|-----|-----|-----|
| $Q, \text{l/s}$ | 0   | 0,6 | 0,7 |
| $p, \text{MPa}$ | 4,5 | 3,5 | 0   |

**Məsələ 3.19.** Avtomobilin hidravlik tormoz sistemində ayaq pedalına təsir edən  $F$  qüvvəsinin çarxların tormozlarına ötürülməsi 1 porşenin, 2 baş tormoz silindrindən sıxışdırılıb çıxardığı mayenin borularda 3 qabaq və 4 dal çarxlarının tormoz silindrlərinə verilməsi ilə olur.

Tormozlamanın 1-ci etpında işçi silindrlərin porşenlərinin gedişində tormoz qəliblərlə baraban arası tutulur. 2-ci etapda sistemlərdə maye sıxılır, təzyiqin sistemdə bərabərləşməsi və qəliblərin barabana sıxılması baş verir. Silindrlərin diametrləri eynidir.

Təyin etməli:

1) qabaq və dal çarxların tormoz silindrlərinin porşenlərinin  $v_1$  və  $v_2$  sürətlərini;

2) pedalın sistemdəki tormoz mayesinin elastik sıxılmasını təmin edən gediş yolunu təyin etməli;

Verilir:  $F = 500 \text{ N}$ ,  $d_o = 22 \text{ mm}$ ,  $b = 5$ ,  $l_1 = 2 \text{ m}$ ,  $d_1 = 4 \text{ mm}$ ,  $l_2 = 3 \text{ m}$ ,  $d_3 = 5 \text{ mm}$ ,  $l_3 = 4 \text{ mm}$ ,  $Q = 0,5 \text{ l}$ ;  $\rho = 900 \text{ kq/m}^3$ ;  $\nu = 1 \text{ St}$ , mayenin elastiklik modulu  $K = 1000 \text{ MPa}$ .

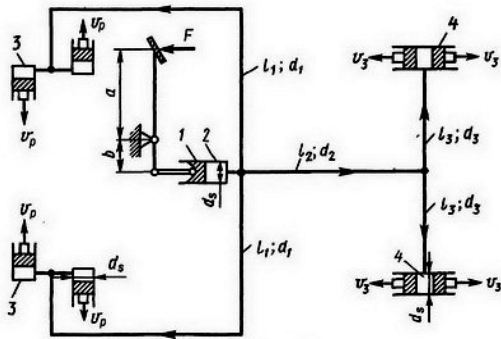
Cavab:  $v_p = 0,27 \text{ m/san}$ ;  $v_3 = 0,15 \text{ m/san}$ ;  $x_p = 4,4 \text{ sm}$ .

**Məsələ 3.20.** Hidravlik press qurğusunda 1 nasosu mayeni 2 qabından sorub, 3 iki vəsiyyətlı paylayıcısının gah presləmənin 4 işçi silindrlərinə (paylayıcının vəziyyəti  $A$ ), gah da presin hərəkət edən 7 alətinin travers və plunjerlə birlikdə qaldırılmasında 5 və 6 qaytarma silindrlərinə (paylayıcının vəziyyəti  $B$ ) vurur. Presləmənin  $F = 900 \text{ kN}$  qüvvəsi və pressin hərəkət edən hissələrinin  $G = 50 \text{ kN}$  ağırlığının qaldırılması zamanı nasosun yaratdığı təzyiqi və plunjerlərin sürətlərini təyin etməli. Plunjerlərin və boruların ölçüləri aşağıdakılardır:  $D_1 = 400 \text{ mm}$ ;  $D_2 = 280 \text{ mm}$ ;  $l_1 = l_3 = 10 \text{ m}$ ;  $l_2 = 2 \text{ m}$ ;  $d_1 = d_3 = 25 \text{ mm}$ ;  $d_2 = 16 \text{ m}$ . Nasosun  $p = f(Q)$  xarakteristikası verilir. Özlülük  $\nu = 0,5 \text{ st}$ , sıxlıq  $\rho = 900 \text{ kq/m}^3$ , paylayıcın hər bir kanalının uzunluğu  $l_b = 100 d$  olan boruya ekvivalentdir.

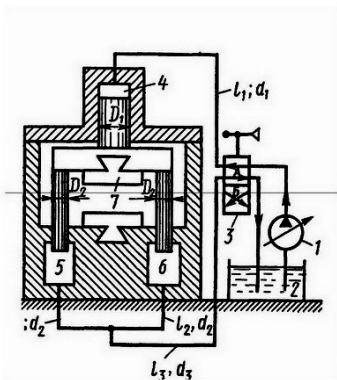
Nasosun xarakteristikası

|                             |     |     |      |
|-----------------------------|-----|-----|------|
| $Q, \text{dm}^3/\text{san}$ | 0   | 11  | 12,5 |
| $p, \text{MPa}$             | 8,0 | 7,0 | 0    |

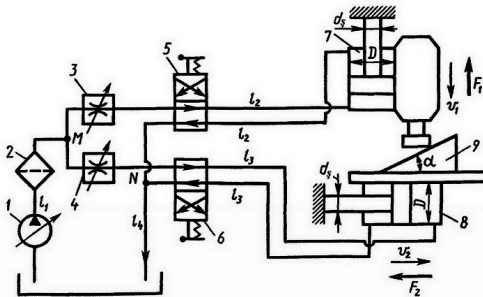
**Məsələ 3.21.** Frezer dəzgahının hidrointiqalı sistemində 1 nasosu ilə yağ ( $\rho = 900 \text{ kq/m}^3$ ) süzgəc 2, nizamlanan 3 və 4 drosselləri, 5 və 6



3.19 məsələyə aid



3.20 məsələyə aid



3.21 məsələyə aid

paylayıcılardan 7 və 8 hidrosilindrlərinə vurulur ki, bunlarla frezer başlığının və masanın verisi yaradılır, 9 detalının işlənilməsi bucağı  $\alpha$ , frezer başlığının  $v_1$  və masanın  $v_2$  sürətlərinin nisbətindən təyin edilir. Nasosun istifadə etdiyi gücü və  $\alpha$  işlənilmə bucağını kəsmə gücünün  $F = 5$  kN və  $F_2 = 4$  kN, porşenlərin diametrlərinin  $D = 60$  mm, ştokların diametrlərinin  $d_s = 40$  mm, bütün borularda  $d = 8$  mm, uzunluqlar  $l = 4$  m,  $l_2 = l_3 = 8$  m,  $l_4 = 4$  m qiymətlərinə görə təyin etməli. 2 süzgəcin və 5, 6 paylayıcılarının yerli müqavimətlərini  $l_s = 200$  d,  $l_b = 100$  ekvivalent uzunluqları ilə əvəz etməli. Hərəkət rejimi laminardır, özlülük  $\nu = 0,4$  St. 3 və 4 drossellərinin yerli müqavimət əmsalları  $\zeta_{dr} = 8$ -dir. 3 drosselinin işlək en kəsiyi  $S_{dr} = 10$  mm<sup>2</sup>, 4 drosselinin  $S_{dr4} = 6$  mm<sup>2</sup>. Nasosun FI $\Theta$   $\eta = 0,85$ .

Nasosun xarakteristikası:

|                             |     |      |     |
|-----------------------------|-----|------|-----|
| $Q, \text{dm}^3/\text{san}$ | 0   | 0,27 | 0,3 |
| $p, \text{MPa}$             | 2,5 | 2,3  | 0   |

**Göstəriş:** Məsələ graf-analitik üsulla həll edilir.

**Məsələ 3.22.** Metalkəsen dəzgah masasının borusuna **veriş sisteminin** 1 nasosu 2 qabındakı yağı ( $\rho = 900$  kq/m<sup>3</sup>), 3 süzgəci və 4 paylayıcı gövdəsi 5 masası ilə sort əlaqələndirilmiş 4 silindrinə vurur. Masa hərəkətinin sürəti 6 xətti vintvari drosselin dəstənin yerini dəyişməklə dəyişdirilir, yerdəyişmənin istiqaməti 4 paylayıcısından vəziyyətindən asılıdır (4 vəziyyətini qəbul etməli). Bütün borularda hərəkət rejimi laminardır. Dəstənin yerdəyişməsinin  $X$  qiyməti və nasosun gücünü aşağıdakı qiymətlərə görə təyin etməli: nasosun  $Q = f(p_N)$  xarakteristikası, masanın hərəkətinin sürəti  $Q = 2$  m/san, kəsmə qüvvəsi  $F_1 = 5$  N. Silindrin diametri  $d = 50$  mm, ştokun diametri  $d = 25$  mm, boru kəmərinin diametri  $d = 6$  mm, uzunluqlar  $l_1 = 3$  m,  $l_2 = l_3 = 2$  m,  $l_4 = 3$  m,  $l_2 = 400$  d,  $G = 1000$  N,  $l_b = 100$  m,  $\nu = 0,3$  St (sm<sup>2</sup>/san), nasosun FI $\Theta$   $\eta = 0,85$ .

Paylayıcının hər bir kanalının müqaviməti  $l_b$ , süzgəcinki  $l_s$ , drosselin  $l_{dr} = \beta X$  ekvivalent uzunluqları ilə ifadə edilmişdir ( $\beta$  mütənasiblik əmsalı).

Nasosun xarakteristikası:

|                             |     |     |      |
|-----------------------------|-----|-----|------|
| $Q, \text{dm}^3/\text{san}$ | 0   | 0,1 | 0,11 |
| $p, \text{MPa}$             | 4,0 | 3,0 | 0    |

**Göstəriş:** 1.  $p - Q$  koordinatlarında nasosun xarakteristikasını qurmali. Bu xarakteristikada 1 nasosundan  $M$  budaqlanma nöqtəsində olan boru kəmərinin isə xarakteristikasını qurmali, sonra isə bunun ordinatlarını nasosun xarakteristikasının





ordinatlarından çıxmalı 2 güc hidrosilindri yerləşən ( $M$  nöqtəsindən  $A$  qabına qədər) boru kəməri budağının xarakteristikasını hidrosilindrəki təzyiq düşküünü nəzərə almaqla qurmalı.

3. Masanın sürətinə əsasən hidrosilindrə vurulan mayenin sərfini təyin etməli, sonradan hidrosilindr yerləşən budağın və nasosun xarakteristikalarından istifadə edərək nasosun verimini və  $Q_d$  drosseldən keçən sərfi təyin etməli.

4.  $Q_n$ -ə görə nasosun  $p_n$  təzyiqini (işçi nöqtə), həmçinin sistemin budaqlarındakı (drossel və silindr budaqları) təzyiq itkilərini təyin etməli:

Sonuncu drossel budağının müqavimətini  $K_d$  təyin etməyə imkan verir:  $\Sigma p_2 = K_d \cdot Q_d$ .  $K_d$ -ə əsasən drosselin müqavimətinin ekvivalent uzunluğu  $l_d$  və dəstənin  $X$  yerdəyişməsi təyin edilir.

**Məsələ 3.23.** Metalın formaları hissə-hissə (porsiyalarla) tökülməsi hidrointiqalının kovşun mailliyi mexanizmindəki 1 nasosu 2 paylayıcısından yağ 3 güc hidrosilindrinin sol tərəfinə vurub, onun porşenini hərəkətə gətirərək maillik yaradır. 3 silindrinin sağ tərəfindən sıxışdırılan yağ 4 dozatorunun sağ tərəfindən daxil olub, onun sola, dayağa söykənənəddək itələyir. Dayaqlanma momentində 2 paylayıcısının zolotniki sol vəziyyətdə dönür. Bu zaman yağın 3 silindrinin sağ tərəfinə verilməsi ilə kovşun mailliyi azalır, nəticədə lülə kəsilir. Bu zaman silindrinin sol tərəfindən sıxışdırılan yağ dozatorun porşenini sağa itələyir. Bu porşen öz gedişinin sonunda 2 paylayıcısının zolotnikini sağ vəziyyətə döndərir. Sonra tsikl təkrar olunur. 1 nasosunun yaratdığı təzyiq və onun sərf etdiyi gücü əsas silindr porşeninin sağa və dozator porşeninin sola hərəkət etməsi halları üçün hesablamalı. Aşağıdakı qiymətlər məlumdur:  $F_1 = 5$  kN,  $F_2 = 0,10$  kN, porşen və ştokların ölçüləri:  $D_1 = 50$  mm,  $d_1 = 25$  mm,  $D_2 = 40$  mm,  $d_2 = 20$  mm,  $l_1 = l_4 = 2$  m,  $l_2 = l_3 = 3$  m,  $d = 10$  mm, nasosun verimi  $Q = 0,25$  dm<sup>3</sup>/san; onun FIƏ  $\eta = 0,85$ . Paylayıcının müqaviməti nəzərə alınmır. Yağın göstəriciləri  $\rho = 900$  kq/m<sup>3</sup>,  $\nu = 0,3$  st.

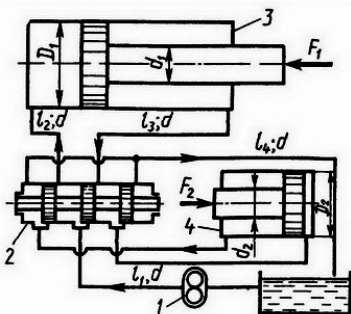
**Göstəriş:** 1. Hidrointiqalın sxemində əsasən, müxtəlif hissələrdə müxtəlif sərfərin olduğunu nəzərdə tutub, axıtma xəttindən başlayaraq, 4 kəmər hissələri,  $l_1, l_2, l_3$  və  $l_4$  uzunluqları üçün təzyiq itkilərini hesablamalı. Paylayıcı ilə dozator arasındakı hissədə basqı itkisini nəzərə almalı.

2. Dozator porşeninin müvazinət tənliyini qurub, dozatorun güc silindrinə birləşən tərəfindəki təzyiqi təyin etməli.

3. Güc silindri porşeninin müvazinət tənliyini qurub, güc silindrinin nasosun basqı xətti ilə birləşən tərəfindəki təzyiqi təyin etməli.

4. Nasosun yaratdığı təzyiqi və onun sərf etdiyi gücü təyin etməli.

Cavab:  $p_n = 2,8$  MPa;  $N = 0,825$  kVt.



3.23 məsələyə aid

**Məsələ 3.24.** Artırılmış keçiciliyi olan avtomobil, sxemdə göstərilmiş hidrosistem vasitəsilə (yerə) enib, qalxa bilən 4 əlavə aparıcı çarxa malik olur. Sistem 1 nasosu və 2 qoruyucu klapanı, 3 süzgəci, 4 üç vəziyyətli paylayıcısı və 4 hidrosilindrdən, ikisi qabaq və dal, ibarət olur. Hər çarxa düşən ağırlığın çəkisi  $G = 2 \text{ kN}$ , nasosun işçi həcmi  $Q = 0,012 \text{ l}$ , dövrlər sayı  $n = 250 \text{ dövr/dəq}$ ,  $p_N = 10 \text{ MPa}$  təzyiqdə həcmi  $FI\Theta \eta_{hac} = 0,85$ , ölçülər  $D = 40 \text{ mm}$ ,  $d_s = 25 \text{ mm}$ ,  $L = 500 \text{ mm}$ ,  $l_1 = 2 \text{ m}$ ,  $l_2 = 5 \text{ m}$ ,  $d = 6 \text{ mm}$ , mayenin xassələri  $\rho = 900 \text{ kq/m}^3$ ,  $\nu = 0,4 \text{ st}$  olduqda qabaq və dal çarxların qalxma vaxtını təyin edin. Yerli müqavimətləri ekvivalent uzunluqlarla əvəz etməli: süzgəc –  $l_s = 250 \text{ d}$ , paylayıcı (hər kanalı) –  $l_b = 100 \text{ d}$ . Sürtünmədən yaranan təzyiq itkiləri yalnız uzunluqları verilmiş  $l_1$  və  $l_2$  üçün hesablanır.

**Göstəriş:** Məsələ qraf-analitik metodla həll olunur.

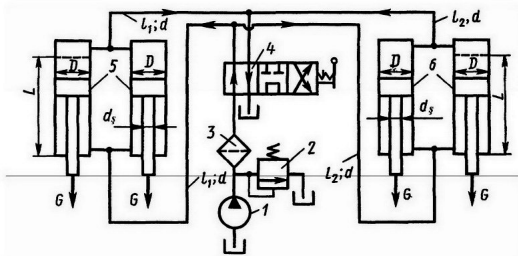
**Məsələ 3.25.** Şəkildə köçürücü metalkəsən dəzgahı və ya avtomobil (traktor) sükanının hidrogücləndiricisi kimi istifadə edilən izləyici hidrointiqalın prinsipial sxemi göstərilmişdir. Nasosdan verilən işçi maye  $p_n$  təzyiqi altında 1 zolotnikli paylayıcıya, oradan müəyyən hissəsi açılmış 2 pəncərəsindən keçərək 1 hidrosilindrinə sol tərəfdən daxil olur. 4 porşeni sağa hərəkət edir, maye onun sağ tərəfindən paylayıcıya qayıdır və 5 pəncərəsindən keçərək  $p_o$  təzyiqi altında axım xəttinə yönəlir. 3 hidrosilindrinin ştoku paylayıcısının gövdəsi ilə sırt birləşdiyindən, o 6 idarəetmə zolotnikinin hərəkətini təkrar edir və bu zaman  $F$  yükünü dəf edir. Paylayıcının pəncərəsinin hansı  $X = X_b = X_o$  açılmasında 4 porşenin sürəti  $v_p$  ştokun yüklənməsi  $F$  olar?

Məsələni aşağıda verilən qiymətlərə görə həll etməli:  $p_N = 16 \text{ MPa}$ ,  $p_o = 0,02 \text{ MPa}$ ,  $Q_p = 60 \text{ mm}^3/\text{san}$ ,  $D = 80 \text{ mm}$ ,  $d_s = 30 \text{ mm}$ ,  $d_3 = 5 \text{ mm}$ ,  $F = 5 \text{ kN}$ , paylayıcıların pəncərələrinin sərf əmsalı  $\mu = 0,64$ , sıxlıq  $\rho = 900 \text{ kq/m}^3$ .

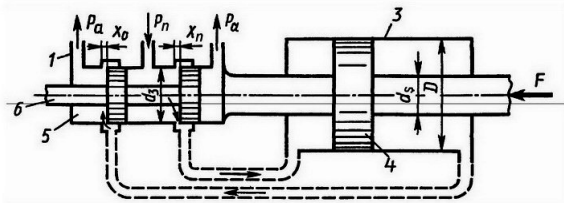
**Göstəriş:** Paylayıcı pəncərələrinin sahəsi  $\pi d_s x$  olan yarıq kimi nəzərə alınmalı. Kanalların və kəmərlərin müqavimətini nəzərə almamalı.

Cavab:  $X = 0,12 \text{ mm}$

**Məsələ 3.26.** Qəlibləmə maşının hidravlik intiqalında yağ 1 çənindən 2 nizamlanan nasosu ilə 3 paylayıcısından keçərək 4 hidrosilindrinə daxil olur. Hidrosilindr porşeninə yaratdığı qüvvə, ştok vasitəsilə qəlibləmə qatışığı 6 qəlib qutusunda kipləşdirən 5 plitəsinə verilir.



3.24 məsələyə aid



3.25 məsələyə aid

Aşağıda sxem verilənlərə görə təyin etməli: a) presləmənin sonunda forma qarışığının maksimum sıxılma gərginliyini ( $\sigma = \sigma_{\max}$ ); b) qarışığın sıxılma vaxtını ( $t_f$ ). Hesablamada nəzərdə tutmalı ki, 5 plitəsinin yerdəyişməsinin  $l$  cari vəziyyəti qəlibləmə qarışığının qəlib qutusunda  $l_0$  hündürlüyündən və qarışığın sıxılma gərginliyindən asılıdır:

$$l = 0.25 l_0 \sqrt[4]{\sigma_f}$$

Porşenin, ştokun və qarışığın sürtünmələri nəzərə alınmır.

Hərəkətli hissələrin çəkirləri nəzərə alınmır. Verilir:  $D_o = 600$  mm,  $l_o = 500$  mm,  $D_p = 2$  m,  $d_s = 3$  m,  $d = 10$  mm. Süzgəcin müqaviməti  $l_s = 200$  d ekvivalent uzunluqla, paylayıcının hər kanalınıninkini isə  $l_o = 100$  d qəbul etməli. Yağın xassələri:  $\rho = 900$  kq/m<sup>3</sup>,  $\nu = 0,4$  st.

Nasosun xarakteristikası:

|                            |   |     |      |
|----------------------------|---|-----|------|
| $Q$ , dm <sup>3</sup> /san | 0 | 0,3 | 0,32 |
| $p$ , MPa                  | 8 | 7   | 0    |

**Göstəriş:** 1. Düzbucaqlı koordinat sistemində nasosun  $p_N = f(Q)$  xarakteristikasını qurmalı. Boru kəmərinəki təzyiq itkilərinin verimindən asılılığı ifadəsini alıb (güc hidrosilindrini nəzərə almadan) həmən xarakteristikada boru kəmərinin xarakteristikasını qurmalı.

2. Hidrosilindrdəki  $p_{\max}$  təzyiqinə  $Q_{\max}$  və  $l_{\max}$  təyin etməli.

3. Hidrosilindrdəki təzyiq düşküünün yerləşməsindən asılılığı qrafikini qurmalı:  $\Delta p_C = f(Q)$ .

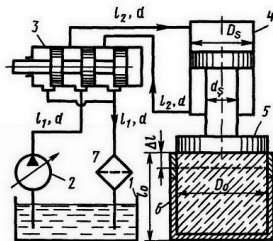
4. İkinci və birinci qrafiklərdən istifadə edərək, nasosun  $Q$  verimini təyin edib,  $Q_N = f(l)$  asılılığın qrafikini qurmalı  $Q_N = f(l)$  qrafikinə əsasən plitənin hərəkət sürəti xarakteristikasını  $Q_p = f(l)$  qurmalı.

5. Plitənin bütün yerdəyişməsini bir neçə parçaya ayırıb, hər birində hərəkətin orta sürətini tapmalı. Parçaların orta sürətləri və uzunluqlarına görə hər parçada plitənin yerdəyişmə vaxtı və presləmənin ümumi vaxtını təyin etməli.

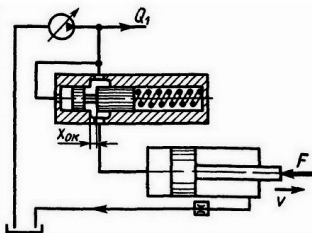
**Məsələ 3.27.** İrəli-geri gedişli hidrointiqaalın hərəkət sistemində hidrosilindrin ştokunun kiçik yüklənmələrində təzyiqin aşağı düşməsinin qarşısını almaq üçün sərf məhdudlaşdırıcısı qurulmuşdur. Sərf məhdudlaşdırıcısı və hidrosilindrin göstəricilərini 3.17 məsələsində verilənlər kimi götürməli.

Axım xəttində diametri  $d_{dr} = 3$  mm və sərf əmsalı  $\mu = 0,64$  olan drossel qurulmuşdur.

Ştoka təsir edən yükün  $f = 20$  kN qiymətində hidrosilindr ştokunun yerdəyişmə sürətini təyin etməli. Maye sərfi  $Q = 0$  və  $Q = 300$  sm<sup>3</sup>/san-dir.



3.26 məsələyə aid



3.27 məsələyə aid



Nizamlanan nasosun xarakteristikası üç nöqtə ilə verilir:

|                             |    |     |     |
|-----------------------------|----|-----|-----|
| $Q, \text{dm}^3/\text{san}$ | 0  | 1,0 | 1,1 |
| $p, \text{MPa}$             | 15 | 12  | 0   |

**Göstəriş:** 1. Nasosun xarakteristikasının  $Q = 0$ -dan məhdudlaşdırıcının işə başlaması parçası üçün nasosun təzyiqinin silindr ştokunun sürəti və maye sərfi  $Q$ -dan asılılığı ifadəsini alınmalı.

2. Ştok boru qüvvənin onun sürətindən asılılığını yazmalı. Bu zaman hidrosilindrin tərəfindəki təzyiqləri nasosun təzyiqi sərf məhdudlaşdırıcısından təzyiq itkiləri və axım xəttindəki drosseldəki təzyiq düşküsi ilə ifadə etməli. Sərf məhdudlaşdırıcısının müqavimətini onun pəncərəsinin açılma komandası təzyiqi, yəni nasosun təzyiqi ilə ifadə etməli.

3. Ştokun sürətinin 0-dan 130 mm/san həddində  $p_N$  təzyiqinin və ştok boyu  $F$  qüvvəsini hesablamalı.

4.  $F = f(q_p)$  asılılığının qrafikini iki hal üçün qurmalı:  $Q = 0$ ,  $Q = 300 \text{ cm}^3/\text{san}$ . Alınmış ayrıldan hidrosilindr ştokunun sürətini təyin etməli.

**Məsələ 3.28.** Presin intiqalı tənzimlənməyən 1 nasosu və 2 hidroçeviricisi ilə yaranmışdır. Aşağıdakı verilənlərə əsasən presləmə vaxtını və nasosun gücünü təyin etməli: presin yaratdığı qüvvə  $F = 1 \text{ mN}$ , 3 presinin plunjerinin diametri  $D = 180 \text{ mm}$ , 4 qaldırma silindrinin porşeninin diametri  $d = 100 \text{ mm}$ , ştokun diametri  $d_s = 80 \text{ mm}$ , dəyişdirilmə əmsalı  $K = D_M/d_M = 5$ , nasosun verimi  $Q = 10 \text{ l/san}$ , boru kəmərinin ölçüləri  $l_1 = 7$ ,  $d_1 = 36 \text{ mm}$ ,  $l_2 = 1 \text{ m}$ ,  $d_2 = 14 \text{ mm}$ ,  $l_3 = 7 \text{ m}$ ,  $d_3 = 36 \text{ mm}$  paylayıcısının hər bir kanalının müqavimət əmsalı  $\xi = 4$ , presləmənin gedişi  $L = 200 \text{ mm}$ . Mayenin göstəriciləri:  $\nu = 0,4 \text{ st}$ ,  $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$ .

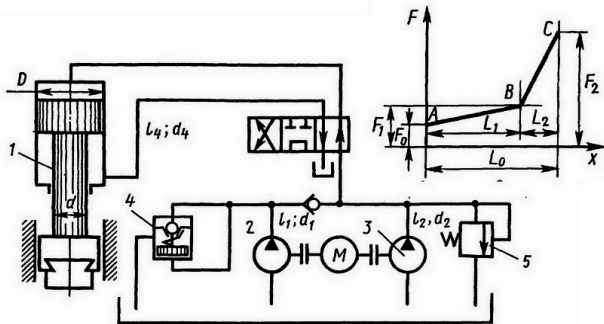
Cavab:  $t = 2,55 \text{ san}$ ;  $N_n = 82,37 \text{ kVt}$

**Məsələ 3.29.** Pres həcmi ştamplama əməliyyatı aparır: 1 ştokuna tətbiq edilmiş yük bu hal üçün sadələşdirilmiş qrafiki ilə xarakterizə olunur (şəkil). Elektrik mühərrikinin qoyulmuş gücündən istifadə olunmasını yaxşılaşdırmaq məqsədi ilə presin intiqalı nasos qurğusundakı iki tənzimlənməyən nasos vasitəsilə yaradılır.

Press porşeninin gedişinin əvvəlində hər iki 2 və 3 nasosları birlikdə işləyirlər. Yükün artması nəticəsində təzyiq artdıqda 2 nasosu 4 yüksüzləşdirici klapan vasitəsilə basqı xəttinin axıtma xəttinə birləşdirilməsi ilə yüksüzləşdirilir. İkinci, 3 nasosu işləməkdə davam edərək əməliyyatı kiçik sürət və yüksək təzyiqə tənzimləyir.

Yüksüzləşdirici və axıtma klapanlarının nizamlanma təzyiqlərini (açılması) təyin etməli, mühərrikin gücünü hesablanmalı. Yükləndirmə:





3.29 məsələyə aid

yükləndirmə qrafikinin xarakteristikasını  $F_0 = 300$  kN,  $F_1 = 500$  kN,  $F_2 = 2$  MN,  $L_0 = 350$  mm,  $L_2 = 80$  mm. Pres hidrosilindrinin ölçüləri:  $D = 340$  mm,  $d_f = 200$  mm. Paylayıcının hər kanalının müqavimət əmsalı  $\xi_1 = 5$ , əks klapın üçün  $\xi_2 = 2$ . Presləmə vaxtı  $t_p = 5$  san, nasosun FIƏ  $\eta = 0,8$ , mayenin göstəriciləri  $\nu = 0,4$  St,  $\rho = 900$  kq/m<sup>3</sup>.

**Göstəriş:** Puansonun gedişini  $A-B$  və  $B-C$  hissələrindəki və  $t_2$  vaxtları uyğun  $B$  və  $C$  nöqtələrindəki maksimum güclərin bərabər olması şərtindən (hidravliki itkilər nəzərə alınmadan) təyin edilir. Baxılan hissələrdə puansonun sürəti sabit götürülür.

**Məsələ 3.30.**  $F_1$  və  $F_2$  qüvvələri təsir edən iki hidrosilindr ştoklarının eyni sürətini təmin etmək üçün sistemə axının drossel bölüşdürücüsü; təzyiq düşküsünün təsiri ilə  $I$  plunjeri 2 gövdəsi içərisində hərəkət edərək 3 və 4 həlqəvi girintilərini örtməklə uyğun hidravlik xətlərdəki müqavimətləri artırır, hidrosilindrlərin ştoklarına təsir edən yüklərin fərqi  $(F_1 - F_2) = 3$  kN,  $D = 80$  mm,  $d = 12$  mm olduqda  $I$  plunjerinin neytral vəziyyətdən nə qədər yerini dəyişdiyini təyin etməli.

Həlqəvi qanovcuqların eni  $b = 5$  mm, sərf əmsalı  $\mu = 0,75$ , sərf  $Q = 1$  dm<sup>3</sup>/san-dir.  $D_1$  və  $D_2$  drosselləri, hər iki hidravlik xətdəki boru kəmərlərinin müqaviməti eynidir. Mayenin sıxlığı  $\rho = 900$  kq/m<sup>3</sup>.

Cavab:  $x = 0,453$  sm.

**Məsələ 3.31.** Özüboşaldan avtomobilin kuzovunun teleskopvarı hidrosilindrlə qaldırılması mexanizminin və hidroxtərlərin sxemi şəkildə göstərilir ( $a$  və  $b$ ). İşarələr:  $I$  – nasos,  $2$  – qoruyucu klapın,  $3$  – paylayıcı,  $4$  – hidrosilindr,  $5$  – süzgeç.

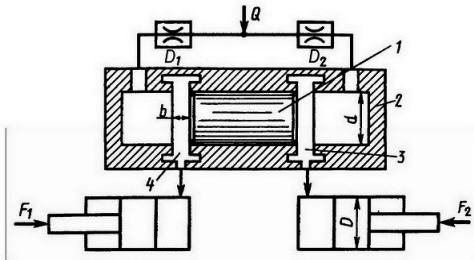
Nasosun klapınla birgə verilmiş  $p_k = f(Q)$  xarakteristikası və hidrosilindrin ştoku boru nisbi qüvvənin ştokun nisbi yerdəyişməsindən asılılığına  $F/F_{max} = f(L/L_{max})$  əsasən özüboşaldan kuzovunun  $t$  qalxma vaxtını təyin etməli. Paylayıcı  $A$  vəziyyətində qurulmuşdur.

Nasosun xarakteristikası

|                             |    |      |     |
|-----------------------------|----|------|-----|
| $Q, \text{dm}^3/\text{san}$ | 0  | 0,25 | 0,4 |
| $p, \text{MPa}$             | 10 | 9    | 0   |

Ştokun yükləmə xarakteristikası

|             |   |      |      |      |     |
|-------------|---|------|------|------|-----|
| $L/L_{max}$ | 0 | 0,2  | 0,4  | 0,6  | 0   |
| $F/F_{max}$ | 0 | 0,88 | 0,78 | 0,59 | 0,2 |



3.30 məsələyə aid

Verilir:  $D = 100 \text{ mm}$ ,  $D_1 = 125 \text{ mm}$ ,  $L_1 = L_2 = 0,5$ ,  $L_{\max} = 250 \text{ mm}$ ,  $l_1 = 15 \text{ mm}$ ,  $l_2 = 2,5 \text{ mm}$ ,  $d = 12 \text{ mm}$ , paylayıcının kanalının basqı itkisi, uzunluğu  $l_1 = 200 d$  olan borudakı itkiyə ekvivalentdir.

Mayenin xassələri  $\rho = 900 \text{ kq/m}^3$ ,  $\nu = 2 \text{ sm}^2/\text{san}$  (St).

Kuzov qaldırılarkən ştok boru maksimal qüvvə  $F = 70 \text{ kN}$ .

**Göstəriş:** 1. Nasosun xarakteristikasını qurub, bunun üzərində boru kəmərinin xarakteristikasını qurmaq lazımdır.

2. İkinci əyridə hidrosilindr ştokunun, onun gediş yolundan asılı olaraq yüklənməsi xarakteristikası qurulur. Alınmış əyrini silindrin içərisindəki təzyiqə çevirməli və bu qrafikə əlavə etməli.

3. İkinci təzyiq əyrisində xarakterik təzyiq nöqtələrinə əsasən hidrosilindrdən daxil olan yağın sərfini təyin etməli.

4. Sərfin qiymətinə görə porşenlərin sürətlərini təyin etməli. Bu sürətləri ikinci qrafığa keçirib, bunların orta qiymətlərini birinci və ikinci porşenlər üçün təyin etməli.

5. Porşenlərin gediş yolları və orta sürətlərinə görə özünüboşaldanın kuzovunun qalxma vaxtını təyin etməli.

Cavab:  $t = 2,55 \text{ san}$ ;  $N_n = 82,37 \text{ kVt}$ .

**Məsələ 3.32.** Əvvəlki məsələdə verilənlərdən istifadə etməklə, paylayıcının  $B$  vəziyyəti üçün özünüboşaldanın avtomobilin kuzovunun enməsi vaxtını təyin etməli. Enmənin sonunda hidrosilindrin ştoku boyunca təsir edən maksimum qüvvə  $F_{\max} = 10 \text{ kN}$ -dir.

Əlavə verilənlər: axıtma borusunun uzunluğu  $l_3 = 1,8 \text{ m}$ , diametri  $d_3 = 20 \text{ mm}$ ,  $B$  vəziyyətində paylayıcı kanalındakı basqı itkisi, uzunluğu  $l_5 = 180 d_3$ -ə, 5 süzgəcindəki itkilər uzunluğu  $l_1 = 100 d_3$ -ə bərabər olan itkiyə ekvivalentdir. Nasosun verimini sabit saymalı,  $Q = 0,4 \text{ dm}^3/\text{san}$ .

**Göstəriş:** 1. Hidrosilindrin qüvvə ilə yüklənməsi  $F = f(L/L_{\max})$  qrafikini qurub, bunun üzərindəki bir neçə xarakterik nöqtələr üçün porşenin vəziyyətindən asılı olaraq hidrosilindrin daxilindəki təzyiqi təyin etməli.

2. Basqı  $l_2$  və axıtma  $l_3$  xətlərinin xarakteristikalarını qurmalı. Bu xarakteristikalardan sərfin hidrosilindr daxilindəki təzyiqdən asılılığını müəyyən etməli.

3. Seçilmiş nöqtələrdə hidrosilindr porşenləri sürətlərini təyin etməli və qrafikdə sürətin  $L/L_{\max}$ -dan asılılığını qurmalı. Hər porşenin sürətini qrafiki olaraq təyin etməli, bundan sonra porşenlərin tam gediş etməsi üçün lazım olan vaxtı təyin etməli.

**Məsələ 3.33.** Fırlanma hərəkətli, drossellə nizamlanan həcmi intiqal iki hidravlik maşından – 1 – nasosu və 2 – hidromühərrikdən, həlqəvi 3 drosseli, 4 qoruyucu klapanı və 5 köməkçi nasosundan ibarətdir.



Hidromühərrik valının sabit yükləmədəki fırlanma tezliyi hədlərini  $n_2$  təyin etməli. Nasosun dövrlər sayı  $n_1 = 240$  dövr/dəq, hidromaşınların işçi həcmələri  $q_1 = 10 \text{ sm}^3$ ,  $q = 20 \text{ sm}^3$ , yüklənmə şərtinə görə basqı xətlərində təzyiq (hidromühərrik valı momenti)  $p_q = 5 \text{ MPa}$ , 5 nasosu ilə sorma xəttində saxlanan təzyiq  $p_s = 0,3 \text{ MPa}$ , tam açıq halında drossel keçid en kəsik sahəsi  $S_{dr} = 0,015 \text{ cm}^2$ , drosselin sərf əmsalı  $\mu = 0,65$ , hər hidromaşının həcmi  $F\dot{\Theta} \eta_{h\alpha c} = 0,95$ . Klapanın keçən sərf  $Q_k = 0$ -dir.

Cavab:  $n_{2max} = 1080$  dövr/dəq;  $n_{2min} = 180$  dövr/dəq.

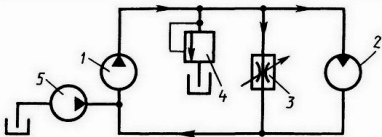
**Məsələ 3.34.** Aktiv avtoqoşqunu hidravlik həcmi transmissiyasına  $I$  nizamlanan nasos daxildir ki, bu işçi mayenin iki ədəd 3 hidromühərrikə vurur. Mayenin özlüklüyü  $\nu = 0,2 \text{ St}$ , sıxlığı  $\rho = 900 \text{ kq/m}^3$ -dir. Hidromühərriklərin çıxış valları 5 aparıcı çarxları ilə ötürmə ədədi  $i = n_{hm}/n_\epsilon$  olan reduktor 4 vasitəsilə əlaqələndirilib.

Yük momentlərinin sol və sağ çarxlardakı  $M_{sol}$  və  $M_{sağ}$  qiymətlərinin müxtəlif olması şərtinə görə çarxların dövrlər sayını və nasosun sərf etdiyi gücü təyin etməli. Məsələni aşağıdakı qiymətlərə görə həll etməli:  $M_{sol} = 2,9 \text{ kNm}$ ;  $M_{sağ} = 3,1 \text{ kNm}$ ;  $i = 15$ ;  $l_1 = l_2 = 12 \text{ m}$ ;  $l_3 = 3 \text{ m}$ ;  $l_o = 200 \text{ d}$ ;  $d_1 = d_4 = 24 \text{ mm}$ ;  $d_2 = d_3 = 10 \text{ mm}$ . Nasosun çarxının dövrlər sayı  $n = 200$  dövr/dəq. Hidromaşınların işçi həcmələri  $q = 15 \text{ cm}^3$ ,  $F\dot{\Theta}$ -ları  $\eta = 0,95$ ;  $\eta = 0,9$  ( $p = 10 \text{ MPa-da}$ ). Reduktordakı mexaniki itkilər nəzərə alınmır.

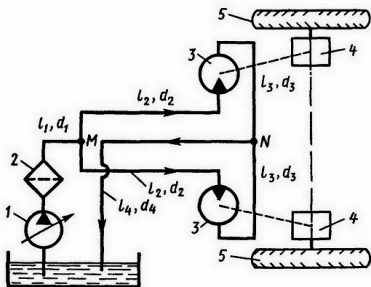
**Göstəriş:** Məsələ qraf-analitik metodla həll olunur.

**Məsələ 3.35.** Traktorun dönmə mexanizmi şarnirlə əlaqələndən  $Q$  qabaq və  $D$  dal yarımçərçivələrdən, həmçinin dönmə hidrintiqalından ibarətdir ki, bunun sadələşdirilmiş sxemi şəkildə verilmişdir.  $I$  nasosu ilə işçi maye üç vəziyyətli 2 paylayıcısından və 3 klapan qutusundan 4 və 5 hidrosilindrlərinə verilir. Paylayıcının şəkildəki vəziyyətində 4 hidrosilindrinin sağ tərəfinə nasosdan gələn maye daxil olur, sol tərəf isə axıtma kəmərinə birləşir və 4 hidrosilindrinin ştoku sola hərəkət edir, 5 hidrosilindrinin ştoku bu zaman sağa hərəkət edir. Beləliklə traktor döndərilir. Əgər nasosun  $F\dot{\Theta} \eta = 0,7$ , dönməyə müqavimət momenti  $M_m = 125 \text{ Nm}$  olarsa, nasosun sərf etdiyi gücü təyin etmək, məsələnin həllində  $l = 0,5 \text{ m}$ ,  $l_1 = 1,4 \text{ m}$ ,  $l_2 = 1,2 \text{ m}$ ,  $l_3 = 1,0 \text{ m}$ ,  $d = 90 \text{ mm}$ ,  $d_s = 40 \text{ mm}$ ,  $d_b = 12 \text{ mm}$ ,  $\nu = 0,5 \text{ St}$ ,  $\rho = 900 \text{ kq/m}^3$ ; nasosun işçi həcmi  $q = 46 \text{ cm}^3$ , dövrlər sayı  $n = 1800$  dövr/dəq, həcmi  $F\dot{\Theta} \eta_o = 0,95$  ( $p_n = 3 \text{ MPa}$ ), paylayıcı üçün ekvivalent uzunluq  $l_b = 200 d_b$ , süzgəc üçün  $l_s = 100 d_b$ ; klapan qutusunun müqavimət əmsalı  $\xi = 15$  olur.





3.33 məsələyə aid



3.34 məsələyə aid

**Göstəriş:** 1. Məsələ qraf-analitik metodla həll edilir.

2. Hesablamalar zamanı hidrosilindrlərin ştoklarındakı qüvvələri eyni qəbul etməli.

**Məsələ 3.36.** Gücü  $N$  olan təcrübi avtomobildə adi ötürmə qutusu, kardan valı və diferensial əvəzinə hər aparıcı çarxda nizamlanan nasos və iki hidromühərrikdən ibarət olan pilləsiz həcmi ötürmə qoyulmuşdur. Hər üç hidravlik maşının maksimum işçi həcmi  $q$  eynidir. Mühərrik vasitəsilə hərəkətə gətirilən nasosun sabit dövrlər sayı  $n$ , nasosun təzyiqi  $p_{n \max}$  təzyiqlə məhduddur.

Hidravlik maşınların tənzimlənməsi yolu ilə göstərilən gücünün tamamilə istifadə olunması hesabına nasosun işçi həcmi  $q_{i \min} = l_{\min} q - a$  qədər azaldıla bildiyini və maşınların nizamlanmasının ardıcıl olduğunu nəzərdə tutub, aşağıdakı kəmiyyətləri təyin etməli:

- hər hidromaşının işçi həcmi,
- hidromühərrikin  $n_{2 \min}$  və  $n_{2 \max}$  dövrlər sayı həddini,
- hidromühərrikin  $n_2$  dövrlər sayını ( $e_1 = e_2 = 1$  olduqda);
- $e_1$  və  $e_2$  tənzimləyici parametrlər,
- nasosun təzyiqi ;
- sistemdəki maye sərfi və
- hidromühərrikin valdakı burucu momentinin  $n_2$ -dən asılılığını müəyyən etməli.

Hesabat üçün verilənlər:  $N = 55 \text{ kVt}$ ,  $n_1 = 1200 \text{ dövr/dəq}$ ,  $p_N = 20 \text{ MPa}$ ,  $e_{1 \min} = 1/2$ ,  $e_{2 \min} = 1/2$ .

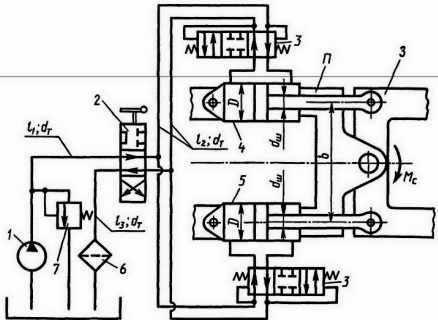
Məsələni həll etmək üçün:

- 1) hidravliki ötürmədəki enerji itkilərini nəzərə almadan;
- 2) enerji itkisini nəzərə almaqla hər hidromaşının həcmi  $F\dot{I}\Theta \eta_o = 0,93$ , mexaniki  $F\dot{I}\Theta \eta_m = 0,94$  olduğunu bilərək onun tam  $F\dot{I}\Theta$  təyin etməli. Borulardakı təzyiq itkisi  $\Sigma p_i = 0,05 p_N$ .

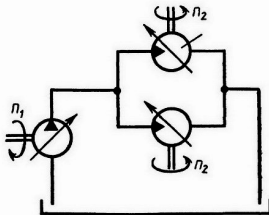
**Göstəriş:** Avtomobil yerindən tərpəndikdə nasosun işçi həcmi əvvəlcə  $q_{1 \max}$ -dan  $q$ -a kimi artır, təzyiqi isə  $p_{n \max}$ -dan  $p_{No}$  kimi azalır. Sonradan hidromaşınların işçi həcmiləri  $p_N$  = sabit təzyiqində  $q_o$ -dan  $q_{2 \min}$  kimi azalır. ( $p_o$  sabit təzyiqində).

Cavab: 1)  $q_o = 420 \text{ sm}^3$ ;  $n_{2 \min} = 200 \text{ dövr/dəq}$ ;  $n_{2 \max} = 1200 \text{ dövr/dəq}$ ;  $n_2 = 600 \text{ dövr/dəq}$ ; 2)  $q_o = 440 \text{ sm}^3$ ;  $n_{2 \min} = 184 \text{ dövr/dəq}$ ;  $n_{2 \max} = 1100 \text{ dövr/dəq}$ ;  $n_2 = 584 \text{ dövr/dəq}$ ;  $\eta = 0,775$ .

**Məsələ 3.37.** Ərimiş maye metalın formalara tökülməsi üçün kovşun döndürülməsi mexanizminin hidravliki intiqalını 1 nasosu, 2 qoruyucu



3.35 məsələyə aid



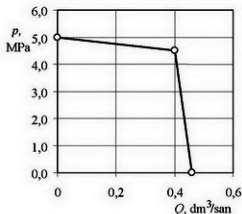
3.36 məsələyə aid

klapanı, 3 üç vəziyyətli paylayıcısı, 4 kovşun döndərilməsi sürətini dəyişməsi əldə olunan 5 nizamlanan drosseli daxildir.

Hidravlik intiqal nasosunun işlətdiyi gücü və kovşun döndərilməsində hidrosilindrlərin ştoklarının yerdəyişmə sürətlərini təyin etməli. Məsələni aşağıda verilənlərə görə həll etməli:  $F = 800 \text{ N}$ ;  $l_1 = 1,5 \text{ m}$ ;  $l_2 = 1,8 \text{ m}$ ;  $l_3 = 2 \text{ m}$ ;  $l_4 = 0,5 \text{ m}$ ;  $D = 60 \text{ mm}$ ;  $d_f = 30 \text{ mm}$ ;  $d_b = 8 \text{ mm}$ ; drosselin keçid sahəsi  $S_{dr} = 3 \text{ mm}^2$ ; drosselin sərf əmsalı  $\mu = 0,7$ ; drossel üçün ekvivalent uzunluq  $l_l = 200d_b$ ;  $\rho = 900 \text{ kq/m}^3$ ,  $\nu = 0,5 \text{ st}$ .

Nasosun xarakteristikası qrafik və cədvəl şəkilində verilib:

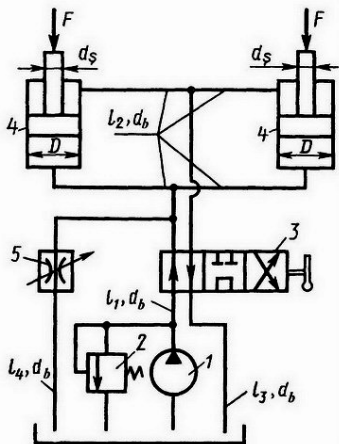
Nasosun xarakteristikası



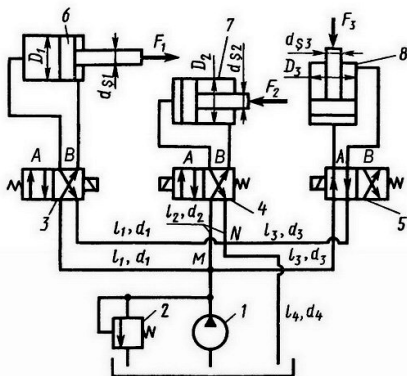
|                             |   |     |      |
|-----------------------------|---|-----|------|
| $Q, \text{dm}^3/\text{san}$ | 0 | 0,4 | 0,46 |
| $p, \text{MPa}$             | 5 | 4,5 | 0    |

**Göstəriş:** Məsələ qraf-analitik metoddla həll edilir.

**Məsələ 3.38.** Təzyiq altında metal tökmə maşınının hidrointiqalı 2 qoruyucu klapanlı 1 nasosundan, 3, 4, 5 paylayıcılardan, formaları qapayan 6, tökmələri çıxaran 7, pressostatı itələyən 8 hidrosilindrlərindən ibarətdir. Tökmənin kristallaşması başa çatdıqda, paylayıcılar elektromaqnitlərin və yayların təsiri ilə şəkildə göstərilən vəziyyətə gətirilir. Bu zaman 6 və 8 hidrosilindrləri hərəkətə gəlir, 7 silindrinin porşeni işə hərəkət etmir. 6 hidrosilindrlərinin porşeni kənar vəziyyətə çatdıqda, 4 paylayıcısının elektromaqnitli işə düşərək paylayıcının A vəziyyətini saxlayır və hidrosilindrin porşeni sağa hərəkət edir. Tökmə materialının kristallaşmasının son momentindən başlayaraq axırını



3.37 məsələyə aid



3.38 məsələyə aid

porşenin کنار vəziyyətə çatmasına qədər hidrosistemin işləmə vaxtını təyin etməli.

Məsələni aşağıda verilənlərə görə həll etməli:

$F_1 = 70000 \text{ N}$ ;  $F_2 = 25000 \text{ N}$ ;  $F_3 = 21000 \text{ N}$ ;  $D_1 = 140 \text{ mm}$ ;  $D_2 = 100 \text{ mm}$ ;  $D_3 = 80 \text{ mm}$ ;  $d_{s1} = 70 \text{ mm}$ ;  $d_{s2} = 50 \text{ mm}$ ;  $d_{s3} = 40 \text{ mm}$ ; hidrosilindrlərin porşenlərinin yerdəyişmələri  $L_1 = 200 \text{ mm}$ ;  $L_2 = 100 \text{ mm}$ ; boruların ölçüləri:  $l_1 = l_2 = 1 \text{ m}$ ;  $l_3 = 4,4 \text{ m}$ ;  $l_4 = 2 \text{ m}$ ;  $d_1 = d_4 = 12 \text{ mm}$ ;  $d_2 = 10 \text{ mm}$ ;  $d_3 = 8 \text{ mm}$  işçi mayenin göstəriciləri  $\rho = 900 \text{ kq/m}^3$ ,  $\nu = 0,6 \text{ St}$ .

Hesablamada paylayıcının hər kanalının müqavimətini ekvivalent uzunluq kimi  $l_b = 200 d$  qəbul etməli.  $d$  - uyğun borunun diametridir.

Nasosun xarakteristikası:

|                             |     |     |   |
|-----------------------------|-----|-----|---|
| $Q, \text{dm}^3/\text{san}$ | 0   | 1,7 | 2 |
| $p, \text{MPa}$             | 6,8 | 6,3 | 0 |

**Göstəriş:** 1. Məsələ graf-analitik üsulla həll edilir.

2. Hidravlik sistemdə həm iki hidrosilindrin eyni vaxtda işləməsi (6, 8 və ya da 7 və 8) və həm də ancaq bir hidrosilindrin işləməsi imkanı olur.

3. 6 və 7 hidrosilindrləri eyni vaxtda işləmirlər.

**Məsələ 3.39.** Torna dəzgahının baş hərəkətdiricisi kimi fırlanma hərəkətli, sürəti drossellə nizamlanan hidrintiqal istifadə edilmişdir ki, buraya 1 nasosu, 2 hidromühərriki, 3 iki vəziyyətli paylayıcı, 4 nizamlanan hidrodrosseli və 5 qoruyucu klapanı daxildir.

Kəsmə qüvvəsinin verilmiş qiyməti üçün təyin etməli:

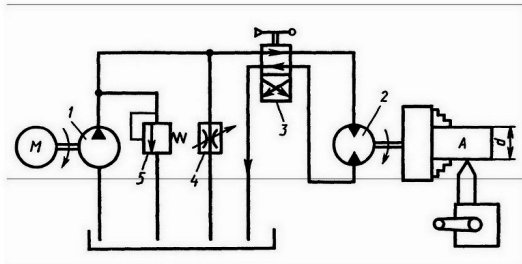
1) Drosselin keçid sahəsinin  $S = 0,03 \text{ cm}^2$  qiymətində şpindelin (hidromühərrikin) fırlanma tezliyini və nasosun gücünü təyin etməli.

2) Şpindelin mümkün olan maksimum fırlanma tezliyini təyin etməli.

Məsələni aşağıdakı qiymətlərə görə həll etməli: kəsmə qüvvəsi  $F = 600 \text{ N}$ ; A pəstahının diametri  $d = 100 \text{ mm}$ ; nasosun fırlanma tezliyi  $n = 1400 \text{ dövr/dəq}$ ; nasosun və hidromühərrikin işçi həcmələri  $q = 0,02 \text{ dm}^3$  və  $q_2 = 0,04 \text{ dm}^3$ ; boruların diametrləri  $d_b = 8 \text{ mm}$ ; drosselin sərf əmsalı  $\mu = 0,65$  maye gələn borulardakı müqavimətin işçi maye sürətinə nisbətini də nəzərə almaqla, paylayıcının hər kanalının yerli müqavimət əmsalı  $\xi = 12$ ; işçi mayenin sıxlığı  $\rho = 900 \text{ kq/m}^3$ .

Hidromaşınların FİƏ-nin onun təzyiqindən asılı olmadığını nəzərdə tutub,  $\eta_N = 0,9$  qəbul etməli. Hidromaşınların həcmi FİƏ  $\eta_{hac} = 0,85$  ( $p_N = 10 \text{ MPa}$ ).

**Göstəriş:** 1. Məsələ graf-analitik üsulla həll edilir.



3.39 məsələyə aid



2. Boru kəməri hissələrinin xarakteristikalarını 5 nöqtədən az olmayan nöqtələrlə qurmalı.

Cavab:

**Məsələ 3.40** Frezer dəzgahı masasının hidrointiqalı 1 nasosundan, 2 qoruyucu klapanı, 3 süzgəci, 4 paylayıcı, 5 hidrosilindri və 6 hidrosilindrindən ibarətdir. 1 hidrosilindrin ştokundakı qüvvə  $F = 6$  kN, porşenin diametri  $D = 80$  mm, ştokun diametri  $d_s = 50$  mm, boruların uzunluqları:  $l_1 = 3$  m (nasosdan  $M$  nöqtəsinədək);  $l_3 = 5$  m (5 hidrosilindrindən çənədək); boruların diametrləri  $d_5 = 8$  mm; drosselin müqavimət əmsalı  $\xi_{dr} = 2$ , drosselin keçid sahəsi  $S_{dr} = 6$  mm<sup>2</sup>; işçi mayenin sıxlığı  $\rho = 900$  kq/m<sup>3</sup>, boru kəmərinə mayenin hərəkət rejimi laminardır ( $\nu = 0,4$  sm<sup>2</sup>/san). Hesablamada süzgəc və paylayıcının kanalındakı müqaviməti boruların ekvivalent uzunluqları ilə əvəz etməli:  $l_1 = 200 d_b$  və  $l_b = 150 d_b$ .

Nasosun xarakteristikası: 1) İşçi həcm  $q = 20$  sm<sup>3</sup>,  $p = 5$  MPa təzyiqə həcmi  $Fl\theta \eta_{hac} = 0,8$ ; mexaniki  $Fl\theta \eta_m = 0,85$ ; fırlanma tezliyi  $n = 1200$  dövr/dəq.

2) Nasosun sərf etdiyi gücü hesablamalı.

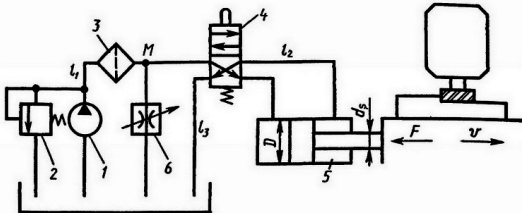
3)  $F = 9$  kN olduqda masa sürətinin sabit qalması üçün 6 drosselinin keçid sahəsi necə dəyişməlidir?

**Göstəriş:** məsələni qraf-analitik üsulla həll etməli.

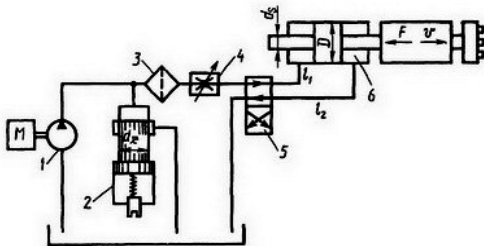
**Məsələ 3.41.** Aqreqat dəzgahının güc başlığının hidrointiqalı 1 nasosu, 2 axıtma klapanı, 3 süzgəci, 4 hidrodrosseli, 5 hidropaylayıcısı və 6 hidrosilindrindən ibarətdir. Güc başlığının hərəkət sürəti 4 drosselinin keçid sahəsini dəyişdirməklə nizamlanır.

1) Nasos qurğusunun xarakteristikasını qurmalı. Qurğuya  $M$  elektrik mühərriki (dövrələr sayı  $n = 900$  dövr/dəq, işçi həcmi  $q = 30$  cm<sup>3</sup> olan 1 nasosunun həcmi  $Fl\theta \eta_{hac} = 0,8$  ( $p_1 = 5$  MPa olduqda) 2 axıtma klapanı (zolotnikinin diametri  $d_3 = 6$  mm; yayın əvvəlcədən sıxılma qüvvəsi 70 N; yayın sərtliliyi  $c = 35$  N/mm; klapanın sərf əmsalı  $\mu = 0,6$ ).

2) Aşağıdakı qiymətlərə görə güc başlığının hərəkət sürətini təyin etməli: hidrosilindrin ştokuna təsir edən qüvvə  $F = 7$  kN; hidrosilindr porşeninin diametri  $D = 80$  mm, ştokun diametri  $d_s = 40$  mm; boruların uzunluqları  $l = 6$  m (süzgəcdən hidrosilindrədək),  $l_2 = 4$  m (hidrosilindrindən çənədək), boruların diametrləri  $d_b = 8$  mm, işçi mayenin xassələri: sıxlıq  $\rho = 850$  kq/m<sup>3</sup>, özlülük  $\nu = 0,3$  sm<sup>2</sup>/san; drosselin yerli müqavimət əmsalı  $\xi_{dr} = 2$ ; drosselin keçid sahəsi  $S_{dr} = 1$  mm<sup>2</sup>.



3.40 məsələyə aid



3.41 məsələyə aid

Borularda hərəkət rejimi laminardır. Hesablamalarda süzgəc və paylayıcının kanallarının müqavimətlərini ekvivalent boru uzunluqları ilə əvəz etməli:  $l_1 = 200 d$ ;  $l_b = 100 d$ .

**Məsələ 3.42.** Şəkilə traktorun asma avadanlığı hidrosisteminin sadələşdirilmiş sxemi göstərilib. Buraya 1 nasosu, 2 qoruyucu klapanı, 3 üç ədəd paylayıcı, 4 əsas silindr, 5 iki ədəd köməkçi hidrosilindrləri və 6 süzgəci daxildir. Aşağıda verilənlərə görə porşenlərin sürətlərini və nasosun işlətdiyi gücü hesablamalı: nasosun işçi həcmi  $q = 100 \text{ sm}^3$ , dövrlər sayı  $n = 2000$  dövr/dəq, həcmi FİƏ  $\eta_o = 0,92$  ( $p_n = 10 \text{ MPa}$  olduqda), tam FİƏ  $\eta = 0,85$  hidrosistemdəki maksimum təzyiq  $p_{\max} = 13 \text{ MPa}$ ; porşenlərin diametrləri  $D_1 = 100 \text{ mm}$ ,  $D_2 = D_3 = 60 \text{ mm}$ , ştokların diametrləri  $d_{s1} = 40 \text{ mm}$ ,  $d_{s2} = 24 \text{ mm}$  və bunlara tətbiq edilmiş qüvvə  $F_1 = 30 \text{ kN}$ ,  $F_2 = F_3 = 10 \text{ kN}$ . Boruların ölçüləri: diametr  $d_b = 12 \text{ mm}$ , uzunluqlar  $l_0 = 3 \text{ m}$ ,  $l_1 = 4 \text{ m}$ ,  $l_2 = l_3 = 1,8 \text{ m}$ ;  $l_4 = 5 \text{ m}$ . Paylayıcının hər kanalının ekvivalent uzunluğu  $l_b = 100d_b$ , süzgəc üçün ekvivalent uzunluq  $l_1 = 100 d_b$ , işçi mayenin xassələri: sıxlıq  $\rho = 900 \text{ kq/m}^3$ , özlülük  $\nu = 0,5 \text{ St}$ .

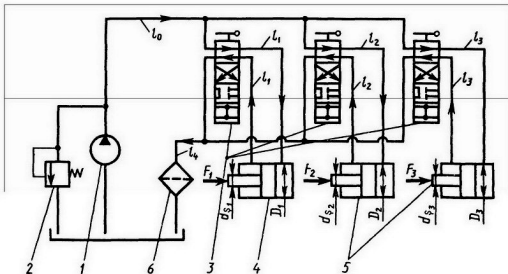
**Göstəriş:** Məsələni qraf-analitik üsulla həll etməli.

**Məsələ 3.43.** Daxili yanma mühərrikinin köməkçi aqreqlarının (ventilyatorun, generatorun, kompressorun) həcmi hidrintiqalı işçi həcmi  $q_1 = 60 \text{ sm}^3$  olan 1 nasosu, üç ədəd 2, 3, 4 hidromühərriklərindəki (işçi həcmələri  $q_2 = q_3 = 10 \text{ cm}^3$ ,  $q_4 = 5 \text{ cm}^3$ ), iki ədəd 5 drosseli, 6 reduksiya klapanlarından ibarətdir ki, bunlar da drossellərdə sabit  $\Delta p = 0,405 \text{ MPa}$  təzyiq düşküsi yaratmaq üçündür.

7 paylayıcı ventilyatorun hidromühərrikini temperatur nominal temperaturdan çox olduqda işə buraxır, aşağı düşdükdə saxlayır, 8 axıtma klapanıdır.

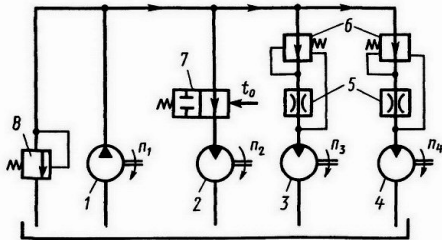
Hidromühərriklərin bucaq sürətlərini təyin etməli; nasos valının fırlanma tezliyi  $n = 3000$  dövr/dəq, ventilyatorun hidromühərrikinin valındakı moment  $M = 12 \text{ Nm}$ ; hidrosistemdəki maksimum təzyiq  $p_{\max} = 9 \text{ MPa}$ , 8 axıtma klapanının işləmə təzyiqi  $p_{kl} = 8 \text{ MPa}$ ; paylayıcıda təzyiq düşküsi  $\Delta p_b = 0,2 \text{ MPa}$ ; drossellərin sərf əmsalı  $\mu = 0,8$  və onların keçid sahələri  $S_{dr} = 0,15 \text{ cm}^2$ . Hidromaşınların işçi təzyiqləri  $p = (8...9) \text{ MPa}$  hədələrində həcmi və mexaniki FİƏ  $\eta_m = \eta_o = 0,9$ . Mayenin sıxlığı  $\rho = 900 \text{ kq/m}^3$ . Boru kəmərinin müqavimətini nəzərə almalı.

**Göstəriş:** Drossellərdə sabit təzyiq düşküsi, moment  $M_3 < 0,8 M_2$ ;  $M_4 = 0,4 M_2$  şərtlərində yaranır.



3.42 məsələyə aid

|  |                                                                               |  |        |
|--|-------------------------------------------------------------------------------|--|--------|
|  | Dörd vəziyyətli dörd xətlilik<br>əl ilə idarə olunan hidravlik<br>paylayıcısı |  | Süzgəc |
|--|-------------------------------------------------------------------------------|--|--------|



3.43 məsələyə aid

|  |                                       |  |                     |
|--|---------------------------------------|--|---------------------|
|  | İki vəziyyətli, iki xətləli paylayıcı |  | Axın tənzimləyicisi |
|--|---------------------------------------|--|---------------------|

Cavab:  $\omega_2 = 238 \text{ san}^{-1}$ ;  $\omega_3 = 203,6 \text{ san}^{-1}$ ;  $\omega_4 = 407,2 \text{ san}^{-1}$ .

**Məsələ 3.44.** Traktorun həcmi hidravliki transmissiyası, 1 aksial-porşenli nasosu (ötürməni dəyişdirən qutunun ikinci valından hərəkətlənən). 2 və 3 aparıcı çarxlarla əlaqələndən hidromühərriklərindən ibarətdir. Sürətin idarə olunması 1 nasosu diskinin  $\gamma$  bucağının mailliyi dəyişdirilməklə əllə edilir. Traktorun hərəkət sürətinin idarə olunma sistemi aşağıdakı aqreqlatlardan ibarətdir: 4 nizamlayıcısı, bunun porşeni 1 nasosunun maili diski ilə əlaqələndirilib, 5 və 6 drosselləri, bağlayıcı-nizamlayıcı elementləri uyğun olaraq, yanacaq verici  $v$ , sürətin idarəsi dirsəkləri ilə əlaqələndirilib, köməkçi 8 nasosu ilə yaradılan  $p_i$  idarəetmə təzyiqini məhdudlaşdıran qoruyucu klapandan.

Yanacaqverici və idarəetmə dirsəklərinin müəyyən bir vəziyyətdə traktorun irəliləmə sürətini təyin etməli: mühərrikin fırlanma tezliyi  $n = 2000$  dövr/dəq; ötürməni dəyişdirən qutunun ötürmə ədədi  $i = n_{müh}/n_n = 4$ . 8 nasosunun işçi həcmi  $q_8 = 10 \text{ cm}^3$  və həcmi FİƏ  $\eta_o = 0.9$  ( $p_n = 5 \text{ MPa}$  olduqda); 5 və 6 drossellərinin sərf əmsalı  $\mu = 0,6$ ; 5 drossellinin keçid sahəsi  $S_{dr} = 0,1 \text{ sm}^2$ ; 6 drossellinin keçid sahəsi  $S_{dr6} = 0,7 \text{ sm}^2$ , diskin maksimum mailliyi  $\gamma_{max} = 300$  ( $P_N = 0$  olduqda); lingin qiyməti  $l = 70 \text{ mm}$ , 4 nizamlayıcısının yayının sərtliyi  $C_N = 0 \text{ N/mm}$ ; 4 nizamlayıcısının porşeninin sahəsi  $S_N = 2 \text{ sm}^2$ , 1 nasosunun maksimum işçi həcmi ( $\gamma = \gamma_{max}$  olduqda)  $q_{n\max} = 90 \text{ cm}^3$ ; hidromühərriklərin işçi həcmələri  $q_2 = q_3 = 800 \text{ sm}^3$ , traktorun aparıcı çarxlarının radiusları  $D_2 = 70 \text{ sm}$ , işçi mayenin sıxlığı  $\rho = 850 \text{ kq/m}^3$ .

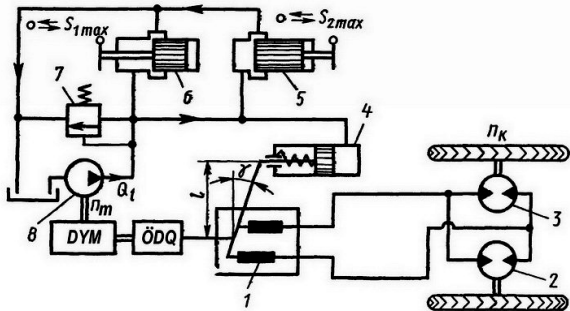
Hesablamalarda hidroxətlərdəki itkiləri nəzərə almamalı, 1 nasosunun və 2, 3 hidromühərriklərinin həcmi FİƏ  $\eta_{m\text{ hvc}} = 0,85$  qəbul etməli, 4 nizamlayıcısının yayının qabaqcadan sıxılması yoxdur; çarxların sürüşməsi və tangensial elastiklik nəzərə alınmır.

**Göstərişlər:** 1. Boruların qraf-analitik hesabı metodu ilə  $p_r$ -ni təyin etməli. Bundan ötrü 8 nasosu, 5 və 6 drossellərinin xarakteristikalarını qurub, 8 nasosunun işçi nöqtəsini bu xarakteristika üzərində təyin etməli.

2.  $p_i$  təzyiqinin alınan qiymətinə əsasən  $\gamma$  bucağını və ona uyğun gələn 1 nasosunun işçi həcmi aşağıdakı nisbətə təyin etməli:

$$\frac{q_{\max}}{q} = \frac{tg \gamma_{\max}}{tg \gamma}$$

3. Traktorun çarxlarının dövrlər sayına bərabər olan 2 və 3 hidromühərriklərin dövrlər sayını və buna əsasən traktorun sürətini təyin etməli.



3.44 məsələyə aid



**ƏLAVƏLƏR**

## ƏLAVƏ 1

## Hidravlik avadanlıqların əsas nominal parametrləri

Hidravlik avadanlıqlar və hidrintiqal üçün nominal təzyiq, işçi həcm, fırlanma tezliyi, maye sərfi, şərti keçid və tutum əsas parametrlər sayılır.

*Nominal  $p_{nom}$  təzyiqi* elə ən böyük izafi təzyiqdir ki, qurğu bu təzyiqə təyin olunmuş resurs (işləmə müddəti) ərzində öz parametrlərini müəyyən olunmuş normalar həddində saxlamaqla işləyir. DÜİST 12445-80-a uyğun olaraq nominal təzyiq (MPa) aşağıdakı sıradan seçilir:

|     |      |      |     |      |    |     |    |      |    |
|-----|------|------|-----|------|----|-----|----|------|----|
| 0,1 |      | 0,16 |     | 0,25 |    | 0,4 |    | 0,63 |    |
| 1   |      | 1,6  |     | 2,5  |    | 4   |    | 6,3  |    |
| 10  | 12,5 | 16   | 20  | 25   | 32 | 40  | 50 | 63   | 80 |
| 100 | 125  | 160  | 200 | 250  |    |     |    |      |    |

Nominal təzyiqi 0,1 MPa-a qədər olan qiymətləri R5 sırası ilə, 250 MPa-dan yuxarı isə QOST 8032-56 nın R10 sırasına üstünlük verilir. Təcrübədə daha iki təzyiq məfhumu – maksimal və pik təzyiqindən istifadə olunur.

*Maksimal təzyiq  $p_{max}$*  – nominal təzyiqi aşan və hidroavadanlığın periodik işləməsi mümkün olan ən böyük işçi təzyiqidir.

*Pik təzyiqi  $p_n$*  – qoruyucu qurğunun dinamik xarakteristikası ilə müəyyən edilən, axına ani müqavimət göstərildikdə qısa müddətə ortaya çıxan maksimal təzyiqdir.

Hidroavadanlıq qəmetikliyə  $1,25 p_{nom}$  –dan az olmayaraq, möhkəmliyə isə  $1,5 p_{nom}$  maksimal təzyiqində yoxlınılır. Hidroavadanlığı ehtiyat möhkəmliyinə yoxlamaq üçün, onu nominal təzyiqdən 3-5 dəfə çox olan, yəni  $p_{dah} \geq 3 p_{nom}$ , dağıdıcı təzyiqində sınaqdan keçirirlər. Dağıdıcı təzyiqdə sınaqdan keçmiş hidroavadanlıq istismara buraxılmır.

*Nominal işçi həcmi  $q_n$*  (həcmi nasosların, nasos mühərrik və hidromühərriklərin əsas parametri) forma və deformasiya xətləri nəzərə alınmadan hesablanmış hesabi işçi həcmdir. Nominal işçi həcm ( $\text{sm}^3$ ) aşağıdakı sıradan (Beynəlxalq İSO 3662 standartına uyğun DÜİST 13824-80) seçilir:

1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,2; 4; 5; 6,3; 8;  
 10; (11,2); 12,5; (14); 16; (18); 20; (22,4); 25; (28); 32;  
 (36); 40; (45); 50; (56); 63; (71); 80; (90);  
 100; (112); 125; (140); 160; (180); 200; (224); 250; (280); 320; (360);  
 400; (450); 500; (560); 630; (710); 800; (900);  
 1000; (1120); 1250; (1400); 1600; (1800); 2000; (2240); 2500;  
 (2800); 3200; (3600); 4000; (4500); 5000; (5600); 6300; (7100); 8000;  
 (9000).

Mötərizəsiz göstərilmiş ədədlər əsas sıraya, mötərizədə göstərilmiş ədədlər isə əlavə sıraya aiddir. Nominal işçi həcm seçilərkən əsas sıraya üstünlük verilməlidir. Nominal həcm  $1 \text{ sm}^3$ -a qədər olduqda DÜİST 8032-56-dan R10 sırasına görə,  $3000 \text{ sm}^3$ -dan artıq olduqda R20 sırasında üstünlük verilən qiymətlər seçilir. Bu halda R10 sırasına üstünlük verilir. Nominal işçi həcmələri haqqı qiymətləri göstərilənlərdən  $\pm 3\%$ -dən çox fərqlənməməlidir.

**Nominal fırlanma tezliyi  $n_{nom}$**  - təyin olunmuş normalar həddində öz parametrlərini saxlamaqla, müəyyən olunmuş iş müddəti vaxtı ərzində, ən böyük fırlanma tezliyidir. Hidromaşının nominal fırlanma tezliyinin (dəvə/dəq) qiyməti aşağıdakı sıradan (DÜİST 12446-80) seçilir:

|             |           |           |           |            |     |    |        |
|-------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----|----|--------|
|             |           |           |           |            | 0,6 |    | 0,96   |
| 1,50        |           | 2,40      |           | 3,78       | 6,0 |    | 9,6    |
| 15,0        |           | 24,0      |           | 37,8       | 60  | 75 | 96 120 |
| 150 192     | 240 300   | 378 480   | 600 750   | 960 1200   |     |    |        |
| 1500 1920   | 2400 3000 | 3780 4800 | 6000 7500 | 9600 12000 |     |    |        |
| 15000 19200 | 24000     |           |           |            |     |    |        |

Elektrik mühərriki intiqallı nasoslar üçün uyğun elektrik mühərrikinin nominal fırlanma tezliyi qəbul oluna bilər.

Hidroxət və hidroaparatların **nominal sərfi  $Q_{nom}$**  - müəyyən özlülü işçi mayenin təyin edilmiş təzyiq fərqiində sərfidir. DÜİST 13825-80 (ST SEV 520-77) uyğun olaraq nominal sərf ( $\text{dm}^3/\text{dəq}$ ) aşağıdakı sıradan seçilir:

1; 1,6; 2,5; 3,2; 4; 5; 6,3; 8;  
 10; 15,5; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80;  
 100; 125; 160; 200; 250; 320; 400; 500; 630; 800;  
 1000; 1250; 1600; 2000; 2500.

1 l/dəq-yə qədər olan nominal sərfələrin DÜİST 80332-56-da R5 sırasından, 2500 l/dəq çox olduqda R10 sırasında üstünlük verilən ədədlərdən seçilir.

**Şərti keçid  $D_y$**  – hidravlik qurğu kanalının xarakterik keçid kəsiyinin və yaxud birləşdirilən boru kəmərinin keçid kəsiyinin sahəsinə bərabər olan, çevrənin təyin olunmuş diametrlər sırasında yaxın qiymətlərə qədər yuvaqlaşdırılmış qiymətidir.

Şərti keçid (mm), DÜİST 165216-90-dan aşağıdakı sıradan seçilir:

1,0; 1,6; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0;

10; 12; 16; 20;

100; 125; 160; 200; 250.

1 mm-ə qədər olan şərti keçid qiymətləri DÜİST 6636-69, Ra 5 sırasında, 250 mm-dən çox olduqda normal xətti ölçülər Ra10 sırasından seçilir.

İstismar prosesində işçi boşluğu dolduran ən böyük maye həcminə kondisionerlərin işçi mühitin (hidroçən, hidroakkummulyator, istilik ötürücüləri və təmizləyicilər) *nominal tutumu* deyilir. Nominal  $V_{nom}$  tutumu  $dm^3$ -la aşağıdakı sıradan (DÜİST 12448-80) seçilir:

0,4; 0,63;

1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,3;

10,0; 16,0; 25,0; 40; 63,

100; 125; 160; 200; 250; 320; 400; 500; 630; 800,

1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3200; 4000; 5000; 6300; 8000;

10000; 12500; 16000; 20000; 25000.

## ƏLAVƏ 2

## Polad borular sortimenti

Soyuq dartılmış, soyuq yayılmış tikişsiz polad borular sortimenti, mm (QOST 8734...58)

| $d_n$<br>Xarici<br>diametr | $S$<br>Divarın<br>qalınlığı | $d_n$<br>Xarici<br>diametr | $S$<br>Divarın<br>qalınlığı | $d_n$<br>Xarici<br>diametr | $S$<br>Divarın<br>qalınlığı |
|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 4                          | 0,2...1,2                   | 16                         | 0,2...5                     | 28                         | 0,4...7                     |
| 5                          | 0,2...1,6                   | 17                         | 0,2...5                     | 30                         | 0,4...8                     |
| 6                          | 0,2...2,0                   | 18                         | 0,2...5                     | 32                         | 0,4...8                     |
| 7                          | 0,2...2,5                   | 19                         | 0,2...6                     | 34                         | 0,4...8                     |
| 8                          | 0,2...2,5                   | 20                         | 0,2...6                     | 35                         | 0,4...8                     |
| 9                          | 0,2...2,8                   | 21                         | 0,4...6                     | 36                         | 0,4...8                     |
| 10                         | 0,2...3,5                   | 22                         | 0,4...6                     | 38                         | 0,4...9                     |
| 11                         | 0,2...3,5                   | 23                         | 0,4...6                     | 40                         | 0,4...9                     |
| 12                         | 0,2...4                     | 24                         | 0,4...7                     | 42                         | 0,4...9                     |
| (13)                       | 0,2...4                     | 25                         | 0,4...7                     | 45                         | 0,4...10                    |
| 14                         | 0,2...4                     | 26                         | 0,4...7                     | 48                         | 0,4...10                    |
| 15                         | 0,2...5                     | 27                         | 0,4...7                     | 50                         | 0,4...12                    |

Boruların divarının qalınlığı  $S$ , mm

|       |      |       |     |     |     |     |     |
|-------|------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| (0,2) | 0,25 | 0,3   | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 1   |
| 1,2   | 1,4  | (1,5) | 1,6 | 1,8 | 2   | 2,2 | 2,5 |
| 2,8   | 3    | 3,2   | 3,5 | 4   | 4,5 | 5   | 5,5 |
| 6     | 6,5  | 7     | 7,8 | 8   | 8,5 | 9   | 9,5 |

## ƏLAVƏ 3

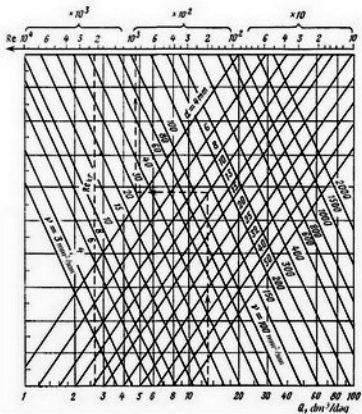
Bəzi mayelərin sıxlığı və kinematik özlülüyü

 $(p = 0,1 \text{ MPa təzyiqində})$ 

| Maye                | Temperatur,<br>°S | Sıxlıq,<br>kq/m <sup>3</sup> | Özlülük,<br>10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> /san |
|---------------------|-------------------|------------------------------|--------------------------------------------------|
| Benzin:             |                   |                              |                                                  |
| Aviasiya            | 20                | 710...780                    | 0,004...0,005                                    |
| Avtomobil           | 20                | 690...760                    | 0,0055...0,0075                                  |
| Benzol              | 20                | 870...880                    | 0,0007                                           |
| Distillə edilmiş su | 4                 | 1000                         | 0,0157                                           |
|                     | 20                | 998                          | 0,0101                                           |
|                     | 80                | 972                          | 0,0037                                           |
| Qliserin (susuz)    | 20                | 1260                         | 8,7                                              |
| Dizel yanacağı      | 20                | 830...860                    | 0,02...0,06                                      |
| Kerosin             | 20                | 790...860                    | 0,025                                            |
| Mazut               | 80                | 880...940                    | 0,43...1,2                                       |
| Aviasiya yağı       |                   |                              |                                                  |
| MS-14               | 100               | 860                          | 0,14                                             |
| MS-20               | 100               | 870                          | 0,205                                            |
| MK-22               | 100               | 880                          | 0,22                                             |
| MS-20S              | 100               | 870                          | 0,20                                             |
| Avtomobil yağı      |                   |                              |                                                  |
| AS-6                | 100               | 860                          | 0,06                                             |
| AS-8                | 100               | 870                          | 0,08                                             |
| AS-10               | 100               | 870                          | 0,10                                             |
| DS-8                | 100               | 860                          | 0,08                                             |
| DS-11               | 100               | 880                          | 0,11                                             |
| Motor yağı          |                   |                              |                                                  |
| MT-14p              | 100               | 870                          | 0,135...0,145                                    |
| MT-16p              | 100               | 870                          | 0,16...0,175                                     |
| MN-7,5              | 100               | 870                          | 0,075                                            |
| MS-6                | 50                | 850                          | 0,06                                             |
| M-20Q               | 100               |                              | 0,20                                             |

| Maye                | Temperatur,<br>°S | Sıxlıq,<br>kq/m <sup>3</sup> | Özlülük,<br>10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> /san |
|---------------------|-------------------|------------------------------|--------------------------------------------------|
| Sənaye yağı         |                   |                              |                                                  |
| İ-5A                | 50                | 890                          | 0,04...0,05                                      |
| İ-8A                | 50                | 900                          | 0,06...0,08                                      |
| İ-12A               | 50                | 880                          | 0,10...0,14                                      |
| İ-25A               | 50                | 890                          | 0,24...0,27                                      |
| İ-ZOA               | 50                | 890                          | 0,28...0,33                                      |
| İ-40A               | 50                | 895                          | 0,35...0,45                                      |
| İ-70A               | 50                | 910                          | 0,65...0,75                                      |
| İ-100A              | 50                | 920                          | 0,90...1,18                                      |
| AMQ-10 yağı         | 50                | 850                          | 0,13                                             |
| Yağlar:             |                   |                              |                                                  |
| Mil AU              | 100               | 890—900                      | 0,036                                            |
| Turbin TP-22        | 50                | 900                          | 0,20...0,24                                      |
| Turbin TP-30        | 50                | 900                          | 0,28...0,32                                      |
| Turbin TP-46        | 50                | 900                          | 0,44...0,48                                      |
| Transformator       | 50                | 880...890                    | 0,09                                             |
| Neft                | 18                | 760...900                    | 0,25...1,4                                       |
| Civə                | 15                | 13560                        | 0,0011                                           |
| Skipidar            | 16                | 870                          | 0,0183                                           |
| Etil spirti (susuz) | 20                | 790                          | 0,0151                                           |
| Çuqun               | 1300              | 7000                         | 0,011                                            |

## ƏLAVƏ 4

Şəkil Ə-5.1. Reynolds ədədini  $Re$  təyin etmək üçün nomogram



## ƏLAVƏ 5

# **HİDRAVLİK İNTİQALIN VƏ ONUN TƏRKİBİNDƏ OLAN AVADANLIĞIN TAM FİƏ VƏ ONUN TƏŞKİLEDİCİLƏRİNİN HESABLAMA DÜSTURLARI**

Hidrointiqaalın əsas hidroenergetik göstəricisi onun FİƏ-dir. Giriş və çıxış bəndlərində fırlanma hərəkəti olan ötürmələr üçün eləcə də ötürmə ədədi və momentin transformasiyası əmsalı əsas hesab edilir.

Hidrointiqaalın və onun tərkibində olan avadanlıqların tam FİƏ və onun təşkiledicilərini hesablamaq üçün aşağıda düsturlar verilib:

1) bütövlüklə hidrointiqaal üçün:

– tam FİƏ:

$$\begin{aligned}\eta_{in} &= \eta_n \cdot \eta_m \cdot \eta_x = \eta_{in\ h\ \acute{a}\ c} \cdot \eta_{in\ h} \cdot \eta_{in\ m\ e\ x} = \\ &= (\eta_{n\ h\ \acute{a}\ c} \cdot \eta_{n\ m\ e\ x} \cdot \eta_{n\ h}) (\eta_{m\ h\ \acute{a}\ c} \cdot \eta_{m\ m\ e\ x} \cdot \eta_{m\ h}) (\eta_{x\ h\ \acute{a}\ c} \cdot \eta_{x\ h});\end{aligned}\quad (1)$$

– həcmi FİƏ:

$$\eta_{in\ h\ \acute{a}\ c} = \eta_{n\ h\ \acute{a}\ c} \cdot \eta_{m\ h\ \acute{a}\ c} \cdot \eta_{x\ h\ \acute{a}\ c};\quad (2)$$

– hidravliki FİƏ:

$$\eta_{in\ h} = \eta_{n\ h} \cdot \eta_{m\ h} \cdot \eta_{x\ h};\quad (3)$$

– mexaniki FİƏ:

$$\eta_{in\ m\ e\ x} = \eta_{n\ m\ e\ x} \cdot \eta_{m\ m\ e\ x};\quad (4)$$

2) nasos üçün FİƏ:

$$\eta_n = \eta_{n\ h\ \acute{a}\ c} \cdot \eta_{n\ m\ e\ x} \cdot \eta_{n\ h};\quad (5)$$

3) mühərrik üçün FİƏ:

$$\eta_m = \eta_{m\ h\ \acute{a}\ c} \cdot \eta_{m\ m\ e\ x} \cdot \eta_{m\ h};\quad (6)$$

4) hidroxətlər üçün FİƏ:

$$\eta_x = \eta_{x\ h\ \acute{a}\ c} \cdot \eta_{x\ h};\quad (7)$$

Təcrübədə çox vaxt hidravlik və mexaniki FİƏ ayrılıqda yox, onların hasilindən istifadə olunur, məsələn:

$$\begin{aligned}\eta_{in} &= \eta_n \cdot \eta_m \cdot \eta_x = \eta_{in\ h\ \acute{a}\ c} \cdot \eta_{in\ h} \cdot \eta_{in\ m\ e\ x} = \\ &= (\eta_{n\ h\ \acute{a}\ c} \cdot \eta_{n\ m\ e\ x} \cdot \eta_{n\ h}) (\eta_{m\ h\ \acute{a}\ c} \cdot \eta_{m\ m\ e\ x} \cdot \eta_{m\ h}) (\eta_{x\ h\ \acute{a}\ c} \cdot \eta_{x\ h}) = \\ &= (\eta_{n\ h\ \acute{a}\ c} \cdot \eta_{n\ h\ m\ e\ x}) (\eta_{m\ h\ \acute{a}\ c} \cdot \eta_{m\ h\ m\ e\ x}) (\eta_{x\ h\ \acute{a}\ c} \cdot \eta_{x\ h}).\end{aligned}\quad (8)$$

## ƏLAVƏ 6

Hidravlik avadanlıqların hidravlik sxemlərdə  
şərti işarələri

Cədvəl Ə.6.1

## Hidromühərriklərinin şərti işarələri

| Hidromühərrik             | Təyinatı                                                                                                                      | Şərti işarə                                                                                                                                                            |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hidromotor                | Çıxış bəndi qeyri məhdud fırlanma hərəkətli həcmli hidromühərrik                                                              |                                                                                       |
| Tənzimlənən hidromotor    | Tənzimlənən işçi həcmli hidromotor<br>1) sabit istiqamətdə fırlanma valı ilə<br><br>2) dəyişən istiqamətdə fırlanma valı ilə  | <br> |
| Tənzimlənməyən hidromotor | Tənzimlənməyən işçi həcmli hidromotor<br>1) sabit istiqamətdə fırlanan val ilə<br><br>2) dəyişən istiqamətdə fırlanan val ilə | <br> |

Cədvəl Ə.6.2

**Nasoslarının şərti işarələri**

| Nasos                      | Təyinatı                                                                               | Şərti işarə                                                                           |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Sabit verimli nasos        | İşçi həcmi tənzimlənməyən həcmi hidromaşın<br>1) axın bir istiqamətlidir               |    |
|                            | 2) axın reversivdir (iki istiqamətlidir)                                               |  |
| Verimi tənzimlənən nasos   | İşçi həcmi tənzimlənən həcmi hidromaşın<br>1) axının sabit istiqamətində               |  |
|                            | 2) axının reversiv istiqamətində                                                       |  |
| Tənzimlənməyən nasos-motor | İşçi həcmi tənzimlənməyən hidromaşın<br>1) axının bir istiqamətində (reversivlənməyən) |  |
|                            | 2) axının müxtəlif istiqamətində                                                       |  |

## Bəzi klapanların şərti işarələri

| Adı                                                                                      | Şərti işarələr                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Tənzimləyici hissə<br>Normal bağlı                                                       |    |
| Normal açıq                                                                              |    |
| Xüsusi idarə olunan qoruyucu klapan<br>Düz təsirli                                       |    |
| Əks təsirli                                                                              |    |
| Ayrıca hidroxətdən əlavə təzyiqin verilməsi ilə                                          |    |
| Basqılı klapan                                                                           |    |
| Yayın qüvvəsindən asılı çıxışda təzyiqi sabit saxlayan reduksion hidravlik klapan        |    |
| İdarəetmə təzyiqindən P1 asılı çıxışda təzyiqi sabit saxlayan reduksion hidravlik klapan |    |
| Avtomatik idarə olunan basqılı klapanlı drossel                                          |   |
| Avtomatik idarəolunan basqılı klapanlı və qoruyucu klapanlı drossel                      |  |
| Əks klapan                                                                               |  |

**Güc hidrosilindrlərinin şərti işarələri**

| Hidrosilindr                                           | Konstruktiv ifadəyə görə                                  | Şərti işarə                                                                         |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Bir təsirli                                            | Ştokun geri qayıtma üsulu göstərilməyən                   |    |
|                                                        | Ştokun yayla geri qaytarılması                            |    |
|                                                        | Plunjerli                                                 |    |
|                                                        | Teleskopik                                                |    |
| İki təsirli                                            | Birtərəfli ştoklu                                         |    |
|                                                        | İkitərəfli ştoklu                                         |    |
|                                                        | Teleskopik                                                |    |
| Dempfer quruluşla dayandırılan sistemlə təchiz edilmiş | Gedişin sonunda bir tərəfdən sabit dayandırılan           |    |
|                                                        | Gedişin sonunda iki tərəfdən sabit dayandırılan           |    |
|                                                        | Gedişin sonunda bir tərəfdən tənzimlənmə ilə dayandırılan |   |
|                                                        | Gedişin sonunda iki tərəfdən tənzimlənmə ilə dayandırılan |  |

## Hidropaylayıcıların şərti işarələri

| Adı                                                                                                                      | İşarəsi |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| <i>İkivəziyyətli</i><br>Dördxətli bölüşdürücü<br>yumrucudan yayla geri qaytarılan<br>idarə etməli                        |         |
| Dəstədən fiksasiya ilə                                                                                                   |         |
| İki elektromaqnitdən                                                                                                     |         |
| <i>Üçvəziyyətli</i><br>İlkin vəziyyətdə axının qapanması<br>ilə dördxətli paylayıcı<br>əl ilə idarə olunan fiksasiya ilə |         |
| Elektromaqnitlə idarə olunan                                                                                             |         |
| Dördxətli paylayıcı<br>köməkçi bölüşdürücü vasitəsilə<br>elektrohidravliki idarəetmə                                     |         |
| Elektrohidravliki idarəetmə ilə<br>fasilsiz təsirli drosselləyici<br>bölüşdürücü                                         |         |
| Dəstədən fiksatorla idarə olunan<br>paylayıcı                                                                            |         |
| İki elektromaqnitdən idarə olunan                                                                                        |         |
| İki köməkçi paylayıcı ilə<br>elektrohidravliki idarə olunan                                                              |         |

## ƏLAVƏ 7

## BEYNƏLXALQ ÖLÇÜ VAHİDLƏRİ (SI)

## Müxtəlif sistemlərin vahidlər arasındakı əlaqələri.

1963-cü il yanvarın 1-dən dünyanın əksər ölkələrində beynəlxalq ölçü vahidlər sistemi (SI) qəbul edilmişdir. Bu ölçü vahidlər sistemi əsas vahidləri – metr, kiloqram (kütlə), saniyə, amper, Kelvin dərəcəsi. İngiltərədə və ABŞ-da bu vaxta kimi ənənəvi qeyrimetrik ölçü vahidlərindən istifadə olunur.

Cədvəl Ə.7.1

Müxtəlif sistemlərin ölçü vahidlərini Beynəlxalq ölçü vahidlərinə çevirmək üçün cədvəl

| Parametrlər | Ölçmə vahidi     | Ölçmə vahidin şerti işarəsi |                                 |                                                         | BS ölçü vahidlə qiyməti      |
|-------------|------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------|
|             |                  | azərbaycanca                | latınca və ya ingiliscə         | rusca                                                   |                              |
| Zaman       | Saniyə           | san                         | s                               | сек                                                     | 1 san                        |
|             | Dəqiqə           | dəq                         | min                             | мин                                                     | 60 san                       |
|             | Saat             | saat                        | h                               | ч                                                       | 3600 san                     |
| Təzyiq      | Paskal           | N/m <sup>2</sup> (Pa)       | N/m <sup>2</sup>                | H/m <sup>2</sup> (Па)                                   | 1 Pa                         |
|             | Bar              | bar                         | bar                             | бар                                                     | 10 <sup>5</sup> Pa           |
|             | Texniki atmosfer | at                          | at və ya<br>kgf/cm <sup>2</sup> | am və ya<br>кгс/см <sup>2</sup> ;<br>кг/см <sup>2</sup> | 9,80665 · 10 <sup>4</sup> Pa |

Ə.7.1 cədvəlinin davamı

| Parametrlər | Ölçmə vahidi                     | Ölçmə vahidin şorti işarəsi |                       |                         | BS ölçü vahidlə<br>qiyməti |
|-------------|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------------|
|             |                                  | azərbaycanca                | latınca               | rusca                   |                            |
| Təzyiq      | Fiziki atmosfer                  | atm                         | atm                   | атм                     | $1,01324 \cdot 10^5$ Pa    |
|             | Millimetr cıvə sütunu            | mm cıvə süt.                | mm Hg                 | мм рт. ст.              | 133,322 Pa                 |
|             | Millimetr su sütunu              | mm su süt.                  | mm H <sub>2</sub> O   | мм вод. ст.             | 9,80665 Pa                 |
|             | Funt-qüvvə bölünsün kvadrat fut  | –                           | lbf/ft <sup>2</sup>   | –                       | 47,8803 Pa                 |
|             | funt-qüvvə bölünsün kvadrat düym | –                           | lbf/in <sup>2</sup>   | –                       | 6894,76 Pa                 |
|             | Fut su sütunu                    | –                           | ft H <sub>2</sub> O   | –                       | 2989,07 Pa                 |
|             | Düym su sütunu                   | –                           | in H <sub>2</sub> O   | –                       | 249,089 Pa                 |
|             | Düym cıvə sütunu                 | –                           | in Hg                 | –                       | 3386,39 Pa                 |
|             | Pyeza                            | –                           | t/(m·s <sup>2</sup> ) | τ/(м·сек <sup>2</sup> ) | 1000 Pa                    |
| Məsafə      | Metr                             | m                           | m                     | м                       | 1 m                        |
|             | Yard                             | –                           | yd                    | –                       | 0,9144 m                   |
|             | Fut                              | –                           | ft                    | –                       | 0,3048 m                   |
|             | Düym                             | –                           | in                    | –                       | 0,0254 m                   |
| Kütlə       | Kiloqram                         | kq                          | kg                    | кг                      | 1 kq                       |



Ə.7.1 cədvəlinin davamı

| Parametrlər | Ölçmə vahidi                                       | Ölçmə vahidin şərti işarəsi |                    |       | BS ölçü vahidlə qiyməti      |
|-------------|----------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------|-------|------------------------------|
|             |                                                    | azərbaycanca                | latınca            | rusca |                              |
| Kütlə       | Funt (ticarət) (16 unsiya, 256 dirhəm, 17000 gran) | –                           | lb (UK)<br>lb (US) | –     | 0,4536 kq                    |
|             | Gran                                               | –                           | gr                 | –     | $64,7989 \cdot 10^{-6}$ kq   |
|             | Unsiya (ticarət)                                   | –                           | oz                 | –     | $28,3495 \cdot 10^{-3}$ kq   |
|             | Ton (uzun)                                         | –                           | ton                | –     | 1016,05 kq                   |
|             | Ton (qısa)                                         | –                           | sh.ton             | –     | 907,185 kq                   |
|             | Troya unsiyası                                     | –                           | oz tr              | –     | $31,1035 \cdot 10^{-3}$ kq   |
|             | Aptek unsiyası                                     | –                           | oz apoth           | –     | $31,1035 \cdot 10^{-3}$ kq   |
|             | Sentner (uzun)                                     | –                           | cwt                | –     | 50,8023 kq                   |
|             | Sentner (qısa)                                     | –                           | sh-cwt             | –     | 45,3592 kq                   |
| Güc         | Vatt                                               | Vt                          | W                  | Вт    | 1 Vt                         |
|             | At qüvvəsi                                         | –                           | –                  | л. с. | 735,499 Vt<br>(75 kQ·m /san) |
|             | Fut- paundal saniyədə                              | –                           | ft-pdl /s          | –     | 0,0421 Vt                    |
|             | Fut - funt qüvvə saniyədə                          | –                           | ft-lbf /s          | –     | 1.3558 Vt                    |
|             | At qüvvəsi (ingilis)                               | –                           | hp                 | –     | 745,7 Vt                     |
|             | Britaniya istilik vahidi saatda                    | –                           | Btu / h            | –     | 0,2931 Vt                    |

Ə.7.1 cədvəlinin davamı

| Parametrlər   | Ölçmə vahidi            | Ölçmə vahidin şerti işarəsi |                 |                 | BS ölçü vahidlə qiyməti                 |
|---------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------------------|
|               |                         | azərbaycanca                | latınca         | rusca           |                                         |
| Qüvvə momenti | Nyuton-metr             | N·m                         | N·m             | Нм              | 1 N·m                                   |
|               | Kiloqram qüvvə-metr     | kq·m; kQ·m                  | kgf·m           | кгс·м;<br>кГ·м  | 9,8066 N·m                              |
|               | Funt qüvvə fut          |                             | lbf·ft          |                 | 1,3558 N·m                              |
| Həcm          | Kub-metr                | m <sup>3</sup>              | m <sup>3</sup>  | м <sup>3</sup>  | 1 m <sup>3</sup>                        |
|               | Kub-santimetr           | sm <sup>3</sup>             | cm <sup>3</sup> | см <sup>3</sup> | 10 <sup>-6</sup> m <sup>3</sup>         |
|               | Litr                    | l                           | l               | л               | 1,00003·10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup> |
|               | Kub yard                | –                           | yd <sup>3</sup> | –               | 0,7645 m <sup>3</sup>                   |
|               | Kub fut                 | –                           | ft <sup>3</sup> | –               | 0,0283 m <sup>3</sup>                   |
|               | Kub düym                | –                           | in <sup>3</sup> | –               | 16,3871 sm <sup>3</sup>                 |
|               | Qallon (ingilis)        | –                           | gal (UK);       | –               | 0,0045 m <sup>3</sup>                   |
|               | Pinta (ingilis)         | –                           | pt (UK)         | –               | 568,261 sm <sup>3</sup>                 |
|               | Maye unsiyası (ingilis) | –                           | fl.oz (UK)      | –               | 28,413 sm <sup>3</sup>                  |
|               | Qallon (ABŞ)            | –                           | gal (US)        | –               | 0,00378543 m <sup>3</sup>               |
|               | Maye pinta (ABŞ)        | –                           | lig.pt (US)     | –               | 473,179 sm <sup>3</sup>                 |
|               | Maye unsiya (ABŞ)       | –                           | fl.oz (US)      | –               | 29,5737 sm <sup>3</sup>                 |
|               | Neft bareli (ABŞ)       | –                           | –               | –               | 0,158988 m <sup>3</sup>                 |
| Sahə          | Kvadrat-metr            | m <sup>2</sup>              | m <sup>2</sup>  | м <sup>2</sup>  | 1 m <sup>2</sup>                        |
|               | Kvadrat-santimetr       | sm <sup>2</sup>             | cm <sup>2</sup> | см <sup>2</sup> | 10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup>         |
|               | Kvadrat-yard            | –                           | yd <sup>2</sup> | –               | 0,836127 m <sup>2</sup>                 |

## Ə.7.1 cədvəlinin davamı

| Parametrlər          | Ölçmə vahidi                                       | Ölçmə vahidin şorti işarəsi                                              |                                    |                                                                                   | BS ölçü vahidlə qiyməti                      |
|----------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
|                      |                                                    | azərbaycanca                                                             | latınca                            | rusca                                                                             |                                              |
| Sahə                 | Kvadrat fut                                        | –                                                                        | ft <sup>2</sup>                    | –                                                                                 | 0,092903 m <sup>2</sup>                      |
|                      | Kvadrat düym                                       | –                                                                        | in <sup>2</sup>                    | –                                                                                 | 6,4516 c sm <sup>2</sup>                     |
| Sıxlıq (həcmi kütlə) | Kiloqram bölünsün kub-metr                         | kq / m <sup>3</sup>                                                      | kg/m <sup>3</sup>                  | кг / м <sup>3</sup>                                                               | 1 kq/m <sup>3</sup>                          |
|                      | Kiloqram qüvvə saniyə kvadrat bölünsün metr üstə 4 | kq·s <sup>2</sup> /m <sup>4</sup> ;<br>kQ·s <sup>2</sup> /m <sup>4</sup> | kgf·s <sup>2</sup> /m <sup>4</sup> | кгс · сек <sup>2</sup> /м <sup>4</sup> ;<br>кГ · сек <sup>2</sup> /м <sup>4</sup> | 9,80665 kq/m <sup>3</sup>                    |
|                      | Funt bölünsün kub-fut                              | –                                                                        | lb/ft <sup>3</sup>                 | –                                                                                 | 16,0185 kq/m <sup>3</sup>                    |
| İş, enerji           | Coul                                               | C                                                                        | J                                  | Дж                                                                                | 1 C (1 N·m)                                  |
|                      | Kiloqram qüvvə - metr                              | kq·m;<br>kQ·m                                                            | kgf·m                              | кгс·м <sup>4</sup> ;<br>кГ·м <sup>4</sup>                                         | 9,8066 C                                     |
|                      | Vatt-saat                                          | Vt·saat                                                                  | W·h                                | Вт·ч                                                                              | 3,6·10 <sup>3</sup> C                        |
|                      | Fut- paundal                                       | –                                                                        | ft·pal                             | –                                                                                 | 0,0421 C                                     |
|                      | Fut - funt-qüvvə                                   | –                                                                        | ft·lbf                             | –                                                                                 | 1,3558 C                                     |
| Sərf                 | Kub-metr saniyədə                                  | m <sup>3</sup> /san                                                      | m <sup>3</sup> /s                  | м <sup>3</sup> /сек                                                               | 1 m <sup>3</sup> /san                        |
|                      | Kub-santimetr saniyədə                             | sm <sup>3</sup> /san                                                     | cm <sup>3</sup> /s                 | см <sup>3</sup> /сек                                                              | 1·10 <sup>-6</sup> m <sup>3</sup> /san       |
|                      | Litr dəqiqədə                                      | l/ dəq                                                                   | l/ min                             | л /мин                                                                            | 16,667·10 <sup>-6</sup> m <sup>3</sup> /san  |
|                      | Kub fut dəqiqədə                                   | –                                                                        | ft <sup>3</sup> /min               | –                                                                                 | 471,947·10 <sup>-6</sup> m <sup>3</sup> /san |

Ə.7.1 cədvəlinin davamı

| Parametrlər | Ölçmə vahidi                      | Ölçmə vahidin şerti işarəsi              |                      |                                        | BS ölçü vahidlə qiyməti                             |
|-------------|-----------------------------------|------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------|
|             |                                   | azərbaycanca                             | latınca              | rusca                                  |                                                     |
| Sərf        | Qallon (ingilis) dəqiqədə         | –                                        | gal (UK) /min        | –                                      | $75,768 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{san}$       |
|             | Qallon (ABŞ) dəqiqədə             | –                                        | gal (US)/ min        | –                                      | $63,0905 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{san}$      |
| Qüvvə, çəki | Nyuton                            | N                                        | N                    | H                                      | 1N ( $1 \text{ kq} \cdot \text{m} / \text{san}^2$ ) |
|             | Kiloqram-qüvvə                    | kq; kQ                                   | kgf                  | кrc; кГ                                | 9,8066 N                                            |
|             | Paundal                           | –                                        | pdl                  | –                                      | 0,1382 N                                            |
|             | Funt- qüvvə                       | –                                        | lbt                  | –                                      | 4,4482 N                                            |
| Sürət       | Metr saniyədə                     | m/san                                    | m/s                  | m/cek                                  | 1 m/san                                             |
|             | Fut saniyədə                      | –                                        | ft/ s                | –                                      | 0,3048 m/san                                        |
| Xüsusi çəki | Nyuton bölünsün kub-metr          | N /m <sup>3</sup>                        | N /m <sup>3</sup>    | H/m <sup>3</sup>                       | 1 N/m <sup>3</sup>                                  |
|             | Qram-qüvvə bölünsün santimetr-kub | qq/sm <sup>3</sup>                       | –                    | rc/cm <sup>3</sup>                     | $9,8066 \cdot 10^3 \text{ N/m}^3$                   |
|             | Kiloqram-qüvvə bölünsün metr-kub  | kq; /m <sup>3</sup> ; kQ /m <sup>3</sup> | kgf/ m <sup>3</sup>  | krc/m <sup>3</sup> ; кГ/m <sup>3</sup> | $9,8066 \text{ N/m}^3$                              |
|             | Funt- qüvvə bölünsün kub-fut      | –                                        | lbf /ft <sup>3</sup> | –                                      | $157,087 \text{ N/m}^3$                             |
| Təcil       | Metr bölünsün saniyə kvadratda    | m/san <sup>2</sup>                       | m/ s <sup>2</sup>    | m/cek <sup>2</sup>                     | 1 m/san <sup>2</sup>                                |

Ə.7.1 cədvəlinin davamı

| Parametrlər           | Ölçmə vahidi                                                       | Ölçmə vahidin şerti işarəsi                                     |                                                                |                                                               | BS ölçü vahidlə qiyməti                                        |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
|                       |                                                                    | azərbaycanca                                                    | latınca                                                        | rusca                                                         |                                                                |
| Təcil                 | Fut bölünsün saniyə kvadratda                                      | –                                                               | $\text{ft} / \text{s}^2$                                       | –                                                             | $0,3048 \text{ m/san}^2$                                       |
| Temperatur            | Kelvin dərəcəsi                                                    | K                                                               | K, deg                                                         | K, град                                                       | 1 K                                                            |
|                       | Selsi dərəcəsi                                                     | °S                                                              | °C, deg                                                        | °C, град                                                      | $T \text{ K} = t^{\circ}\text{C} + 273,15$                     |
|                       | Renkin dərəcəsi                                                    | –                                                               | °R                                                             | –                                                             | $T \text{ K} = (9/5) t^{\circ}\text{R}$                        |
|                       | Farenqeyt dərəcəsi                                                 | –                                                               | °F                                                             | –                                                             | $T \text{ K} = (9/5) \times (t^{\circ}\text{F} - 32) + 273,15$ |
|                       | Reomür dərəcəsi                                                    | –                                                               | °Rm                                                            | –                                                             | $T \text{ K} = (5/4) t^{\circ}\text{Rm} + 273,15$              |
| İstilik miqdarı       | Coul                                                               | C                                                               | J                                                              | Дж                                                            | 1 C                                                            |
|                       | Kilokalori                                                         | kcal                                                            | kcal                                                           | ккал                                                          | $4,1868 \cdot 10^3 \text{ C}$                                  |
|                       | Britaniya istilik vahidi                                           | –                                                               | Btu                                                            | –                                                             | $1055,06 \text{ C}$                                            |
| İstilik vermə əmsalı  | Vatt bölünsün metr kvadrat-dərəcə                                  | $\text{Vt} / (\text{m}^2 \cdot \text{dər})$                     | $\text{W} / (\text{m}^2 \cdot \text{deg})$                     | $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{град})$                  | $1 \text{ Vt} / (\text{m}^2 \cdot \text{dər})$                 |
| İstilik ötürmə əmsalı | Kilokalori bölünsün metr kvadrat -saat-dərəcə                      | $\text{kcal} / (\text{m}^2 \cdot \text{saat} \cdot \text{dər})$ | $\text{kcal} / (\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{deg})$   | $\text{ккал} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град})$ | $1,1630 \text{ Vt} / (\text{m}^2 \cdot \text{dər})$            |
|                       | Britaniya istilik vahidi bölünsün saniyə - kvadrat fut - Far. dər. | –                                                               | $\text{Btu} / (\text{s} \cdot \text{ft}^2 \cdot \text{deg F})$ | –                                                             | $20441,7 \text{ Vt} / (\text{m}^2 \cdot \text{dər})$           |

## Ə.7.1 cədvəlinin davamı

| Parametrlər              | Ölçmə vahidi                                                     | Ölçmə vahidin şərti işarəsi     |                                |                                       | BS ölçü vahidlə qiyməti              |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
|                          |                                                                  | azərbaycanca                    | latınca                        | rusca                                 |                                      |
| İstilik keçirmə əmsalı   | Vatt bölünün metr - dərəcə                                       | $Wt/(m \cdot dər)$              | $W/(m \cdot deg)$              | $Вт/(м \cdot град)$                   | $1 Wt/(m \cdot dər)$                 |
|                          | Kilokalori bölünün metr -saat-dərəcə                             | $kcal/(m \cdot saat \cdot dər)$ | $kcal/(m \cdot h \cdot deg)$   | $\frac{kcal}{(м \cdot ч \cdot град)}$ | $1,1630 Wt/(m \cdot dər)$            |
|                          | Britaniya istilik vahidi bölünün saniyə - fut-Farenqeyt dərəcəsi | –                               | $Btu/(s \cdot ft \cdot deg F)$ | –                                     | $6230,64 Wt/(m \cdot dər)$           |
| Temperatur ötürmə əmsalı | Metr-kvadrat bölünün saniyə                                      | $m^2/san$                       | $m^2/s$                        | $м^2/сек$                             | $1 m^2/san$                          |
|                          | Fut-kvadrat bölünün saniyə                                       | –                               | $\frac{ft^2}{s}$               | –                                     | $0,0929 m^2/san$                     |
| Xüsusi istilik tutumu    | Coul bölünün kiloqram-dərəcəyə                                   | $C/(kq \cdot dər)$              | $J/(kg \cdot deg)$             | $Дж/(кг \cdot град)$                  | $1 C/(kq \cdot dər)$                 |
|                          | Kilokalori bölünün kiloqram-dərəcəyə                             | $kcal/(kq \cdot dər)$           | $kcal/(kg \cdot deg)$          | $\frac{kcal}{(кг \cdot град)}$        | $4,1868 \cdot 10^3 C/(kq \cdot dər)$ |
|                          | Britaniya istilik vahidi bölünün funt - Farenqeyt dərəcəsi       | –                               | $Btu/(lb \cdot deg F)$         | –                                     | $4186,8 C/(kq \cdot dər)$            |

## ƏLAVƏ 8

**Hidravlik intiqallar və hidroavtomatika üzrə qısa  
Rus - Azərbaycan - İngiliscə lüğət**

| Rusça                              | Azərbaycanca                    | İngiliscə                    |
|------------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| Адиабатический процесс             | Adiabatik proses                | Adiabatic process            |
| Аксиально-поршневой гидромотор     | Aksial-porşenli hidromotor      | Axial-piston motor           |
| Аксиально-поршневой насос          | Aksial-porşenli nasos           | Axial-piston pump            |
| Армированная манжета               | Armirləşdirilmiş manjet         | Reinforced lip-type seal     |
| Бескассетная манжета –             | Kasetsiz manjet                 | Resin-fit seal               |
| Бесконтактное уплотнение           | Kontaktsiz kipləşdirici         | Non-contact seal             |
| Брызговое кольцо, брызговик        | Sıçradıcı həlqə                 | Splash ring                  |
| Бульдозер                          | Buldozer                        | Dozer, bulldozer             |
| Вакуум-насос                       | Vakuum-nasos                    | Vacuum pump                  |
| Вентилятор                         | Ventilyator                     | Fan                          |
| Винтовой гидромотор                | Vintlil hidromotor              | Screw motor                  |
| Винтовой насос                     | Vintlil nasos                   | Screw pump                   |
| Влажность                          | Nəmlik (rütubət)                | Humidity                     |
| Влажность воздуха                  | Hava nəmliyi                    | Atmospheric humidity         |
| Войлочное уплотнение               | Keçəli kipləşdirici             | Felt seal                    |
| Всасывающая линия                  | Sorma xətti                     | Intake line                  |
| Вязкость                           | Özlülük                         | Viscosity                    |
| Гидравлическая фрикционная муфта   | Hidravlik friksion mufta        | Oil-actuated friction clutch |
| Гидравлический привод, гидропривод | Hidravlik intiqal, hidrointiqal | Hydraulic power drive        |
| Гидравлическое сопротивление       | Hidravlik müqavimət             | Hydraulic resistance         |
| Гидроаккумулятор                   | Hidroakkumulyator               | Hydraulic accumulator        |
| Гидроаппарат                       | Hidravlik aparat, hidroaparat   | Hydraulic control valve      |
| Гидродинамический привод           | Hidrodinamik intiqal            | Hydrodynamic power drive     |
| Гидролиния, линия, магистраль      | Hidravlik xətt, boru kəməri     | Hydraulic line, line         |
| Гидромотор                         | Hidromotor                      | Hydraulic motor              |

| <b>Rusça</b>                                                               | <b>Azərbaycanca</b>                                   | <b>İngiliscə</b>                  |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Гидропреобразователь,<br>преобразователь давления                          | Hidravlik çevirici,<br>hidravlik təzyiq<br>çeviricisi | Hydraulic transformer             |
| Гидрораспределитель                                                        | Hidravlik paylayıcı                                   | Hydraulic distribution<br>valve   |
| Гидростатическое давление                                                  | Hidrostatik təzyiq                                    | Hydrostatic pressure              |
| Гидроцилиндр,<br>гидравлический цилиндр;<br>цилиндр                        | Hidravlik silindr,<br>hidrosilindr                    | Hydraulic cylinder                |
| Градиент скорости потока                                                   | Axın sürətinin<br>qradienti                           | Flow velocity gradient            |
| Грейдер                                                                    | Qreyder                                               | (Motor) grader                    |
| Грузовой гидроаккумулятор                                                  | Yük<br>hidroakkumulyatoru                             | Weighted hydraulic<br>accumulator |
| Гусеничный трактор                                                         | Tırtıllı traktor                                      | Crawler tractor                   |
| Давление                                                                   | Təzyiq                                                | Pressure                          |
| Двигатель внутреннего<br>сгорания                                          | Daxili yanma<br>mühərriki                             | Combustion engine                 |
| Дренажная линия                                                            | Axıdıcı xətt                                          | Drain line                        |
| Дросселирование                                                            | Drosselləmə                                           | Throttling                        |
| Дроссель                                                                   | Drossel                                               | Throttle                          |
| Жидкость                                                                   | Maye                                                  | Liquid                            |
| Золотник                                                                   | Zolotnik                                              | Spool valve, slide valve          |
| Игольчатая маслёнка                                                        | İynəli yağdan                                         | Needle-valve drip-feed<br>oilier  |
| Изобарический процесс                                                      | İzobarik proses                                       | Constant-pressure<br>process      |
| Изотермический процесс                                                     | İzotermik proses                                      | Isothermal process                |
| Изохорический процесс                                                      | İzoxorik proses                                       | Isovolumic process                |
| Индустриальное масло                                                       | Sənaye sürtgü yağı                                    | Industrial oil                    |
| Испарение                                                                  | Buxarlanma                                            | Evaporation<br>vaporization       |
| Истечение жидкости                                                         | Mayenin (dəlikdən)<br>axması                          | Outflow                           |
| Кальциевый пластичный<br>смазочный материал,<br>кальциевая смазка, солидол | Solidol, sodium plastik<br>sürtgü                     | Lime-soap grease                  |



| Rusça                                                          | Azərbaycanca                       | İngiliscə                           |
|----------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Капельное смазывание,<br>капельная смазка                      | Damcılı yağlama,<br>damcılı sürtgü | Drip-feed lubrication               |
| Капилляр                                                       | Kapilyar                           | Capillary tube                      |
| Кинематическая вязкость                                        | Kinematik özlülük                  | Cinematic viscosity                 |
| Кипение                                                        | Qaynama                            | Boiling                             |
| Клапан                                                         | Klapan                             | Seat valve                          |
| Клапан давления                                                | Təzyiq klapanı                     | Pressure control valve              |
| Колёсный трактор                                               | Çarxlı traktor                     | Wheel (-type) tractor               |
| Коловратный гидромотор                                         | Rotorlu hidromotor                 | Rotary abutment motor               |
| Коловратный насос                                              | Hərnlənən nasos                    | Rotary abutment pump                |
| Колпак-заглушка                                                | Tıxac                              | Bonnet                              |
| Компрессор                                                     | Kompressor                         | Air compressor                      |
| Конвективный теплообмен                                        | Konvektiv istilik ötürmə           | Convection of heat                  |
| Конденсация                                                    | Kondensasiya<br>(mayeləşmə)        | Condensation                        |
| Контактное уплотнение                                          | Kontaktlı kipləşdirici             | Contact seal                        |
| Коэффициент динамической<br>вязкости, динамическая<br>вязкость | Dinamik özlülük əmsali             | Dynamic coefficient of<br>viscosity |
| Коэффициент линейного<br>расширения                            | Xətti genişlənmə əmsali            | Coefficient of lineal<br>expansion  |
| Коэффициент объемного<br>расширения                            | Həcmi genişlənmə<br>əmsali         | Coefficient of cubical<br>expansion |
| Коэффициент сопротивления                                      | Müqavimət əmsali                   | Resistance coefficient              |
| Коэффициент<br>теплопроводности                                | İstilikkeçirmə əmsali              | Thermal conductivity                |
| Кран                                                           | Kran                               | Rotary valve                        |
| Крест                                                          | Xaç, dördəğzlı boru                | Cross                               |
| Кристаллизация                                                 | Kristallaşma                       | Crystallization                     |
| Лабиринтное уплотнение                                         | Labirintl kipləşdirici             | Labyrinth seal                      |
| Ламинарный поток                                               | Laminar axın                       | Laminar flow,<br>streamline flow    |
| Лобовое сопротивление                                          | Qarşı müqavimət                    | Drag                                |
| Лопаточный (пластинчатый)<br>насос                             | Lövhəli nasos                      | Vane pump, wing pump                |
| Лопаточный гидромотор                                          | Lövhəli hidromotor                 | Impeller-type hydraulic<br>motor    |

| Rusça                                                                | Azərbaycanca                          | İngiliscə                         |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| Лучистый теплообмен                                                  | Şüalı (şüalanma ilə) istilik ötürmə   | Radiation                         |
| Мазеудерживающее кольцо                                              | Yağ saxlayan həlqə                    | Grease-retaining ring             |
| Манжетное уплотнение, манжета                                        | Manjetli kipləşdirici, manjet         | Lip-type seal                     |
| Манометр                                                             | Manometr                              | Pressure gage, manometer          |
| Марка масла                                                          | Yağın markası                         | Oil grade                         |
| Маслораспределитель                                                  | Yağ paylayıcısı                       | Oil distributor                   |
| Масляная ванна                                                       | Yağlama vannası                       | Oil bath                          |
| Масляный туман                                                       | Yağ dumanı                            | Oil mist                          |
| Масляный фильтр                                                      | Yağ filtri, yağ süzgəci               | Oil strainer                      |
| Мембранный цилиндр, мембранная камера                                | Membranlı (araqatlı) silindr (kamera) | Diaphragm actuator                |
| Мениск                                                               | Menisk                                | Meniscus                          |
| Молот двойного действия                                              | İki təsirli mexaniki çəkic            | Double-acting hammer              |
| Молот простого действия, падающий молот                              | Sadə təsirli mexaniki çəkic           | Single-acting hammer, drop hammer |
| Напор                                                                | Basqı                                 | Head                              |
| Напорная линия, нагнетательная линия                                 | Vurma xətti                           | Pressure line                     |
| Напорный клапан                                                      | Basqı klapanı                         | Relief valve                      |
| Насос                                                                | Nasos                                 | Pump                              |
| Насос с постоянной подачей, насос постоянной производительности,     | Sabit verimli nasos                   | Constant-displacement pump        |
| Насос с регулируемой подачей                                         | Verimi tənzimlənən nasos              | Variable-displacement pump        |
| Насос-мотор                                                          | Nasos-motor                           | Pump-motor                        |
| Насыщенный пар                                                       | Doymuş buxar                          | Saturated vapor                   |
| Натриевый пластичный смазочный материал, натриевая смазка, консталин | Konstalin, natrium plastik sürtgü     | Sodium-soap grease                |
| Нерегулируемый гидромотор                                            | Tənzimlənməyən hidromotor             | Constant-speed hydraulic motor    |
| Ниппель                                                              | Nippel                                | Shoulder nipple                   |
| Обратный клапан                                                      | Əks klapan                            | Check valve                       |
| Объемный гидромотор                                                  | Həcmi hidromotor                      | Hydraulic actuator                |

| Rusça                                                                  | Azərbaycanca                                                       | İngiliscə                                   |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Объемный гидропривод<br>гидростатический привод                        | Həcmi hidrointiqaal,<br>hidrostatik intiqaal                       | Hydrostatic power<br>drive                  |
| Объёмный насос                                                         | Həcmi nasos                                                        | Positive-displacement<br>pump               |
| Пар                                                                    | Buxar                                                              | Vapor (vapor)                               |
| Плавнение                                                              | Ərimə                                                              | Fusion melting                              |
| Пластинчатый гидромотор                                                | Lövhəli hidromotor                                                 | Vane motor                                  |
| Пластинчатый насос                                                     | Lövhəli nasos                                                      | Vane pump                                   |
| Пластинчатый поворотный<br>гидродвигателя                              | Lövhəli dönən<br>hidromühərrik                                     | Vane-type limited<br>rotary hydraulic motor |
| Пластичный смазочный<br>материал, консистентная<br>смазка, мазь        | Qatı plastik sürtgü                                                | Grease                                      |
| Плунжерный цилиндр                                                     | Plunjerli silindr                                                  | Plunger cylinder                            |
| Пневматическая фрикционная<br>муфта                                    | Pnevmatik friksion<br>mufta                                        | Air-actuated friction<br>clutch             |
| Пневматический привод,<br>пневмопривод                                 | Pnevmatik intiqaal,<br>pnevmointiqaal                              | Pneumatic power drive                       |
| Пневмомотор                                                            | Pnevmatik motor,<br>pnevmomotor                                    | Pneumatic motor                             |
| Пневмораспределитель                                                   | Pnevmatik paylayıcı                                                | Pneumatic distribution<br>valve             |
| Пневмоцилиндр,<br>пневматический цилиндр,<br>цилиндр                   | Pnevmatik silindr,<br>pnevmosilindr                                | Pneumatic cylinder                          |
| Поворотный гидродвигатель,<br>моментный гидроцилиндр,<br>гидроквадрант | Dönən hidromöhərrik,<br>momentli<br>hidrosilindr,<br>hidrokvadrant | Limited rotary<br>hydraulic motor           |
| Подача насоса,<br>производительность насоса                            | Nasosun verimi,<br>məhsuldarlığı                                   | Pump capacity                               |
| Подъемная сила                                                         | Qaldırıcı qüvvə                                                    | Lift force                                  |
| Поршень                                                                | Porşen, piston                                                     | Piston                                      |
| Поршневая полость                                                      | Piston boşluğu                                                     | Head end of cylinder                        |
| Поршневой поворотный<br>гидродвигатель                                 | Porşenli (pistonlu)<br>dönən hidromühərrik                         | Piston-type limited<br>rotary motor         |
| Потеря давления                                                        | Basqı itkisi (düşküsu)                                             | Pressure loss                               |
| Поток                                                                  | Axın                                                               | Flow                                        |

| Rusça                                | Azərbaycanca                  | İngiliscə                           |
|--------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| Предохранительный клапан             | Qoruyucu klapan               | Safety valve                        |
| Присадка к маслу                     | Yağ aşqarı                    | Oil additive                        |
| Пробка-заглушка                      | Probka, tıxac                 | Male pipe plug                      |
| Прокладка                            | Ara qat                       | Gasket                              |
| Пружинный гидроаккумулятор           | Yaylı hidroakkumulyator       | Spring-loaded hydraulic accumulator |
| Рабочее окно                         | İşçi pəncərə (dəlik)          | Orifice                             |
| Радиально-поршневой гидромотор       | Aksial-porşenli hidromotor    | Radial-piston motor                 |
| Радиально-поршневой насос            | Radial-porşenli hidromotor    | Radial-piston pump                  |
| Разрезное кольцо                     | Kəsik həlqə                   | Split ring                          |
| Распределитель                       | Paylayıcı                     | Distribution valve                  |
| Распылитель                          | Səpələyici, tozlandırıcı      | Oil atomizer                        |
| Регулировка подачи масла             | Yağ veriminin tənzimlənməsi   | Oil feed adjustment                 |
| Регулируемый гидромотор              | Tənzimlənən hidromotor        | Variable-speed hydraulic motor      |
| Редукционный клапан                  | Reduksiya (reduksion) klapanı | Pressure reducing valve             |
| Ресивер                              | Resiver                       | Air receiver                        |
| Ручная маслénка                      | Əl yağdanı                    | Oil can                             |
| Ручное смазывание, ручная смазка     | Əllə yağlama                  | Manual lubrication                  |
| Самосвал                             | Özüboşaldan (yük maşını)      | Dump(-body) truck                   |
| Сгуститель, загуститель              | Qatılaşdırıcı                 | Thickener                           |
| Седёлка                              | Oturacaq                      | Cross-over (saddle)                 |
| Сжижение газа                        | Qazın mayələşdirilməsi        | Liquefaction of gas                 |
| Сила вязкого трения                  | Özülü sürtünmə qüvvəsi        | Force of viscous friction           |
| Сифон                                | Sifon                         | Siphon                              |
| Скоростной напор, динамический напор | Sürət basqısı, dinamik basqı  | Kinetic head                        |
| Скрепер                              | Skreper                       | Scraper                             |
| Сливная линия                        | Axıtma xətti                  | Return line                         |
| Смазочная точка                      | Yağlama nöqtəsi               | Lubrication point                   |
| Смазочная трубка                     | Yağlayıcı borucuq             | Oiling pipe                         |
| Смазочное масло, жидкая смазка       | sürtgü yağı, maye sürtgü      | Oil                                 |

| Rusça                                              | Azərbaycanca                                    | İngiliscə                        |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------|
| Смазочный материал, смазка                         | sürtgü materialı, sürtgü                        | Lubricant                        |
| Смазочный насос                                    | Yağlayan nasos, yağlayıcı nasos                 | Lubrication pump                 |
| Смазывание масляным туманом, смазка распылением    | Yağ dumanı ilə yağlama, tozlandırma ilə yağlama | Oil-mist lubrication             |
| Смазывание погружением, смазка погружением         | Batırma üsulu ilə yağlama                       | Bath lubrication                 |
| Смазывание разбрызгиванием, смазка разбрызгиванием | Sıçratma ilə yağlama                            | Splash lubrication               |
| Смазывание, смазка                                 | Yağlama, sürtgü                                 | Lubrication                      |
| Соединительная гайка                               | Birləşdirici qayka                              | Collar nut                       |
| Станок-качалка                                     | Mancanaq dəzgahı                                | Pumping jack                     |
| Труба                                              | Boru                                            | Pipe                             |
| Телескопический цилиндр                            | Teleskopik silindr                              | Telescoping cylinder             |
| Температура                                        | Hərərət (temperatur)                            | Temperature                      |
| Температура кипения                                | Qaynama temperaturu                             | Boiling point                    |
| Температура плавления                              | Ərimə temperaturu                               | Melting point                    |
| Тепловая деформация                                | İstilik deformasiyası                           | Thermal deformation              |
| Теплоёмкость                                       | İstilik tutumu                                  | Thermal capacity                 |
| Теплоизоляция, тепловая изоляция                   | İstilik izolasiyası                             | Heat insulation                  |
| Теплообмен                                         | İstilik mübadiləsi                              | Heat transmission, heat exchange |
| Теплопроводность                                   | İstilikkeçirmə                                  | Conduction of heat               |
| Теплота сгорания                                   | Yanma istiliyi                                  | Combustion heat                  |
| Теплота, количество теплоты                        | İstilik, istilik miqdarı                        | Heat                             |
| Термометр                                          | Hərərət ölçən, termometr                        | Thermometer                      |
| Топливо                                            | Yanacaq                                         | Fuel                             |
| Точка росы                                         | Şəh temperaturu                                 | Dew point                        |
| Трактор                                            | Traktor                                         | Tractor                          |
| Тройник                                            | Üçlük, üçağızlı boru                            | Tee                              |
| Трубная муфта, муфта                               | Boru muftası                                    | Pipe coupling                    |
| Трубопровод                                        | Boru kəməri                                     | Pipeline                         |
| Турбина                                            | Turbin                                          | Turbine                          |
| Турбулентный поток, вихревой поток                 | Turbulent axın, qasırgalı axın                  | Turbulent flow                   |

| Rusça                                                           | Azərbaycanca                                           | İngiliscə                      |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Угольник                                                        | Dirsək                                                 | Elbow                          |
| Удельная теплоёмкость                                           | Xüsusi istilik tutumu                                  | Specific heat                  |
| Удельная теплота парообразования                                | Xüsusi buxarlanma istiliyi                             | Latent heat of vaporization    |
| Удельная теплота плавления                                      | Xüsusi ərimə istiliyi                                  | Latent heat of melting         |
| Уплотнение, герметизация                                        | Kipləşdirmə, hermetikləşdirmə                          | Sealing, seal                  |
| Уплотнительное устройство, уплотнение                           | Kipləşdirici. kipləşdirici tərtibat                    | Seal                           |
| Фитиль                                                          | Fitil                                                  | Wick                           |
| Фитильная масленка                                              | Fitilli yağdan                                         | Wick-feed oilier               |
| Фитильное смазывание, фитильная смазка                          | Fitilli yağlama, fitilli sürtgü                        | Wick lubrication               |
| Фитинг                                                          | Fiting                                                 | Pipe fitting                   |
| Цилиндр двустороннего действия                                  | İkitərəfli (ikiterəfli) silindr                        | Double-acting cylinder         |
| Цилиндр одностороннего действия                                 | Birtərəfli (birtərəfli) silindr                        | Single-acting cylinder         |
| Циркуляционное смазывание, циркуляционная принудительная смазка | Sirkulyasiya yağlaması, məcburi sirkulyasiya yağlaması | Forced circulation lubrication |
| Число Рейнольдса                                                | Reynolds ədədi                                         | Reynolds' number               |
| Шариковая масленка                                              | Kürəcikli yağdan                                       | Ball oilier                    |
| Шестерённый гидромотор                                          | Dişli çarxlı hidromotor                                | Gear-type hydraulic motor      |
| Шестерённый насос                                               | Dişli çarxlı nasos                                     | Gear pump                      |
| Шланг                                                           | Şlanq, xortum                                          | Hose                           |
| Шприц                                                           | Şpris                                                  | Oil gun                        |
| Шток                                                            | Ştok                                                   | Piston rod                     |
| Штоковая полость                                                | Ştok boşluğu                                           | Rod end of cylinder            |
| Штуцер                                                          | Ştuser                                                 | Union nipple                   |
| Штуцерное соединение                                            | Ştuser birləşməsi                                      | Union joint                    |
| Шеевое уплотнение, канавочное уплотнение                        | Yarıqlı kipləşdirici, qanovcuq kipləşdiricisi          | Groove seal                    |
| Экскаватор                                                      | Ekskavator                                             | Excavator (Power)              |
| Энтропия                                                        | Entropiya                                              | Entropy                        |

## ƏDƏBİYYAT

1. Сборник задач по машиностроительной гидравлике / Д. А. Бутаев, З. А. Калмыкова, Л. Г. Подвидза и др.; Под ред. И. И. Куколевского, Л. Г. Подвидза. М.: Машиностроение, 1981. 464 с.
2. Сборник задач по машиностроительной гидравлике. Под ред. И.И. Куколевского, Л.Г. Подвидза. М.: Машиностроение, 1972, 472 с.
3. Перекрестов А. В. Задачи по объемному гидроприводу. К.: Вища шк., Головное изд-во, 1983. 144 с.
4. Задачник по гидравлике, гидромашинам и гидроприводу. / Ю. А. Беленков, И. И. Фатеев и др.; Под ред. Б. Б. Некрасова.— М.: Высшая школа, 1989. 191 с.
5. Башта Т.М. Гидропривод и гидропневмоавтоматика. М.: Машиностроение, 1972, 320 с.
6. Башта Т.М. и др. Гидравлика, гидромашин и гидроприводы. М. Машиностроение, 1982, 423 с.
7. Башта Т.М. Машиностроительная гидравлика. Справочное пособие. М.:Машиностроение, 1971, 672 с.
8. Васильченко В. А. Гидравлическое оборудование мобильных машин, Справочник.— М.: Машиностроение, 1983.— 301 с.
9. Вильнер Я.М. и др. Справочное пособие по гидравлике, гидромашинам и гидроприводам. Изд-во «Высшейшая школа» Минск, 1976. 384с.
- 10.Гейер В. Г., Дулин В.С., Боруменский А.Г., Заря А. Н. Гидравлика и гидропривод.— М.: Недра, 1981. 300 с.
- 11.Идельчак И. Е. Справочное пособие по гидравлическим сопротивлениям. М., 1975.
- 12.Əzizov Ə. H., Rəhimov A. M., Ağammədova S. Ə. «Hidravlik maşınlar və hidravlik intiqallar» kursundan laboratoriya işləri. (Dərs vəsaiti). ADNA, Bakı, 2008, 191 s.
- 13.Əzizov Ə.H. Hidravlik intiqallar və hidroavtomatika (həcmi hidroiqtıqal bölməsi) ADNA, Bakı, 1999, 60 s.
- 14.Əzizov Ə.H., Əhmədov Ə.S., Əzizov M.H. Həcmi hidravlik intiqallar və hidroavtomatika (Hidroaparətlər bölməsi), Bakı, 1999, 66 s.
- 15.Азизов А.Г., Ахмедов А.С. Гидропривод и гидроавтоматика. (Лабораторный практикум) АГНА. Баку, 1998, 48 с.
- 16.Коваль П.В. Гидропривод горных машин. М. Машиностроение. 1967.

17. Лабораторный курс гидравлики, насосов и гидропередач / О. Байбаков, Д. А. Бутаев З. А. Калмыкова и др., Под ред. С. С. Руднева и Л. Г. Подвидза. М. : Машиностроение, 1974. 416 с.
18. Навроцкий К.Л. Теория и проектирование гидропневмоприводов. М.: Машиностроение, 1991, 384 с.
19. Погорелов В.И. Элементы и системы гидропневмоавтоматики. Л.: Изд. Ленинградского университета, 1979, 184 с.
20. Чупраков Ю.И. Гидропривода и средства гидроавтоматики. М.: Машиностроение, 1979, 232 с.



Доцент, к.т.н. Азизов Азизага Гамид оглы,  
инженер Гаджиева Ирада Юсиф кызы,  
к.т.н. Азизов Вадим Гамидович

**Задачи и упражнения по курсу  
«Объёмные гидроприводы и гидроавтоматика»**

(на азербайджанском языке). Учебное пособие.  
АГНА, Баку, 2008.  
151 с.