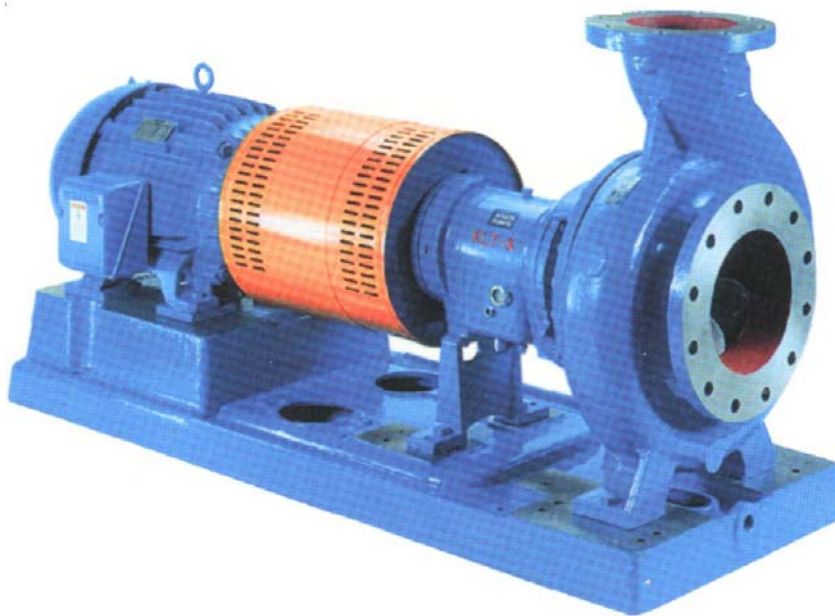


Ə. H. ƏZİZOV, A. M. RƏHİMOV,
S. Ə. AĞAMMƏDOVA

«Hidravlik maşınlar»
kursundan
laboratoriya praktikumu
(*Dərs vəsaiti*)



BAKİ – 2007

**Ə. H. ƏZİZOV, A. M. RƏHİMOV,
S. Ə. AĞAMMƏDOVA**

**«Hidravlik maşınlar»
kursundan
LABORATORİYA PRAKTİKUMU**
(Dərs vəsaiti)

Azərbaycan Respublikasının Xalq Təhsil
Nazirliyinin 9 avqust 1988-ci il tarixli 548 saylı
əmrinə təsdiq edilmişdir

BAKİ - 2007

Ə. H. ƏZİZOV, A. M. RƏHİMOV, S. Ə. AĞAMMƏDOVA
«Hidravlik maşınlar» kursundan laboratoriya praktikumu
(Dərs vəsaiti)
ADNA, Bakı, 2007 il, -119 s.

Təklif olunan laboratoriya praktikumu neft-mexanika və qaz-neft-mədən fakültələrin bakalavr pilləsi ixtisasları üçün «Hidravlik maşınlar» və «Hidravlik maşınlar və hidrointiqaallar» kurslarının proqramlarına uyğun hazırlanıb.

Laboratoriya praktikumunun hazırlanmasında əsas məqsəd tələbələri hidravlik maşınların təcrübi tədqiqi ilə tanış etmək və mühazirələrdə keçilən nəzəri kursun mənimsənilməsinə və möhkəmlənməsinə kömək etməkdir.

Tərtib edilən laboratoriya praktikumu ADNA-nın «Maşınqayırma və material emalı» kafedrasının «Hidravlik maşınlar» tədris laboratoriyasındakı avadanlığa uyğun olaraq tərtib edilmişdir.

Şəkil – 38, cədvəl – 24, ədəbiyyat – 9.

Redaktor: mühəndis H. Ə. Heydərov

Rəy verənlər: texniki elmlər doktoru, professor M. A. Qarayev
texniki elmlər doktoru, professor S. O. Hüseynov

MÜNDƏRİCAT:

Giriş	4
I. Ümumi metodik göstərişlər.....	4
II. «Hidravlik maşınlar» fənn üzrə laboratoriya işlərinin yerinə yetirilmə qaydaları.....	5
III. «Hidravlik maşınlar» tədris laboratoriyasında işləyərkən təhlükəsizlik texnikası qaydaları.....	6
Laboratoriya işi № 1. Mərkəzdənqaçma nasosun sınaqdan keçirilməsi.....	7
Laboratoriya işi № 2. Mərkəzdənqaçma nasosun kavitasiya sınağı.....	18
Laboratoriya işi № 3. Qasırgalı nasosun sınaqdan keçirilməsi.....	27
Laboratoriya işi № 4. Mərkəzdənqaçma nasosun boru kəmərinə işləməsi.....	36
Laboratoriya işi № 5. Mərkəzdənqaçma nasosunun işinin çıxışındakı drossel vasitəsilə tənzimlənməsi.....	43
Laboratoriya işi № 6. İkisilindrlı, ikitəsirli pistonlu nasosun sınaqdan keçirilməsi	50
Laboratoriya işi № 7. Pistonlu nasosun klapanının sərf əmsalının təyini.....	59
Laboratoriya işi № 8. Dişli çarxlı nasosun sınağı.....	68
Laboratoriya işi № 9. Qazıma turbininin sınağı.....	78
Laboratoriya işi № 10. Hidravlik silindrin sınağı.....	88
Ədəbiyyat	100
İşarələr və indekslər	101
Əlavələr	103
Əlavə 1. Beynəlxalq ölçü vahidləri ilə (Si) müxtəlif ölçü sistemlərin vahidlər arasındakı əlaqələr.....	104
Əlavə 2. Müxtəlif mayelərin fiziki və kimyəvi xassələri.....	113
Əlavə 3. Mərkəzdənqaçma nasosların əvəzolunması cədvəlləri.....	115

GİRİŞ

Təklif olunan «Hidravlik maşınlar» kursundan laboratoriya praktikumu 1990-cı ildə Akademiyanın Nəşriyyatı tərəfindən nəşr edilmiş «Hidravlik maşınlar və hidravlik intiqal» kursundan laboratoriya işlərinə rəhbərlik (Qarayev M.A., Əzizov Ə.H. və b.) adlı dərs vəsaiti əsasında tərtib edilmiş, yenidən işlənmiş və təkmilləşdirilmişdir.

Bu laboratoriya praktikumu neft-mexanika və qaz-neft-mədən fakültələrin bakalavr pilləsi ixtisasları üçün «Hidravlik maşınlar» və «Hidravlik maşınlar və hidrointiqallar» kurslarının proqramlarına uyğun hazırlanıb.

Laboratoriya praktikumunun hazırlanmasında əsas məqsəd tələbələrə hidravlik maşınların təcrübi tədqiqi ilə tanış etmək, mühazirələrdə keçilən nəzəri kursun mənimsənilməsinə və möhkəmlənməsinə kömək etməkdir.

Rəhbərliyin tərtibində tələbələrin təcrübəni müstəqil yerinə yetirmələri nəzərdə tutulmuşdur. Hər laboratoriya işi aşağıdakı hissələrdən ibarətdir:

1. İşin məqsədi.
2. Ümumi məlumat.
3. Sınaq qurğunun təsviri.
4. Təcrübənin aparılma qaydası.
5. Alınan nəticələrin işlənməsi.

Laboratoriya praktikumuna kürəkli hidravlik maşınlardan 5 və həcmi hidravlik maşınlardan 5 laboratoriya işi daxil edilmişdir. Laboratoriya işləri hidravlik maşınlar üzrə iki və ya dörd saatlıqdır.

Tərtib edilən laboratoriya praktikumu ADNA-nın «Maşınqayırma və material emalı» kafedrasının «Hidravlik maşınlar» tədris laboratoriyasındakı avadanlığa uyğun olaraq tərtib edilmişdir.

Ayrı-ayrı fakültə və ixtisasların tələbələri üçün yerinə yetiriləcək işlərin miqdarı dərs planı və proqramına müvafiq müəyyən edilir.

Müəlliflər bu dərs vəsaitinin tərtibində professor M.A. Qarayevin böyük rolu olduğunu qeyd edib, ona və vəsaitinin redaktə olunmasına görə kafedranın müəllimi H.Ə. Heydərova minnətdarlıqlarını bildirirlər.

I. ÜMUMİ METODİK GÖSTƏRİSLƏR

Hər bir laboratoriya işinə hazırlaşarkən mövzu üzrə nəzəriyyənin öyrənilməsinə aşağıdakı ardıcılıqla aparmaq lazımdır:

1. Sualın nəzəriyyəsini dərs vəsaiti üzrə öyrənməli, konspekt tərtib etməli.

2. Hidravlik maşınların prinsipial sxemlərini sərbəst çəkməli.

3. Maşınların əsas iş göstəricilərini və onların qarşılıqlı əlaqəsini mənimsəməli.

4. Hidravlik maşınların işçi xarakteristikalarını qrafiki olaraq tərtib etməyi öyrənməli.

Ayrı-ayrı sualları öyrəndikdə hidravlik maşınlarda baş verən proseslərin fiziki mənasını öyrənməli, eləcə də onların praktiki əhəmiyyətini bilməli.

Laboratoriya praktikumunun yerinə yetirilməsi kursun mənimsəməsində vacib hesab edilir.

Laboratoriya işlərinin hesablamaları beynəlxalq sistemi (BS) üzrə yerinə yetirilir, qrafiklərdə isə koordinat işarələri və miqyaslar verilməlidir.

Nəzərdə tutulan işlər mühazirə, laboratoriya dərsləri, tələbənin sərbəst işləməsi və müəllimin hər bir tələbə ilə fərdi çalışması hesabına yerinə yetirilir.

II. «HİDRAVLİK MAŞINLAR» FƏNNİ ÜZRƏ LABORATORİYA İŞLƏRİNİN YERİNƏ YETİRİLMƏ QAYDALARI

Laboratoriya işləri qabaqcadan tərtib edilmiş, hər bir laboratoriya işinin aparılması müddəti xüsusi cədvəl və qrafik üzrə yerinə yetirilir.

Nəzərə almaq lazımdır ki:

1. Təcrübələri aparmaq üçün qurğuların qabaqcadan hazırlanması ilə əlaqədar olaraq cədvələ ciddi riayət etmək lazımdır.

2. Üzrlü səbəblərə görə laboratoriya dərslərini buraxan tələbələr (dekanlıqdan uyğun arayış təqdim etdikdən sonra) semestrin sonunda xüsusi cədvəl üzrə laboratoriya işini yerinə yetirirlər.

3. Laboratoriya işinə başlamazdan əvvəl hər bir tələbə qurğunun təsvirini (rəhbərlikdə göstərilir) öyrənməli və müəllimə nəzəri suallardan kollokvium verməlidir.

4. Hər bir iş müəllimin rəhbərliyi altında və 11...13 tələbədən ibarət briqada ilə yerinə yetirilir.

5. Briqadanın yerinə yetirdiyi ölçülərin qeydini və əlavə verilənləri (vizual müşahidələrin nəticələri və s.) hər bir tələbə laboratoriya işləri üzrə dəftərinə yazır.

6. Laboratoriya işini qurtardıqdan sonra tələbə ölçülərin nəticələrini və digər müşahidə nəticələrini təsdiq etmək üçün müəllimə təqdim edir və uyğun hesablamalar aparıb qrafikləri qurur.

7. Növbəti laboratoriya işinin başlanğıcı üçün tələbə yerinə yetirilmiş işin hesabatını müəllimə təhvil verir, əks halda tələbə növbəti praktiki dərslərə buraxılmır.

Laboratoriya işləri üzrə hesabatı tələbə müdafiə etməli və semestr daxili məqbul almalıdır. Semestr ərzindəki axıncı laboratoriya işini müdafiə etdikdən sonra müəllim təkrar soruşmadan tələbə laboratoriya işləri üzrə məqbul verir.

III. «HİDRAVLİK MAŞINLAR» TƏDRİS LABORATORİYASINDA İŞLƏYƏRKƏN TƏHLÜKƏSİZLİK TEXNİKASI QAYDALARI

1. «Hidravlik maşınlar» laboratoriyasında praktiki işlərə tələbələr laboratoriya işləri rəhbərində təhlükəsizlik texnikası üzrə təlimat aldıqdan sonra və xüsusi jurnalda qeydiyyat apardıqdan sonra buraxılırlar.

2. Elektrik mühərriklərini və qurğularını sərbəst işə buraxmaq, boru kəmərinə siyirtmələri açıb-bağlamaq, ölçü cihazlarını və qurğularını işə buraxmaq tələbələrə qadağan edilir. Bu işlər tədris laboratoriyasının köməkçi işçiləri tərəfindən və ya rəhbər müşahidəsi altında tələbə tərəfindən yerinə yetirilir.

3. Fırlanan bəndlərin və qurğuların qoruyucu bəndlərini çıxartmaq və yerini dəyişmək, detalların quraşdırılması prosesində hərəkətdə olan və ya fırlanan hissələrə əl vurmaq və toxunmaq qadağan olunur.

4. Tədris laboratoriyası zalının qurğuları elektrik cərəyanı ilə zərərvurma nöqtəyi-nəzərindən çox təhlükəli hesab edilir, ona görə də tələbələr müdafiə qaydalarına ciddi əməl etməli və zərərçəkən tələbələrə kömək etməyi bacarmalıdırlar.

5. Qurğuda işi qurtardıqdan sonra bu haqda praktik işlərin rəhbərinə və ya xidmətçi işçilərə xəbərdarlıq etmək lazımdır.

LABORATORİYA İŞİ № 1

MƏRKƏZDƏNQAÇMA NASOSUN SINAQDAN KEÇİRİLMƏSİ

- İşin məqsədi:** 1. Konsol tipli K 65-50-160 (keçmiş 2K-9) markalı mərkəzdənqaçma nasosun quruluşu və iş prinsipi ilə tanış olmalı.
2. İşçi çarxın sabit dövrlər sayında nasosu tədqiq edib, onun işçi xarakteristikasını qurmalı.

1. Ümumi müddəalar

Nasosların əsas parametrləri *verim, basqı, güc və faydalı iş əmsalı*-dan ($Fİ\Theta$) ibarətdir.

Vahid zaman ərzində nasosun verdiyi mayenin miqdarına nasosun məhsuldarlığı, yaxud, *verimi* (Q) deyilir və çox zaman bu kəmiyyət m^3/san , m^3/saat , yaxud dm^3/san (l/san) ilə ölçülür.

Nasosun yaratdığı *basqı* (H) mayenin nasosa daxil olmadan əvvəl və nasosdan çıxdıqdan sonra tam xüsusi enerjisinin fərqinə deyilir və *metrlə* vurulan *maye sütunu* ilə ifadə olunur.

Vahid zamanda nasos ilə maye axınına ötürülən enerjisini nasosun *effektiv (faydalı) gücü* N_f adlanır və aşağıdakı düstur ilə tapılır

$$N_f = \rho g Q_h H, \text{ Vt.} \quad (1.1)$$

Burada Q_h – nasosun həqiqi verimi, m^3/san , ρ – vurulan mayenin sıxlığı, kq/m^3 .

Nasosun tələb etdiyi güc (N) həqiqətdə qiymətcə effektiv gücdən (N_f) artıqdır, çünki onun mühərrikdən aldığı enerjinin bir hissəsi maye nasosdan sıxışdırılan zaman hidravlik müqavimətlərin dəf olunmasına sərf edilir. Bu da adətən *tam faydalı iş əmsalı* ($Fİ\Theta$) (η) ilə xarakterizə edilir. Nasosun tam faydalı iş əmsalı ($Fİ\Theta$) effektiv gücün (N_f) nasosun tələb edilən gücə olan nisbətinə deyilir. Nasosun tam $Fİ\Theta$ (η) nasosla vurulan maye enerjisinin verilməsi ilə əlaqədar olan bütün itkiləri (hidravlik, həcmi və mexaniki) nəzərə alır və

$$\eta = \frac{N_f}{N} = \eta_h \eta_{h\acute{a}c} \eta_{mex} \quad (1.2)$$

düsturu ilə təyin edilir. Burada η_h – nasosun hidravlik FİƏ; $\eta_{h\alpha c}$ – həcmi FİƏ; η_{mex} – mexanik FİƏ.

Onda, nasosun tam FİƏ məlum olduqda, onun tələb etdiyi gücü

$$N = \frac{\rho g Q_h H}{\eta}, \quad Vt, \quad (1.3)$$

yaxud:

$$N = \frac{\rho g Q_h H}{\eta 1000}, \quad kVt \quad (1.4)$$

düsturlarından tapmaq olar.

K 65-50-160 (keçmiş 2K-9, sonra K 45/30, hal hazırda K 65-50-160, əlavə Ə.3 bax) markalı mərkəzdənqaçma nasos konsol tipli tək işçi çarxlı kürəkli nasosdur (şəkil 1.1). Bu nasos təmiz, damcılı mayeləri nəql etmək üçün istifadə edilir.

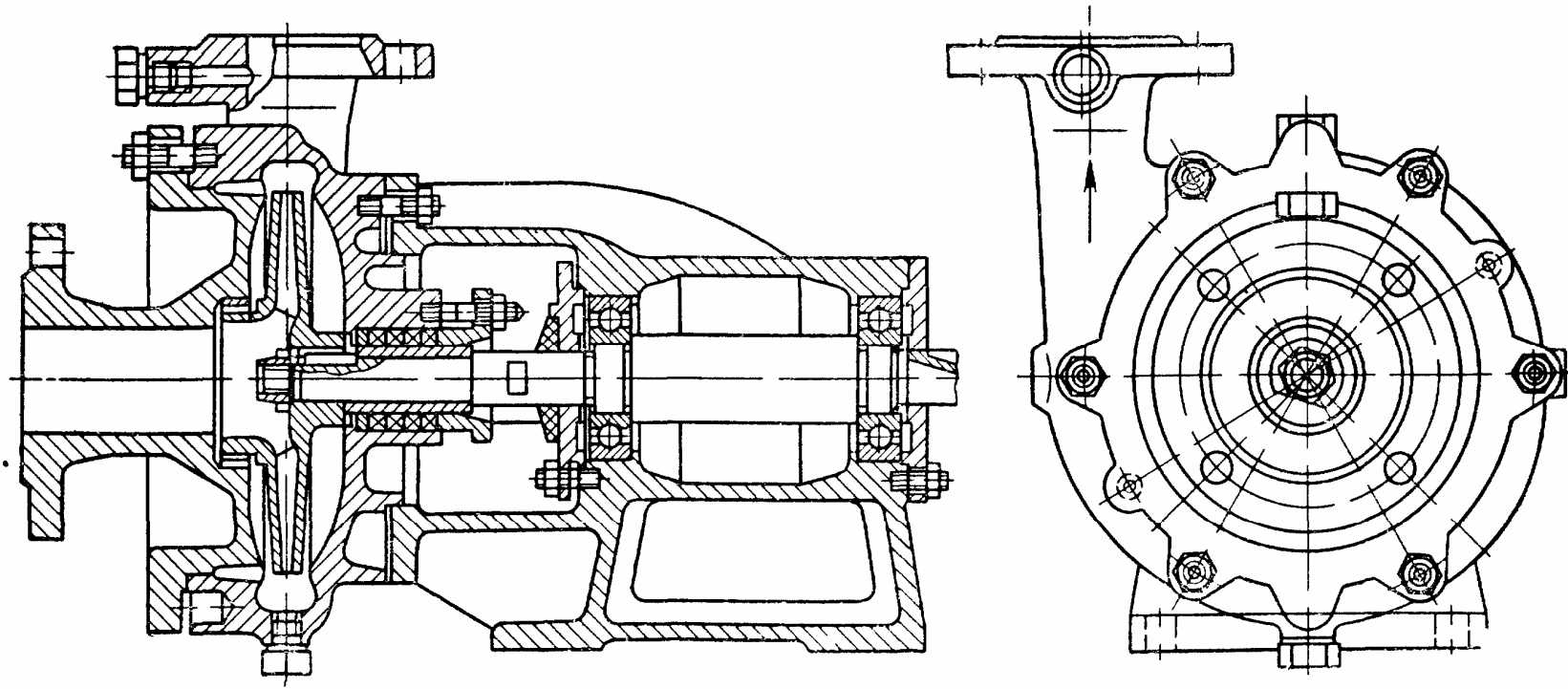
İşçi xarakteristika nasosun basqısının (H), tələb etdiyi gücünün (N) və tam FİƏ-nin (η) verimdən (Q) asılılıq qrafiklərinin birliyinə deyilir (şəkil 1.2).

Mərkəzdənqaçma nasosun laboratoriyada tədqiq edilməsində məqsəd onun geniş iş rejimində texniki parametrlərinin müəyyən edilməsindən ibarətdir.

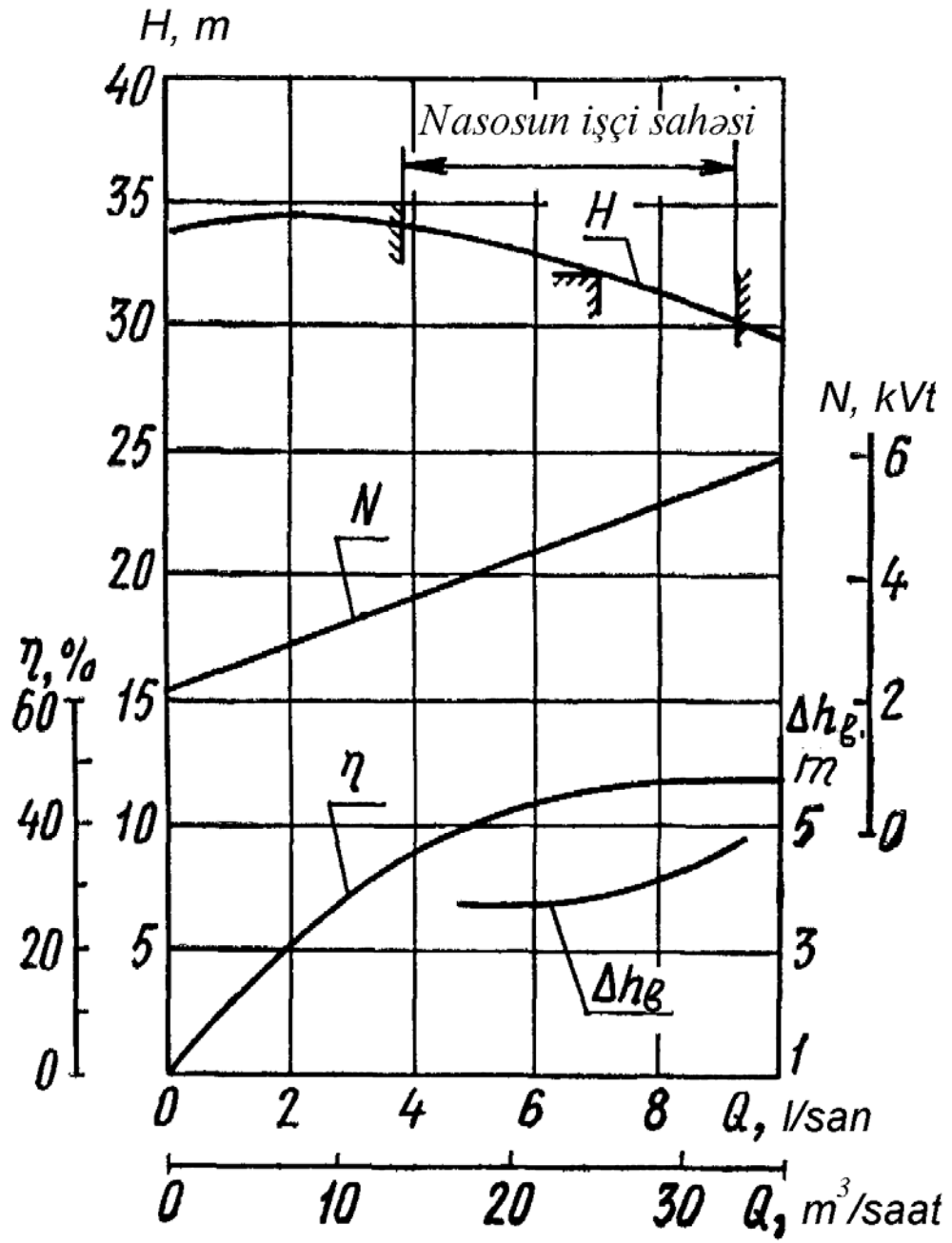
2. Qurğunun təsviri

K 65-50-160 tipli mərkəzdənqaçma nasosun sınağını aparmaq üçün qurğusunun sxemi 1.3-cü şəkildə göstərilir.

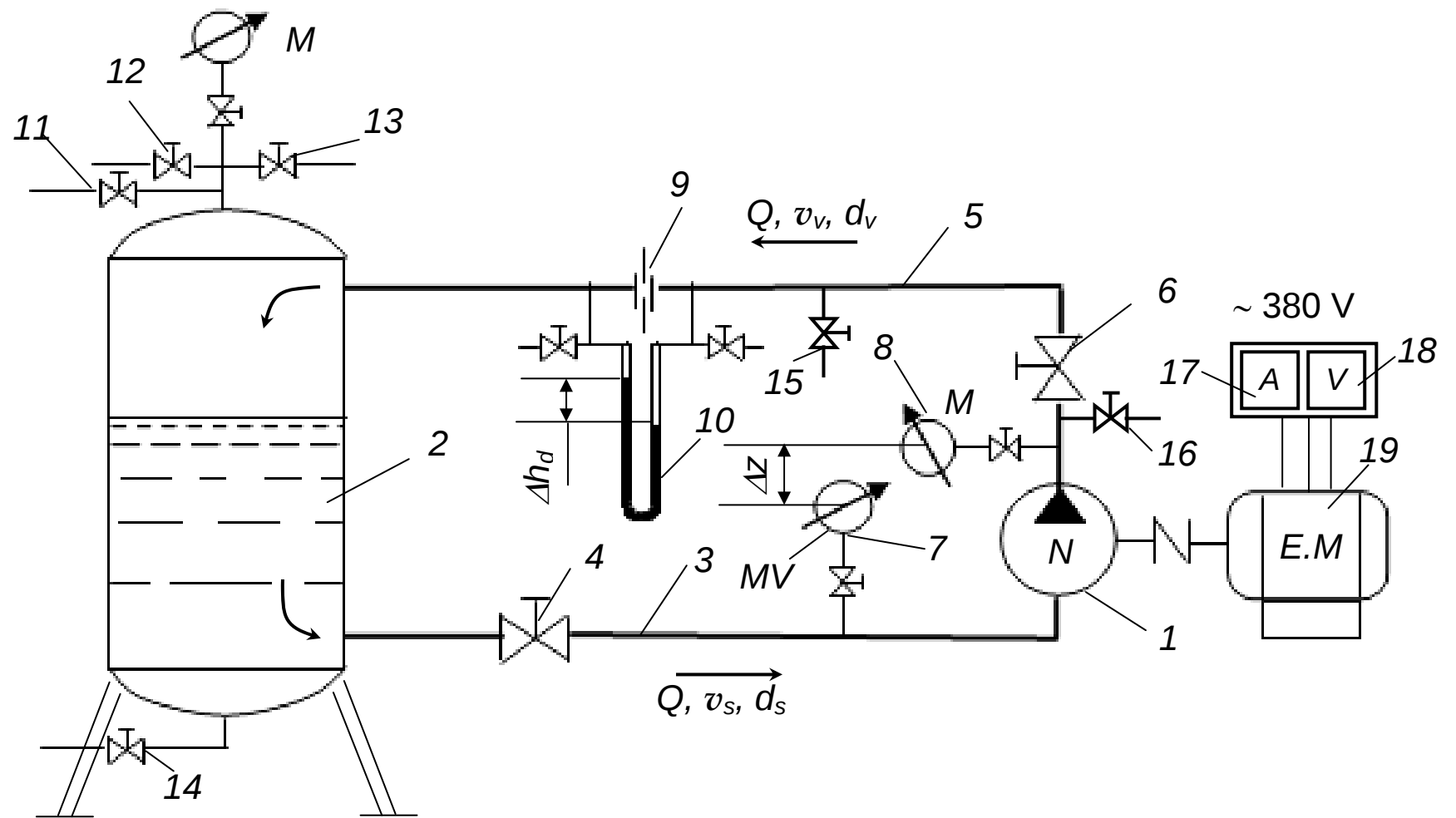
Nasos N (1) qurğusunun elektrik mühərriki $E.M.$ (19) vasitəsilə hərəkətə gətirilir. Su çəndən (2) sorma boru kəmərlə (3) siyirtmə (4) açıq olduqda nasosa daxil olur, siyirtmədən (6) və basqı borusundan (5) keçərək yenidən çənə (2) qaytarılır. Beləliklə su hidravliki sistemdə dövr edir. Nasosun girişində təzyiq manovakuummetrlə MV (7), basqı borusunda isə manometrlə M (8) ölçülür. Verim basqı borusunda qoyulmuş normal tipli diafraqma (9) – sərfölçənlə təyin edilir. Çənin (2) yuxarı hissəsində ventillər (11), (12) və (13) qoyulmuşdur. Bu ventillər vasitəsilə çən uyğun olaraq atmosfer ilə, su kəməri və yaxud vakuum-nasos ilə birləşdirilə bilər. Axırncı ventillər (13) nasosun kavitasiya tədqiqində istifadə edilir. Siyirtmələr (15) və (16) ayrı laboratoriya işi apardıqda açılırlar. Ventil (14) çəni mayedən boşaltmaq üçün istifadə olunur. Ventillər (15) və (16) ayrı laboratoriya işi apardıqda açılırlar.



Şəkil 1.1. Konsol tipli mərkəzdənqaçma nasosun ümumi görünüşü



Şəkil 1.2. Konsol tipli mərkəzdənqəçmə nasosun nümunəvi işçi xarakteristikası



Şəkil 1.3. Mərkəzdənqəçma nasosun sınaq qurğusunun sxemi

Adi tədqiqatda çəndə qoyulmuş ventil (11) açıq, ventillər (12) və (13) isə tam bağlı olmalıdırlar.

Nasosun veriminin tənzim edilməsi basqı borusuna qoyulmuş siyirtmədən (6) istifadə olunur. Siyirtmə (4) ancaq təmir zamanı çəni nasosdan ayırmaq üçün bağlanır. Bu siyirtmə (4) ilə nasosun veriminin tənzimlənməsinə **icazə verilmir**, çünki bu kavitasiya yaranmasına səbəb ola bilər.

3. Nasosun sınağa hazırlanması

1. Nasosu işə buraxmazdan əvvəl yastıqlarında yağın və çəndə (2) suyun olmasını yoxlamalı.

2. Siyirtmələri (6), (15) və (16) bağlayıb, nasosu hərəkətə gətirən elektrik mühərrikini *E.M.* (19) idarəedici düyməni basmaqla işə salmalı. Sonra siyirtməni (6) bir qədər açıb manometrin və civəli difmanometrin (10) göstərişinə görə sistemdə mayenin dövr etməsini yaratmalı. Sonra yenidən siyirtməni (6) tam bağlayıb nasosun sınaqdan keçirilməsinə başlamalı.

Nasosu bağlı siyirtmədə (6) **qısa** müddət işlətmək olar.

4. Parametrlərin ölçülməsi üsulları

Hər bir rejimdə manometrin p_{man} (at) (8), manovakuummetrin p_{vak} (at) (7), difmanometrin Δh_d (mm civə süt.) (10), ampermetrin I (A) (17) və voltmetrin U (V) (18) göstərişləri qeyd edilir. Sonra siyirtmənin (6) açılma dərəcəsini dəyişib sınağı digər rejimlərdə aparmaq lazımdır.

Sınaq zamanı nasosun verimi (Q), basqısı (H), tələb etdiyi güc (N), $F\dot{I}\Theta$ (η) və dövrlər sayı (n) təyin edilir.

Nasosun verimini ölçmək üçün nasosun basqı borusunda sərfölçən diafraqma (10) qoyulmuşdur. Diafraqmada təzyiq itkisi civəli diferensial manometrlə ölçülür. Sərfölçən diafraqmadan axan mayenin sərfi xüsusi qrafikindən təyin edilir və ya məlum hidravliki düstur vasitəsilə hesablanı bilər:

$$Q_h = \mu \omega \sqrt{2g \Delta h_d}, \text{ m}^3/\text{san}, \quad (1.5)$$

burada μ – diafraqmanın sərf əmsalı; ω - diafraqma dəliyinin en kəsik

sahəsi, m^2 ; $\omega = \frac{\pi d_{diaf}^2}{4}$, m^2 , d_{diaf} – diafraqma dəliyinin diametri, m; Δh_d

– diafraqmada basqı itkisidir, m su süt. Diafraqmada basqı itkisini *mm*

civə sütunundan *m su* sütununa çevirmək üçün aşağıdakı düsturdan istifadə olunur:

$$\Delta h_d (\text{m su süt.}) = \Delta h_d (\text{mm civə süt.}) \frac{\rho_c - \rho_{su}}{1000 \rho_{su}}, \quad (1.6)$$

burada ρ_c – *civə*nin xüsusi sıxlığı, kq/m^3 ($\rho_c = 13550 \text{ kq/m}^3$), ρ_{su} – vurulan mayenin sıxlığı ($\rho_{su} = 998 \text{ kq/m}^3$, adətən qəbul olunur $\rho_{su} = 1000 \text{ kq/m}^3$).

Nasosun basqısı H ilə işarə edilir və nəql edilən maye metrə *su* sütunu hündürlüyü ilə ölçülür:

$$H = H_{man} + H_{vak} + \Delta z + \frac{v_v^2 - v_s^2}{2g}, \quad \text{m} \quad (1.7)$$

və ya

$$H = \frac{p_{man}}{\rho g} + \frac{p_{vak}}{\rho g} + \Delta z + \frac{v_v^2 - v_s^2}{2g}, \quad \text{m}. \quad (1.8)$$

Burada H_{man} – manometr ilə təyin olunan basqı, m, H_{vak} – manovakuummetr ilə təyin olunan vakuum, m, p_{man} – manometrin göstərişinə uyğun artıq (izafı) təzyiq, Pa; p_{vak} – manovakuummetrin göstərişinə görə vakuum, Pa; Δz – manometrlə manovakuummetrin mərkəzlərin hündürlüklərin arasında şaquli istiqamətində fərqi. v_v və v_s – vurma və sorma borularında mayenin orta sürəti, m/san,

$$\frac{v_v^2 - v_s^2}{2g} = \frac{1}{g} \left(\frac{4Q_h}{\pi} \right)^2 \cdot \left(\frac{1}{d_v^4} - \frac{1}{d_s^4} \right), \text{m}. \quad (1.9)$$

Burada Q_h – nasosun verimi, $\text{m}^3/\text{san.}$; d_v və d_s – uyğun olaraq vurma və sorma borularının diametridir, m.

Manometrin və manovakuummetrin ölçülər vahidi at (atmosfer) olarsa, onda

$$p_{man} (\text{Pa}) = 9,81 \cdot 10^4 p_{man} (\text{at}) \quad (1.10)$$

$$\text{və} \quad p_{vak} (\text{Pa}) = 9,81 \cdot 10^4 p_{vak} (\text{at}). \quad (1.11)$$

Qəbul etmək olar:

$$H_{man} \approx 10 \cdot p_{man} (\text{at}) \quad (1.12)$$

və

$$H_{vak} \approx 10 \cdot p_{vak} \text{ (at) .} \quad (1.13)$$

Nasosun tələb etdiyi güc N aşağıdakı düsturla təyin edilir:

$$N = N_e \cdot \eta_e. \quad (1.14)$$

Burada N_e – elektrik mühərrikinin şəbəkədən aldığı güc, kVt; η_e – elektrik mühərrikinin FİƏ-dır.

Elektrik mühərrikinin şəbəkədən aldığı güc

$$N_e = \frac{3 \cdot I \cdot U \cdot \cos \varphi}{1000}, \text{ kVt,} \quad (1.15)$$

burada I – cərəyan şiddəti, A; U – gərginlik, V; $\cos \varphi$ - güc əmsalındır, elektrik mühərrikinin şəbəkədən aldığı gücündən asılı olaraq qrafikdən təyin edilir (şəkil 1.4).

Qeyd: elektrik mühərrikinin şəbəkədən aldığı gücün əvvəldən məlum olmamağından güc əmsalı $\cos \varphi$ və elektrik mühərrikinin FİƏ η_e tədrici yaxınlaşma üsulu ilə təyin olunur.

Nasosun faydalı gücü və yaxud effektiv gücü aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$N_f = \frac{\rho g Q_h \cdot H}{1000}, \text{ kVt,} \quad (1.16)$$

burada Q_h – nasosun verimi, m³/san; H – nasosun basqısı, m; ρ – nəql edilən mayenin sıxlığı, kq/m³.

Nasosun tam faydalı iş əmsalı aşağıdakı düsturla təyin edilir:

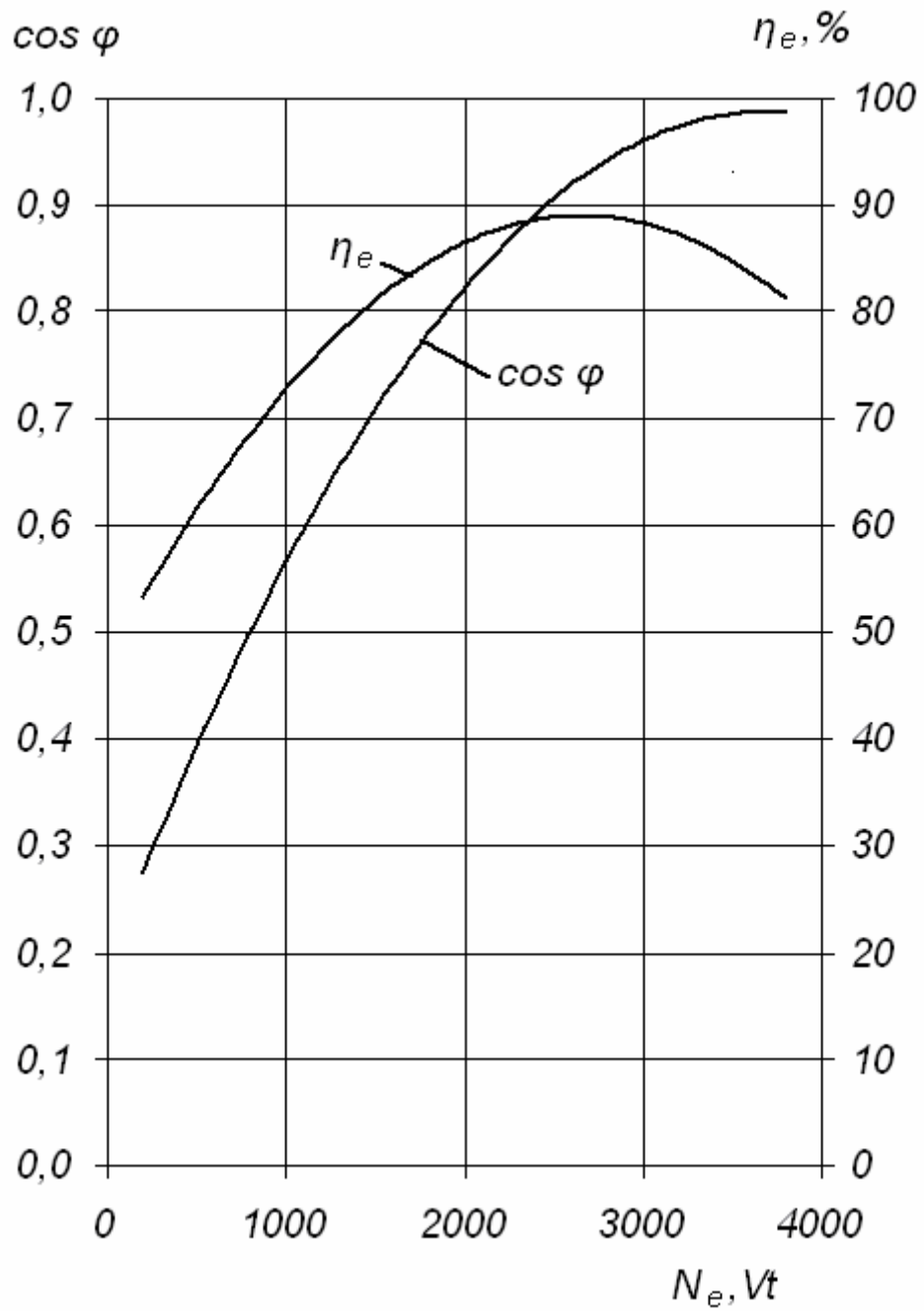
$$\eta = \frac{N_f}{N}. \quad (1.17)$$

5. Təcrübənin aparılması qaydası

Cihazların göstərişləri qərarlaşmış rejimdə eyni zamanda qeyd edilir və göstərişlər (civəli difmanometrin (Δh_d), basqı borusundakı yaylı manometrin (p_{man}), sorma borusundakı monovakuummetrin (p_{vak}), ampermetrin (I) və voltmetrin (U) göstərişləri) cədvəldə yazılır.

Nasosun xarakteristikası təcrübədən alınmış nöqtələr əsasında qurulur.

Əvvəl parametrlərin ölçülməsi tənzimləyici siyirtmənin (6) bağlı vəziyyətində aparılır. Sonra siyirtməni tədriclə açaraq müxtəlif



Şəkil 1.4. Asinxron elektrik mühərrikin faydalı iş və $\cos \varphi$ əmsallarının mühərrikin istifadə edilən gücündən asılılığı

rejimlərdə (verimlərdə) parametrlər ölçülür. Sınaq siyirtmənin tam açıq halında qurtarır. Sınaq aparılan zaman 6...8 nöqtə alınmalıdır.

Sınaq zamanı cihazların əqrəbləri və difmanometrə mayenin səviyyəsi rəqs edə bilər. Odur ki, göstərişlərin hər rejimdə orta qiymətləri qeyd edilməlidir.

Verilmiş parametrlər: $d_v = 50 \text{ mm} = 0,050 \text{ m}$; $d_s = 50 \text{ mm} = 0,050 \text{ m}$; $\Delta z = 0,5 \text{ m}$; $d_{diaf} = 32 \text{ mm} = 0,032 \text{ m}$; $\mu = 0,62$.

İşçi xarakteristikanı qurmaq üçün təcrübədən alınmış H , N və η seçilmiş miqyasda nasosun verimindən (Q) asılı olaraq qrafikdə qeyd edilir. Qrafikdə qeyd edilmiş nöqtələrdən səlis əyri çəkilir. Çəkilmiş əyri hər bir nöqtədən təxminən eyni xəta ilə fərqlənməlidir.

6. Təyin edilən parametrlər və hesablamalar

Cədvəl 1.1

<i>Parametrlər</i>	<i>İşarələr və ölçü vahidləri</i>	<i>Təcrübələr</i>				
		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>...</i>	<i>n</i>
Basqı	p_{man} , at					
	H_{man} , m					
	p_{vak} , at					
	H_{vak} , m					
	$\frac{v_v^2 - v_s^2}{2g}$ m					
	H , m					
Verim	Δh_d , mm civə süt.					
	Δh_d , m su süt.					
	Q , m ³ /san					
Güc	I , A					
	U , V					
	$\cos \varphi$					
	η_e					
	N_e , kVt					
	N , kVt					
	N_f , kVt					
FİƏ	η					

Qeyd: işarə olunan göstəricilər sınaq zamanı qeyd olunur, qalan parametrlər isə hesablanır.

LABORATORİYA İŞİ № 2

MƏRKƏZDƏNQAÇMA NASOSUN KAVİTASIYA SINAĞI

- İşin məqsədi**
1. Maye axının mərkəzdənqaçma nasosun girişində kavitasiyaya uyğun təzyiqinin təyin edilməsi.
 2. Sınaqlar nəticəsində nasos valının sabit dövrlər sayında mərkəzdənqaçma nasosun kavitasiya xarakteristikasının qurulması.

1. Ümumi müddəalar

Kavitasiya – maye axınının tam kəsilməz hərəkətinin pozulması və axında «soyuq qaynama» nəticəsində buxar və hava qabarcıqlarının yaranması və onların maye axınının yüksələn təzyiqlər sahələrində kondensasiya olunmasına (qapanmasına) deyilir.

Kavitasiya axında olan təzyiqin p_g mayenin doymuş buxar təzyiqindən $p_{d.b}$ azalması ($p_g \leq p_{d.b}$) nəticəsində yaranır. Təzyiq azaldıqda mayedə buxar qabarcıqlarının və həll olmuş hava ayrılmağa başlayır və bu hadisə mayenin «qaynaması» kimi müşahidə olunur.

Mərkəzdənqaçma nasoslarda kavitasiya hadisəsi işçi çarxın girişində və kürəklərdə müşahidə olunur.

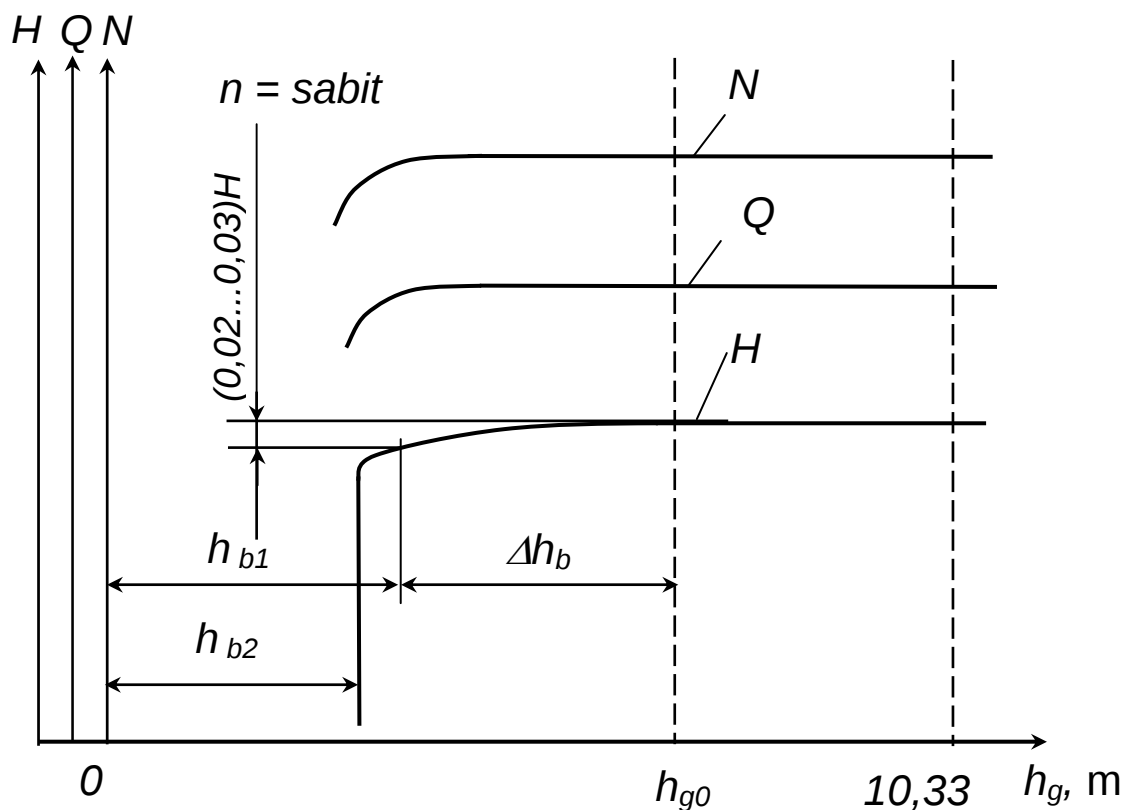
Kavitasiya yarandıqda nasosda aşağıdakı hadisələr müşahidə olunur:

1. Nasosun bütün hidravliki göstəriciləri – verimi (Q), basqısı (H), gücü (N) və FİƏ (η) kəskin aşağı enir.
2. Nasos qurğusunun titrəməsi və xarakterik səs (uğultu, zərbə) eşidilir.
3. Təzyiqin ayrı-ayrı yerlərdə ani olaraq təzyiqin artması nəticəsində ən qorxulu hal, yəni maye axan kanalların eroziyası və dağılması, müşahidə olunur.

Nasosun kavitasiya sınağında mayenin nasosun girişində kavitasiya başlanmasına uyğun təzyiqinin təyin edilməsindən ibarətdir.

Kavitasiya əyrisi (əyriləri) sabit dövrlər sayında nasosun hidravliki göstəricilərinin (Q , H , N) girişdəki təzyiqdən p_g $\left(p_g = \frac{h_g}{\rho g} \right)$ asılılığına deyilir (şəkil 2.1).

Nasosun basqısının H 2...3 % enməsi nöqtəsinə uyğun nasosun girişdəki təzyiq *birinci* böhran təzyiqi adlanır və p_{bl} ilə işarə olunur.



Şəkil 2.1. Mərkəzdənqaçma nasosun nümunəvi kavitasiya xarakteristikası

Suyun sıxlığının və doymuş buxar təzyiqinin temperaturdan asılılığı

Cədvəl 2.2

$t, ^\circ \text{S}$	$p_{d.b}, \text{Pa}$	$\rho_{su}, \text{kg/m}^3$	$t, ^\circ \text{S}$	$p_{d.b}, \text{Pa}$	$\rho_{su}, \text{kg/m}^3$
10	1208	1000	34	5 320	994
15	1694	999	36	5 950	994
20	2337	998	38	6 630	993
22	2643	998	40	7375	992
24	2983	997	42	8 210	992
26	3350	997	44	9 100	991
28	3780	996	46	10 080	990
30	4241	996	48	11 160	989

Böhran təzyiqin p_{b1} və nasosun girişindəki ona uyğun basqı ilə asılılığı aşağıdakı kimidir:

$$p_{b1} = \frac{h_{b1}}{\rho g}. \quad (2.1)$$

Kavitasiya hadisəsinin nəticəsində nasosun işçi rejiminin tam pozulmasına uyğun nasosun girişdəki təzyiqə *ikinci* böhran təzyiqi deyilir və p_{b2} ilə işarə olunur.

Böhran təzyiqi kavitasiya əyrisindən təyin edilir. Böhran sorma təzyiqinə görə (p_{b1}) nasosun girişində kavitasiyaya qarşı böhran ehtiyat təzyiqi hesablanır (Δp_b). Böhran ehtiyat təzyiqi Δp_b nasosda kavitasiya yarandığı anda nasosun girişindəki təzyiqə nəql edilən mayenin buxarlanma təzyiqinin fərqinə deyilir.

Nasosun kavitasiya sınağı iki üsulla yerinə yetirilə bilər:

1 üsul – vakuum-nasos vasitəsilə nasos qurğusunun **qapalı** sistemində vakuum yaratmaq ilə (adətən tutumda sərbəst maye səviyyəsində);

2 üsul – nasos qurğusunun **açıq** tipli sistemində nasosun girişində sorma borusunda yerləşən siyirtmə vasitəsilə.

Hər iki üsul müsbət və mənfi cəhətlərə malikdirlər.

2. Qurğunun təsviri

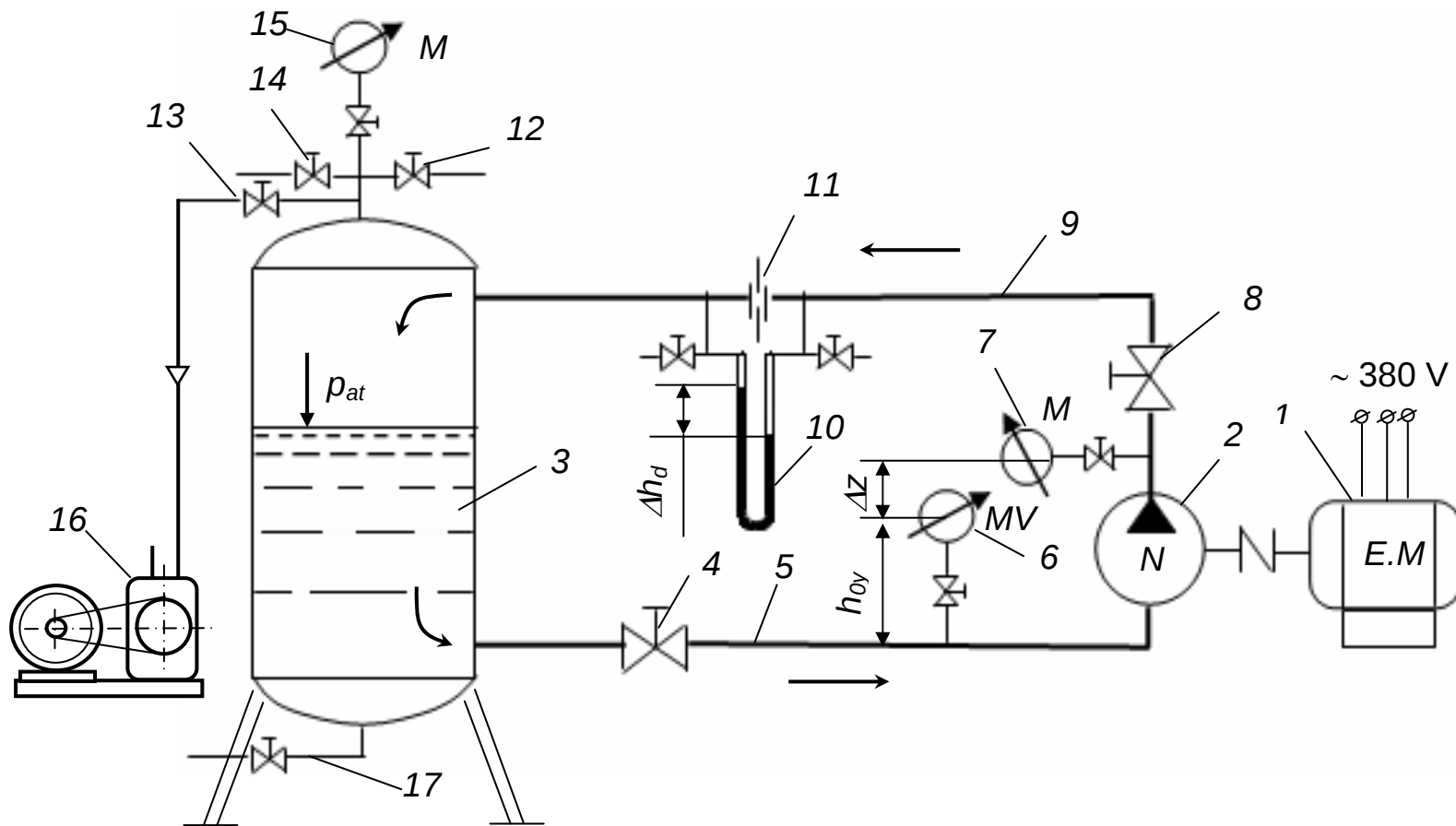
Kavitasiya qurğusu qapalı nasos qurğusundan ibarətdir (şəkil 2.2).

Nasosun girişində vakuum (sorma təzyiqi) vakuum-nasos (16) vasitəsilə yaradılır. Nasos (2) mayeni qapalı çəndən (3) sorub və yenidən həmin çənə qaytarır. Nasos elektrik mühərriki (1) vasitəsilə hərəkətə gətirilir. Nasosun verimi normal diafraqma (11), girişdə və çıxışda təzyiqlər uyğun olaraq manovakuummetr MV (6) və manometrlə M (7) ölçülür. Çən (3) atmosferlə ventillə (12) və vakuum-nasosla (16) boru (13) ilə birləşdirilir. Çəndə (3) təzyiq manovakuummetr (15) ilə ölçülür. Nasosun gücü isə ampermetr və voltmetrin göstərişləri əsasında hesablanır (bax «Laboratoriya işi № 1»).

3. Sınağın aparılması qaydası

Sınaqlar 1-ci üsulla – vakuum-nasos vasitəsilə aparıldıqda:

1. Nasos (2) işə buraxılmaq üçün hazırlanır. Bu məqsədlə basqı borusunda (9) siyirtmə (8) bağlanır və eyni zamanda sorma borusundakı



Şəkil 2.2. Mərkəzdənqəçma nasosun kavitasiya sınaq qurğusunun sxemi

(5) siyirtmə (4) açılaraq nasos maye ilə doldurulur. Çən ventil (12) vasitəsilə atmosferlə birləşdirilir.

2. Elektrik mühərriki (1) işə salınır.

3. Nasosun verilmiş iş rejimi yaradılır. İş rejimi (verimi) basqı borusunda qoyulmuş siyirtmə (8) vasitəsilə yaradılır. Sonra siyirtmənin (8) açılma dərəcəsi *sabit* saxlanılır.

4. Nasosun iş rejiminin pozulmasına uyğun gələn sorma təzyiqi təyin edilir. Bu məqsədlə siyirtmə (12) bağlamaqla çən (3) atmosferdən ayrılır və siyirtməni (13) açmaqla vakuum-nasosa (16) birləşdirilir və vakuum-nasos işə salınır. Sınaqlar zamanı siyirtmə (12) daimi **bağlı** olmalıdır.

Nasos qurğusunun sorma borusunda seyrəklik (vakuum) yaradılır və kavitasiya alınır. Kavitasiya rejimində nasosun yaratdığı təzyiq p_{man} (7) və sərfölçən diafraqmada təzyiq itkisi Δh_d (10) azalır. Nasosun normal iş rejimini yenidən yaratmaq üçün vakuum-nasos dayandırılır və çən (3) atmosferlə birləşdirilir.

5. Kavitasiya əyrisini (əyrilərini) qurmaq üçün təcrübələr aparılır. Bundan ötrü müxtəlif sorma təzyiqlərində (vakuum-nasos vasitəsilə yaradılır) cihazların göstərişləri qeyd edilir (cədvəl 2.1). Sorma borusunda təzyiq maksimumdan (çən atmosferlə birləşdiyi halda) minimuma kimi (iş rejiminin pozulmasına) dəyişdirilir. Kavitasiya əyrisinin düz hissəsində 3...4 nöqtə götürülür (təxminən 100...200 mm c. süt. fərqlə). Böhran təzyiqə yaxın sahədə isə 5...6 nöqtə götürülür (təxminən 15...20 mm c. süt. fərqlə).

6. Nasosun normal işi yaradılır və elektrik mühərriki dayandırılır.

Sınaqlar 2-ci üsulla – nasosun girişindəki siyirtmə vasitəsilə aparıldıqda:

1. Sınaqlardan əvvəl basqı borusunda (9) siyirtmə (8) bağlanır və eyni zamanda sorma borusundakı (5) siyirtmə (4) açılaraq nasos maye ilə doldurulur. Çən ventil (12) vasitəsilə atmosferlə birləşdirilir və sınaqlar zamanı daimi **açıq** qalır.

2. Elektrik mühərriki (1) işə salınır.

3. Nasosun verilmiş iş rejimi yaradılır. İş rejimi (verimi) basqı borusunda qoyulmuş siyirtmə (8) vasitəsilə tənzimlənir və sonra, sınaqlar zamanı, bu siyirtmənin (8) açılma dərəcəsi *sabit* saxlanılır.

4. Nasosun girişində kavitasiya yaratmaq üçün (5)sorma borusundakı (4) siyirtmə tədricən bağlanır və bunun nəticəsində nasos qurğusunun sorma borusunda vakuum yaradılır və kavitasiya alınır.

Kavitasiya hadisəsinin nəticəsi kimi nasosun yaratdığı təzyiq p_{man} (7) və sərfölçən diafraqmada təzyiq itkisi Δh_d (10) azalır.

5. Kavitasiya əyrisi qurmaq üçün müxtəlif sorma təzyiqlərində (siyirtmənin (4) bağlama dərəcəsiindən asılı olaraq) cihazların göstərişləri qeyd edilir (cədvəl 2.2). Sorma borusunda təzyiq maksimumdan (siyirtmənin (4) tam açıq olduqda) minimuma kimi (iş rejiminin pozulmasına) dəyişdirilir. Kavitasiya əyrisinin düz hissəsində 3...4 nöqtə götürülür (təxminən 100...200 mm c. süt. fərqlə). Böhran təzyiqə yaxın sahədə isə 5...6 nöqtə götürülür (təxminən 15...20 mm c. süt. fərqlə).

6. Nasosun normal işi siyirtmənin (4) tam açmaqla bərpa olunur və elektrik mühərriki (I) dayandırılır.

4. Qurğunun əsas parametrləri

Sınaq təcrübələrindən əvvəl aşağıdakı parametrlər qeyd olunur:

1. Nasosun növü (tipi) və onun markası;
2. Manometrlə manovakuummetrin yerləşdiyi nöqtələr arasındakı şaquli istiqamətində fərq Δz , m;
3. Manovakuummetrin təzyiq ölçülən nöqtədən (nasosun sorma borusundan) hündürlüyü $h_{0\gamma}$, m;
4. Diafraqmanın diametri d_{diaf} , m;
5. Basqı d_v və sorma d_s boruların diametri, m;
6. Mayenin temperaturu, °S;
7. Barometrik (atmosfer) təzyiq, p_b , Pa.

5. Ölçülən kəmiyyətlərin cədvəli

Cədvəl 2.2

Parametrlər	Təcrübələr				
	1	2	3	...	n
Sorma borusunda təzyiq (vakuum) p_g , (at)					
Basqı borusunda izafi təzyiq p_{man} , (at)					
Diferensial manometrin göstərişi Δh_d , mm c. süt.					
Ampermetrin göstərişi I , A					
Voltmetrin göstərişi U , V					

6. Sınağın nəticələrinin işlənməsi

1. Nasosun girişində *mütləq* təzyiq p_g :

a) nasosun girişində müsbət təzyiqdə (izafi təzyiqdə):

$$p_g = p_a + p_s + \rho g h'_{0\gamma}. \quad (2.2)$$

Burada p_a – barometrik (atmosfer) mütləq təzyiqdir (Pa); p_s – sorma boruda vakuum, (Pa)

b) mənfi izafi təzyiqdə (vakuumda):

$$p_g = p_a - p_s + \rho g h'_{0\gamma}, \quad (2.3)$$

2. Nasosun parametrləri:

– nasosun verimi (Q):

$$Q = \mu \omega \sqrt{2g \Delta h_d}, \text{ m}^3/\text{san}, \quad (2.4)$$

– nasosun basqısı (H)

$$H = \frac{p_{man}}{\rho g} + \frac{p_s}{\rho g} + \Delta z + \frac{v_v^2 - v_s^2}{2g}, \text{ m}. \quad (2.5)$$

Basqı və sorma boruların diametri bərabər olduqda:

$$\frac{v_v^2 - v_s^2}{2g} = \frac{1}{g} \left(\frac{4Q}{\pi} \right)^2 \cdot \left(\frac{1}{d_v^4} - \frac{1}{d_s^4} \right) = 0 \quad (2.6)$$

– nasosun faydalı (effektiv) gücü (N_f)

$$N_f = \frac{\rho g Q \cdot H}{1000}, \text{ kVt}, \quad (2.7)$$

– elektrik mühərrikin gücü (N_e)

$$N_e = \frac{3 \cdot I \cdot U \cdot \cos \varphi}{1000}, \text{ kVt}, \quad (2.8)$$

– nasosun tələb etdiyi güc (N)

$$N = N_e \cdot \eta_e. \quad (2.9)$$

– nasosun tam faydalı iş əmsalı η :

$$\eta = \frac{N_f}{N}. \quad (2.10)$$

Hesablamalar 1 sayılı laboratoriya işində göstərildiyi kimi aparılmalıdır.

3. Təcrübə nəticəsində kavitasiya əyrisi qurulur və böhran sorma təzyiqi p_{bl} təyin edilir. Böhran sorma təzyiqi kavitasiya əyrisinin endiyi nöqtəyə uyğun götürülür.

4. Nasosun girişində kavitasiyaya qarşı böhran ehtiyat təzyiqi Δp_b hesablanır.

$$\Delta p_b = p_{bl} - p_{d.b} + \rho \frac{v_s^2}{2} \quad (2.11)$$

burada $p_{d.b}$ – təcrübələrə uyğun temperaturda nəql edilən mayenin doymuş buxar təzyiqi (müxtəlif temperaturda suyun doymuş buxar təzyiqinin və sıxlığının qiymətləri cədvəl 2.1 verilmişdir); ρ – mayenin sıxlığı; v_s – sorma borusunda mayenin orta sürətidir.

$$v_s = \frac{Q}{\omega_s}, \quad (2.12)$$

burada ω_s – sorma borusunun en kəsik sahəsidir.

5. Kavitasiya itigetmə əmsalı C hesablanır (C – Rudnev ədədi):

$$C = \frac{n\sqrt{Q}}{(\Delta h_{bl}/10)^{3/4}}, \quad (2.13)$$

burada n – nasos valının fırlanma sürətidir, dövr/dəq.

Alınan hesablama nəticələri 2.3 sayılı cədvələ yazılır.

7. Təyin edilən parametrlər və hesablamalar

Cədvəl 2.3

<i>Parametrlər</i>		<i>Təcrübələr</i>				
		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>...</i>	<i>n</i>
Nasosun girişində mütləq sorma təzyiqi	p_s , Pa					
	h_g , m su süt.					
Verim, Q , m ³ /san						
Basqı, H , m						
Nasosun faydalı gücü, N_f , kVt						
Nasosun tələb etdiyi güc, N , kVt						
Nasosun tam faydalı iş əmsalı η						
Böhran sorma mütləq təzyiq	p_{lb} , Pa					
	h_{lb} , m su süt.					
Rudnev ədədi, C						
Kavitasiya ehtiyat təzyiqi Δp_b , Pa						

LABORATORIYA İŞİ № 3

QASIRĞALI NASOSUN SINAQDAN KEÇİRİLMƏSİ

- İşin məqsədi:**
1. Qasırğalı tipli «IBc-9M» markalı nasosun quruluşu və iş prinsiplə tanış etmək.
 2. Sabit dövrlər sayında nasosun işçi xarakteristikasının $H - Q$, $N - Q$ və $\eta - Q$ qrafiklərini qurmaq.

1. Ümumi müddəalar

«BI», «Bc-9M» markalı qasırğa tipli nasosları birpilləli, konsollu və üfüqi kürəkli nasoslar olub, abraziv olmayan az özlü (36 santistoksdan (sSt) çox olmayan) maye qarışıqlarının 90°S temperatura qədər vurmaq üçün istifadə olunur. Bu tipli nasoslarının konstruksiyası 3.1 şəkildə, işləmə prinsipi isə 3.2 şəkildə göstərilib. Bu mayələr çuqun və poladı korroziyalandırmamalıdır. Əgər vurulan mayədə abraziv maddələr varsa, nasosun hidravliki hissəsi paslanmayan X18H9T markalı poladdan hazırlanır.

«BcM» tipli qasırğalı nasoslarda basqı qapağı olur (şəkil 3.3) və onlardan özüsorma qabiliyyətinə tələbat olduqda istifadə edilir.

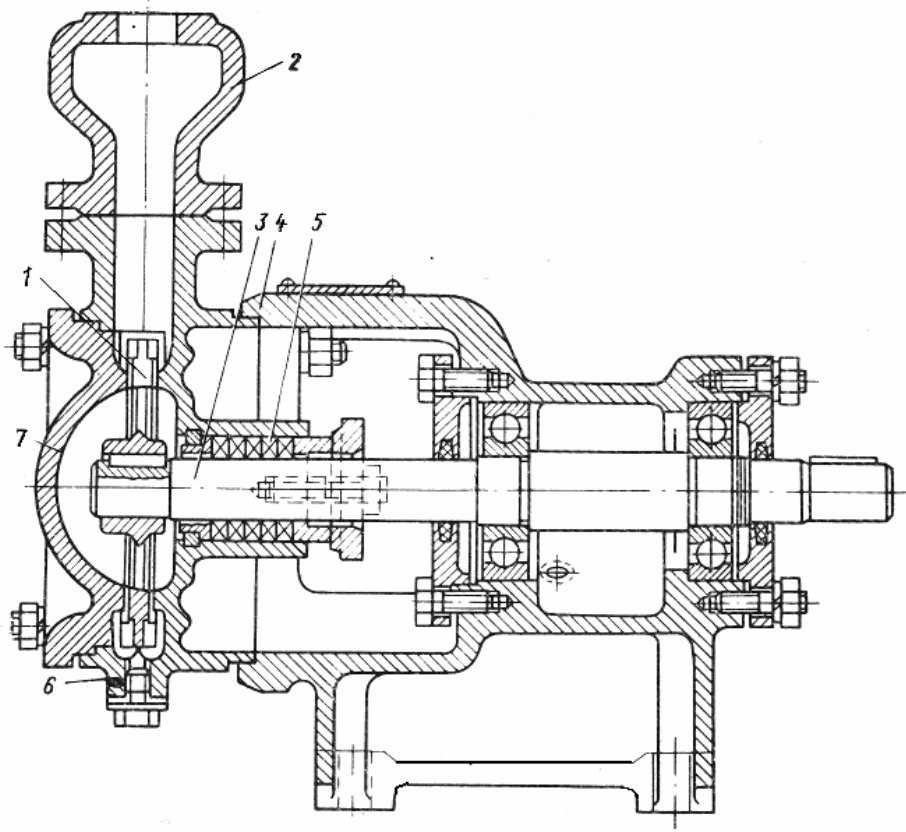
Nasosun işə buraxılmasında havanın sudan ayrılması basqı qapağı vasitəsilə vurma kamerasında gedir. Qapağın divarı ilə su nasosa, hava isə boruya gedir ki, bunun da nəticəsində nasosun sorma hissəsində və sorma xəttində lazımi seyrəklik (vakuum) yaranır. Bu nasosun vurulan maye ilə dolmasına səbəb olur. İşçi çarxların eyni çevrəvi sürətlərində mərkəzdənqaçma nasoslara nisbətən yüksək basqı yaratmaq, qasırğalı nasosların əsas xüsusiyyətləridir.

Mərkəzdənqaçma nasoslara nisbətən qasırğalı nasosların FİƏ xeyli az olur ($\eta = 0,30 \dots 0,32$).

Belə tip nasosların işi qasırğanın yaranması prinsipinə əsaslanır. Belə ki, nasosun oxu boyunca qasırğa vakuumu çevrilir və nasos mayeni sorur.

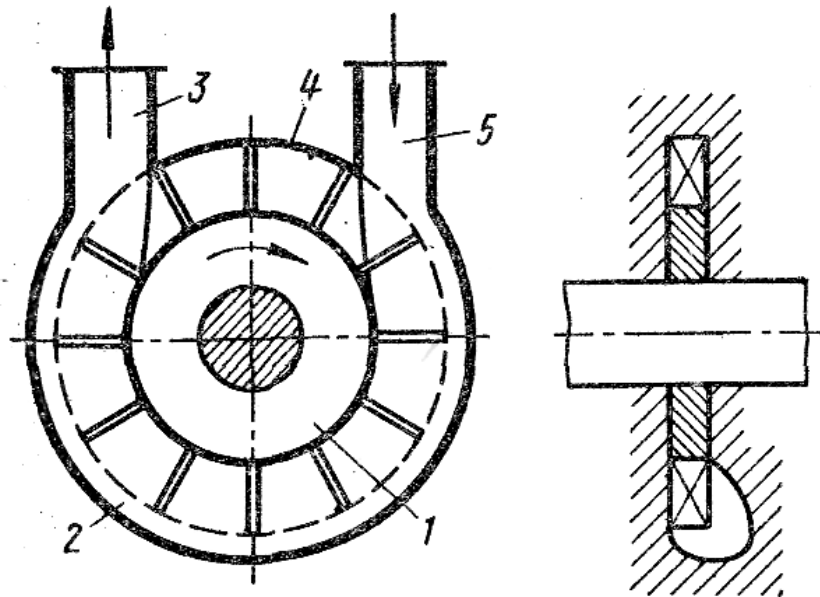
2. Təcrübə qurğusunun təsviri

Təcrübə sınaq qurğusunun sxemi 3.5 şəkildə göstərilmişdir. O, aşağıdakı hissələrdən ibarətdir: 1 – elektrik mühərriklə «IBc-0,9M» tipli qasırğa nasos qurğusu; 3 – sorucu boru kəməri; 4 və 6 – siyirtmələr; 5 – vurucu boru kəməri; 7 – manovakuummetr; 8 – nümunəvi manometr; 9

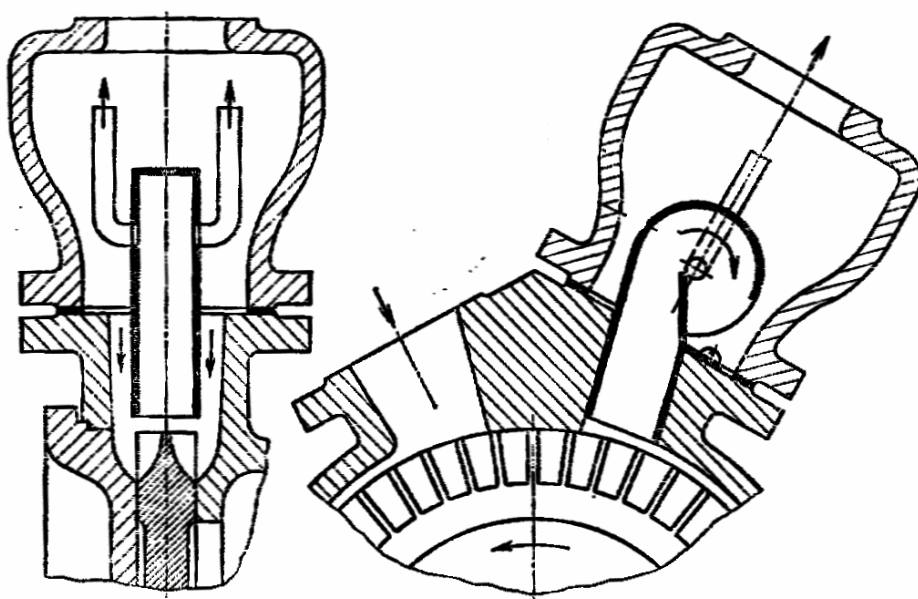


Şəkil 3.1. Qasırgalı tipli kürəkli nasosun ümumi görünüşü.

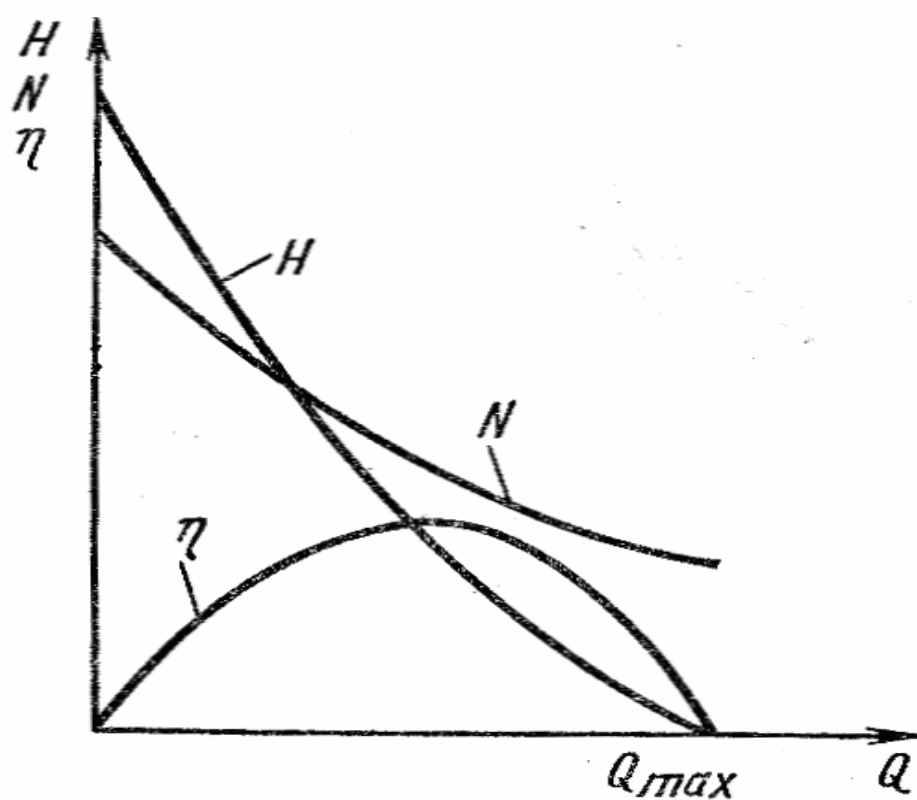
1 – işçi çarx; 2 – basqı qapağı; 3 – val; 4 – dayaq;
5 – kipləşdirici; 6 – gövdə; 7 – qapaq.



Şəkil 3.2. Qasırgalı tipli nasosun işləmə prinsipinin sxemi



Şəkil 3.3. Qasırğalı nasosun basqı qapağı



Şəkil 3.4. Qasırğalı tipli nasosun nümunəvi xarakteristikası

– sərfölçən diafraqma; 10 – DT-50 tipli civəli diferensial manometr; 11 – çəni su ilə doldurmaq üçün boru; 12 – havanı boşaldıcı boru; 13 – əlavə boru; 14 – qəbul çəni.

Qapalı dövretmədə nasos (1) suyu qəbul çənindən (14) götürür və yenə də həmin çənə (14) verir. Bu zaman siyirtmə (4) tam açıq olmalıdır.

3. Təcrübənin aparılması qaydası

Sınağın əvvəlində siyirtmə (6) 1 dövrə açılır və bu vəziyyətdə nasos (1) işə salınır və maye axınının qərarlaşmış rejimində parametrlər qeyd olunur. Sonra tənzimləyici siyirtməni (6) tədricən açaraq müxtəlif rejimlərdə (verimlərdə) parametrlər ölçülür. Sınaq siyirtmənin tam açıq halında qurtarır. Sınaq aparılan zaman 4...5 nöqtə alınmalıdır.

Cihazların göstərişləri qərarlaşmış rejimdə eyni zamanda qeyd edilir və göstərişlər (civəli difmanometrin Δh_d (10), basqı borusundakı yaylı manometrin p_{man} (8), sorma borusundakı manovakuummetrin p_{vak} (7), ampermetrin I (15) və voltmetrin U (16) göstərişləri) 3.1 sayılı cədvələ yazılır.

Aparılan hesabatlar həmin cədvəldə qeyd edilir. Hesablamaların və təcrübələrin nəticələrinə əsasən nasosun istifadə etdiyi gücün (N), FİƏ (η) və tam basqısının (H) nasosun verimindən (Q) asılılıq qrafikləri qurulur (şəkil 3.4).

4. Qurğunun əsas parametrləri

Sınaq təcrübələrindən əvvəl aşağıdakı parametrlər qeyd olunur:

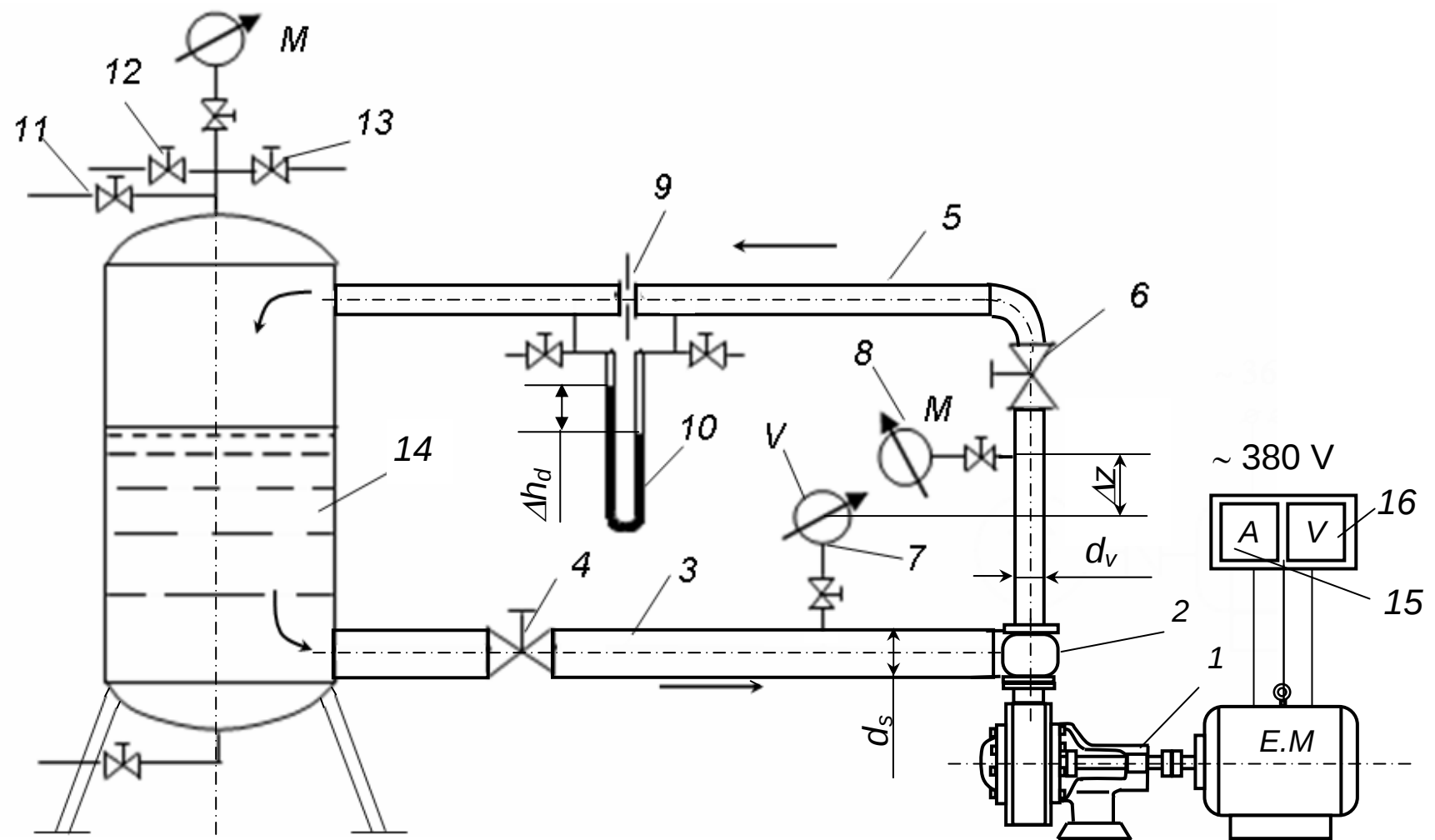
Sınaq qurğusu :

- sorma borusunun diametri, $d_s = 0,050$ m;
- vurma borusunun diametri, $d_v = 0,050$ m;
- manometrin və vakuummetrin birləşdiyi nöqtələr arasındakı şaquli məsafə $\Delta z = 0,5$ m;
- sərfölçən diafraqmanın dəliyinin diametri $d_d = 0,013$ m.

Nasosun texniki göstəriciləri:

Nasosun enerji və hidravlik parametrləri:

- nasosun markası – IBC-0,9 M;
- verim $Q = 1 \dots 3,5$ m³/saat;
- tam basqı $H = 35 \dots 12,5$ m su süt.;



Şəkil 3.5. Qasırgalı nasosun sınaq qurğusunun sxemi

- nominal dövrlər sayı $n = 1450$ dövr/dəq;
- nasosun istifadə etdiyi güc $N = 1,35...0,65$ kVt;
- nasosun sorucu və vurucu borucuqlarının diametri, mm ilə 50 və 36;
- nasosun maye ilə doldurulmuş halında özüsorma hündürlüyü $h_{ö.s.} = 4$ m;
- basqı qapağında vurucu boşluğun diametri, mm ilə 23;

Nasosun ölçüləri və kütləsi:

- nasosun hündürlüyü – 375 mm;
- nasosun eni – 260 mm;
- nasosun uzunluğu – 375 mm;
- nasosun ümumi kütləsi – 27,5 kq;

Elektrik mühərrikinin parametrləri:

- elektrik mühərrikinin tipi – AO-41-6;
- nominal gücü $N = 1,7$ kVt ilə;
- elektrik mühərrikinin dövrlər sayı $n_e = 930$ dövr/dəq;
- elektrik mühərrikinin FİƏ $\eta_e \approx 0,77$ (100% yüklənmədə);
- güc əmsalı – $\cos \varphi \approx 0,78$ (100% yüklənmədə).

5. Sınağın nəticələrinin işlənməsi

Qasırgalı nasosun hesablamaları üçün lazımi düsturları nəzərdən keçirək.

Elektrik mühərrikinin şəbəkədən tələb etdiyi güc mühərrikin klemmlərində elektrik cihazları vasitəsilə ölçülür.

Elektrik mühərrikinin FİƏ daxil etməklə mühərrikin valında olan güc alınır. Cərəyan şiddəti ampermetr və gərginliyi voltmetrlə ölçməklə, mühərrikin klemmlərindəki gücü kVt olmaqla, aşağıdakı düstur ilə tapırıq:

$$N_e = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot U \cdot \cos \varphi}{1000}, \text{ kVt} \quad (3.1)$$

burada U – gərginlik, V; I – cərəyan şiddəti, A; $\cos \varphi$ - güc əmsalıdır.

Nasosun hidravliki, yaxud faydalı gücü N_f mayeni H hündürlüyünə vermə zamanı nasosun faydalı işi ilə müəyyən edilir və aşağıdakı düsturla təyin olunur:

$$N_f = \frac{\rho g Q_h H}{1000}, \text{ kVt} \quad (3.2)$$

burada Q_h – nasosun həqiqi verimi, m^3/san ; ρ - nasosla vurulan mayenin sıxlığı, kg/m^3 ; H – nasosun yaratdığı tam basqıdır, m.

Nasosun yaratdığı tam basqı, yəni mayenin nasosa daxil olduğu və çıxışdakı tam xüsusi enerjisinin fərqi, metrle sorulub vurulan maye sütunu ilə ifadə edilir və aşağıdakı düsturla təyin olunur:

$$H = H_{man} + H_{vak} + \Delta z + \frac{v_v^2 - v_s^2}{2g}, \text{ m} \quad (3.3)$$

burada H_{man} – manometre görə basqı, m; H_{vak} – vakuummetre görə basqı, m; $\Delta z = 0,5$ m-lə manometrin və vakuummetrin birləşdiyi nöqtələr arasındakı şaquli məsafədir.

Vurucu və sorucu boru kəmərlərindəki orta sürəti aşağıdakı tənliklərdən tapmaq olar:

$$v_v = \frac{Q_h}{\omega_v}, \text{ m/san} , \quad (3.4)$$

$$v_s = \frac{Q_h}{\omega_s}, \text{ m/san} , \quad (3.5)$$

burada Q_h – nasosun həqiqi verimi, m^3/san ; ω_v və ω_s – uyğun olaraq vurucu və sorucu boru kəmərlərinin canlı kəsik sahələridir, m^2 .

Qasırgalı nasosun həqiqi verimi siyirtmə (6) vasitəsilə tənzim edilir və aşağıdakı düsturla tapılır:

$$Q_h = \mu \omega \sqrt{2g \Delta h_d} , \text{ m}^3/\text{san} , \quad (3.6)$$

burada μ – diafraqmanın sərf əmsalı ($\mu = 0,62 \dots 0,64$); ω - diafraqma

dəliyinin en kəsik sahəsi, m^2 ; $\omega = \frac{\pi d_d^2}{4}$, m^2 , d_d – diafraqma dəliyinin

diametri, m ($d_d = 0,013$ m); Δh_d – diafraqmada basqı itkisidir, m su süt. Diafraqmada basqı itkisini mm civə sütunundan m su sütununa çevirmək üçün aşağıdakı düsturdan istifadə olunur:

$$\Delta h_d (\text{m su süt.}) = \Delta h_d (\text{mm civə süt.}) \frac{\rho_c - \rho_{su}}{1000 \rho_{su}}, \quad (3.7)$$

burada ρ_c – civənin xüsusi sıxlığı, kq/m^3 ($\rho_c = 13550 \text{ kq/m}^3$), ρ_{su} – vurulan mayenin sıxlığı ($\rho_{su} = 998 \text{ kq/m}^3$, adətən qəbul olunur $\rho_{su} = 1000 \text{ kq/m}^3$).

Nasosun FİƏ hidravlik gücün nasosun istifadə etdiyi gücə olan nisbəti kimi qəbul edilir və aşağıdakı düsturla tapılır:

$$\eta = \frac{N_h}{N} \quad (3.8)$$

burada N – kVt ilə nasosun istifadə etdiyi güc olub, onu aşağıdakı bərabərlikdən tapmaq olar:

$$N = N_e \cdot \eta_e. \quad (3.9)$$

Burada N_e – elektrik mühərrikinin gücü, kVt; η_e – verilmiş yüklənmədə elektrik mühərrikinin FİƏ. «IBc-0,9M» tipli qasırğalı nasos üçün elektrik mühərrikinin xarakteristikası ($\cos \varphi = f(N)$ və $\eta_e = f(N)$) asılılığından tapılır.

Bu asılılıqlardan elektrik mühərrikinin müxtəlif yüklənmələrində FİƏ η_e və güc əmsalını ($\cos \varphi$) tapmaq olar.

Nasosun xarakteristikası təcrübədən alınmış nöqtələr əsasında qurulur. Bunun üçün hesablanmış H , N və η (cədvəl 3.1) seçilmiş miqyasda nasosun verimindən (Q) asılı olaraq qrafikdə qeyd edilir. Qrafikdə qeyd edilmiş nöqtələrdən səlis əyri çəkilir. Çəkilmiş əyri hər bir nöqtədən təxminən eyni xəta ilə fərqlənməlidir.

6. Təyin edilən parametrlər və hesablamalar

Cədvəl 3.1

Parametrlər	İşarələr və ölçü vahidləri	Təcrübədən alınan nəticələr				
		1	2	3	4	5
Basqı	p_{man} , at					
	H_{man} , m					
	p_{vak} , at					
	H_{vak} , m					
	$\frac{v_v^2 - v_s^2}{2g}$, m					
	Tam basqı H , m					
Verim	Δh_d mm civə süt.					
	Δh_d ,m su süt.					
	Verim Q_h , m ³ /san					
Güc	Ampermetrin göstərişi I , A					
	Voltmetrin göstərişi U , V					
	$\cos \varphi$					
	Elektrik mühərrikinin FIƏ η_e					
	Elektrik mühərrikinin gücü N_e , kVt					
	Nasosun istifadə etdiyi güc N , kVt					
	Faydalı güc N_f , kVt					
Nasosun FIƏ	η					

Qeyd: işarə olunan göstəricilər sınaq zamanı qeyd olunur, qalan parametrlər isə hesablanır.

LABORATORİYA İŞİ № 4

MƏRKƏZDƏNQAÇMA NASOSUN BORU KƏMƏRİNƏ İŞLƏMƏSİ

İşin məqsədi: 1. Nasosun və siyirtmənin tam açıq halında boru kəməri ilə birgə işləməsi rejiminin işçi nöqtəsinin təyin olunması.

1. Ümumi müddəalar

Boru kəməri şəbəkəsinin xarakteristikası tələb olunan $H_{t.o.}$ basqısının Q sərfindən asılıdır. Praktiki hesablamalarda bu aşağıdakı kimi yazılır:

$$H_{t.o.} = H_{st} + AQ^m \quad (4.1)$$

burada H_{st} – statik basqı, m;

$$H_{st} = \Delta z + \frac{p}{\rho \cdot g}; \quad (4.2)$$

Δz – mayenin həndəsi qaldırma hündürlüyü, m; p – kəmərdən çıxışda mayenin (artıq, izafi) təzyiqi, Pa; ρ – mayenin sıxlığı, kg/m^3 ; m – göstərici, laminar rejimdə $m = 1$, turbulent rejimdə $m = 2$; A – kəmərin müqavimət göstəricisidir, laminar rejimdə

$$A = \frac{128 \nu L}{\pi g d^4}, \quad (4.3)$$

turbulent rejimdə isə

$$A = \left(\sum \xi + \lambda \frac{l}{d} \right) \frac{8}{g \pi^2 d^4}. \quad (4.4)$$

Burada L – kəmərin gətirilmiş uzunluğu, m; $\sum \xi$ – yerli müqavimət əmsallarının cəmi, l – kəmərin uzunluğu, m; λ – kəmərin hidravlik müqavimət əmsalı; d – kəmərin diametri, ν – mayenin kinematik özlülük əmsalıdır, m^2/san .

Laminar hərəkət rejimində boru kəmərinin xarakteristikası, (4.1)-dən göründüyü kimi

$$H_{t.o.} = H_{st} + AQ \quad (4.5)$$

ordinat oxundan H_{st} parçası kəsən mailliyi $\arctg A$ olan düz xətdir, turbulent rejimdə isə ordinat oxundan H_{st} parçası kəsən parabola olur:

$$H_{t.o.} = H_{st} + A Q^2 . \quad (4.6)$$

H_{st} müsbət və mənfi qiymətlər ola bilər (şəkil 4.1).

Verilmiş nasosun boru kəmərlə işləməsi zamanı həqiqi (işçi) $Q_h = Q_i$ sərfini təyin etmək üçün nasosun $H - Q$ xarakteristikası üzərində boru kəmərinə siyirtmənin tam açıq vəziyyətindəki ($\alpha = 1$) $Q = 0$ -dan $Q = Q_{max}$ qədər Q verimi yaratmaq üçün *tələb olunan basqı* $H_{t.o.} = f(Q)$ xarakteristikası qurulur və bu xarakteristikaların B kəsişmə nöqtəsi nasosun işçi nöqtəsi adlanır. Nasosun Q_i verimi və kəmərdə tələb olunan $H_{t.o.} = H_i$ basqısının qiymətləri B nöqtəsinin koordinatlarıdır (şəkil 4.2).

2. Təcrübə qurğusunun təsviri

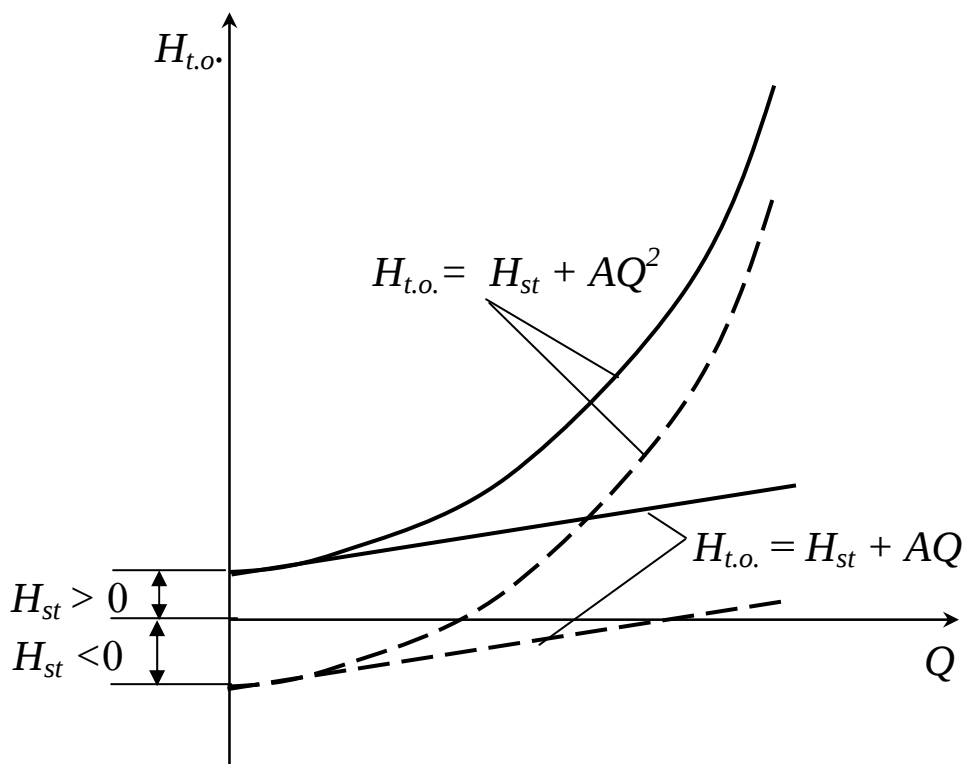
Qurğunun sxemi 4.3 sayılı şəkildə göstərilmişdir. Bu açıq tipli maye dövr edən (sirkulyasiya) hidravlik sistemdir. Konsol tipli mərkəzdənqaçma nasos (1) suyu çəndən (14) sorub boru kəmərinə (5) vurur. Boru kəmərinə su yenidən çənə (14) qayıdır. Manometr (8) nasosun kəmərinin (5) başlanğıcında yaratdığı təzyiqi ölçür. Boru kəməri şəbəkəsinə bir neçə yerli müqavimətlər var – iki üçlük (2), döngəli ventillər (6), sərfölçən diafraqma (9) və bir neçə dirsəklər, həmçinin flans birləşmələri daxildir. Mayenin həqiqi sərfi diafraqmaya (9) birləşdirilmiş diferensial manometrin (10) göstəricisinə əsasən hesablanır.

3. Təcrübənin aparılması qaydası

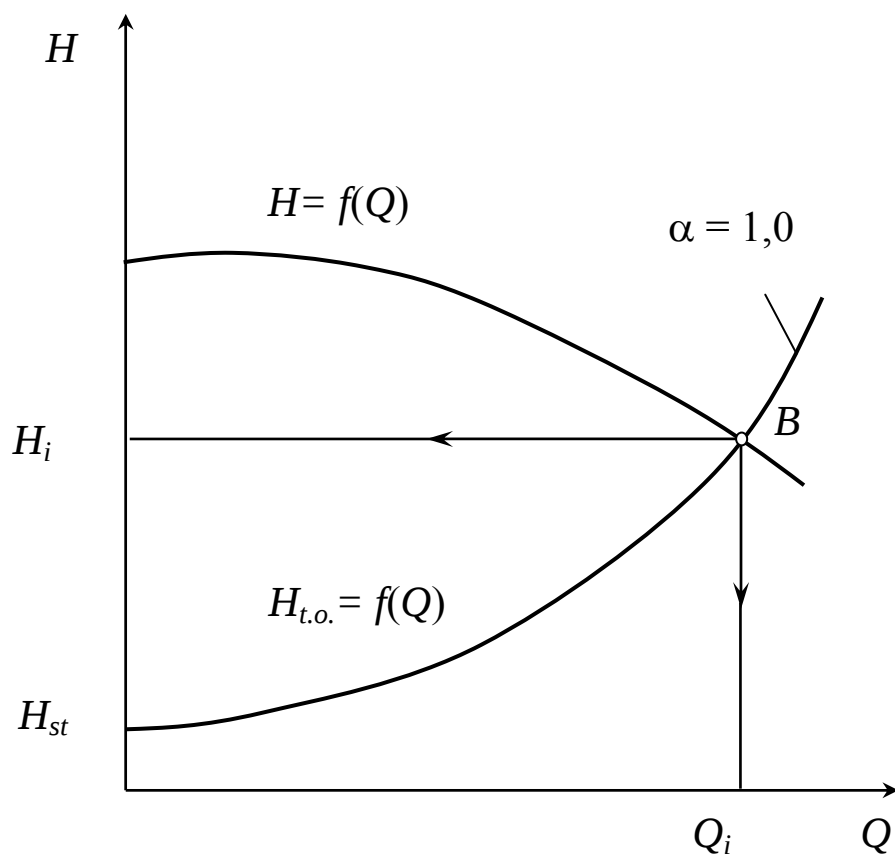
Qurğunun konstruktiv və həndəsi verimlərinə əsasən (8) manometrinin yerləşdiyi kəsikdən mayenin (5) sayılı basqı xəttindən (14) çəninə töküldüyü kəsiyə qədər olan uzunluqdakı boru kəməri üçün xarakteristika əyrisi qurulur. Bunun üçün əvvəlcə Q_{boh} – nın böhran (kritik) qiymətinə uyğun olan sərf Q_{boh} təyin edilir:

$$Q_{boh} = 2320 \frac{\pi d}{4} . \quad (4.7)$$

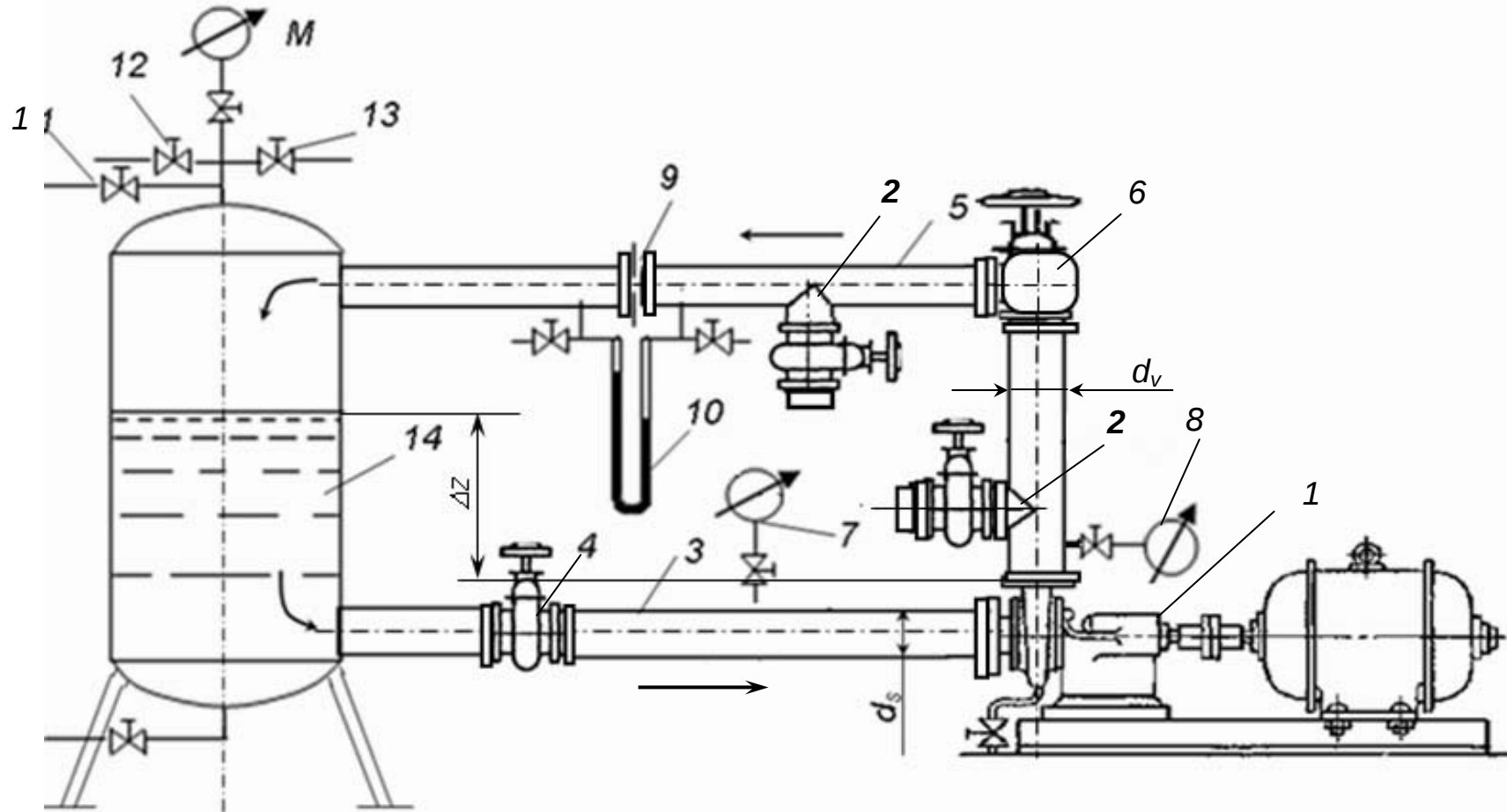
$Q > Q_{boh}$ olduqda (turbulent rejimdə) A müqavimət əmsalı (4.4) düsturu ilə təyin edilir:



Şəkil 4.1. Boru kəmərinin xarakteristikaları



Şəkil 4.2. Nasosun və boru kəmərinin birləşmiş xarakteristikası



Şəkil 4.3. Sınaq qurğusunun sxemi

$$A = \left(\sum_{i=1}^6 \xi_i + \frac{l}{d} \right) \frac{8}{g \pi^2 d^4}, \quad (4.8)$$

burada $\sum \xi_i$ – yerli kəmərdəki müqavimət əmsallarının cəmi; $\xi_1 = \xi_3 = 0,14$ üçlüyün yerli müqavimət əmsalı; $\xi_2 = 1,5$ döngəli ventilin (6) yerli müqavimət əmsalı; $\xi_4 = 9,5$ – diafraqmanın yerli müqavimət əmsalı; $\xi_5 = 1$ – axının borudan çənə çıxışındakı yerli müqavimət əmsalı; $\xi_6 = 0,15$ – flansın yerli müqavimət əmsalı; $\lambda = 0,03$ – sürtünmə müqavimət əmsalı; $l = 2,26$ m – kəmərin baxılan hissəsinin uzunluğu; $d = 50$ mm – kəmərin daxili diametridir.

Boru kəmərin xarakteristikasının $H_{t.o} = f(Q)$ hesablanması (6) sayılı ventilin tam açıq vəziyyət üçün aparılır. (2) sayılı ventillər tam bağlı vəziyyətdə olmalıdırlar. (14) sayılı çəndə təzyiq atmosfer təzyiqə bərabər olmalıdır. Bunun üçün (11) ventillər açılmalıdır.

Verilən nasos və boru kəməri üçün işçi parametrləri (Q_i və H_i) qrafiki üsulu ilə təyin etmək üçün əvvəl boru kəmərin xarakteristikasının müqavimət əmsalını A (4.8) tənliklə təyin edib və (4.2) düsturla H_{st} qiymətini hesablayıb maye sərfinin $Q = 0 \dots 6$ dm³/san hədlərində 4...5 qiyməti üçün tələb olunan basqının $H_{t.o.}$ qiymətləri (4.6) düsturla tapılır. Adətən göstərilmiş verilənlərdə ($Q > 1,5$ dm³/san) turbulent rejim mövcuddur. Alınan qiymətlər 4.1 cədvələ yazılır.

Cədvəl 4.1

Kəmərin xarakteristikasını qurmaq üçün cədvəl

Boru kəmərinə sərf $Q, \text{ dm}^3/\text{san}$	0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0
Tələb olunan basqı $H_{t.o.}, \text{ m}$								

Qeyd: $Q_{min} = 0, Q_{max} = 6,0$ dm³/san.

Nasosun sınağı zamanı alınmış $H = f(Q)$ (1 sayılı laboratoriyanın hesabatından, cədvəl 4.2) və kəmərin $H_{t.o} = f(Q)$ (cədvəl 4.1) xarakteristikaları eyni miqyasda $H - Q$ koordinatlarında qurulur. Bu əyrilərin kəsişmə nöqtəsi B nasosun işçi nöqtəsinə müəyyən edir. Bu nöqtənin qrafikdən tapılmış koordinatları: $H_{t.o.} = H_i$ sınaq qurğusunun nasosun verilmiş kəmərin

başlanğıcında yaratdığı manometrik basqı, Q_i – həqiqi, işçi sərfdir. Alınan nəticələr 4.4 sayılı cədvələ yazılır.

Cədvəl 4.2

2K-9 markalı nasosun xarakteristikası

Nasosun çıxışında təzyiq p_{man} , MPa	0,07	0,10	0,15	0, 20	0,21
Nasosun verimi Q , dm ³ /san	5,63	5,07	3,88	1,34	0

Qeyd: 1) p_n təzyiqi nasosun çıxışdakı kəsiyə gətirilmişdir.

2) Burada $\mu = 0,62$ sərfölçən diafraqmanın sərf əmsalı; ω – diafraqmanın en kəsik sahəsi; $d_{diaf} = 0,032$ m; Δh_d – difmanometrdeki basqı düşküsidür, m su süt.

Qrafiki üsulu ilə alınmış nəticəni yoxlamaq üçün (6) ventilin tam bağlı vəziyyətində nasosu işə buraxdıqdan sonra onu tam açmalı və nasos işinin stabil rejimində (8) manometrinin və (10) difmanometrinin göstərişləri qeyd olunur. Sınaq 3 dəfə təkrarlanmalıdır və təcrübələrin orta arifmetik qiymətləri nəzəri alınmalıdır (cədvəl 4.3).

Difmanometrin göstərişinə əsasən həqiqi sərf Q_i aşağıdakı tənlik ilə təyin edilir (1 sayılı laboratoriya işinə baxmalı):

$$Q = \mu \omega \sqrt{2g\Delta h_d}, \text{ m}^3/\text{san};$$

həqiqi basqı H_i isə :

$$H_i = H_{man} \approx 10 \cdot p_{man} \text{ (at), m.}$$

İki üsulu ilə alınan işçi parametrlərin (H_i və Q_i) qiymətləri 4.4 sayılı cədvələ yazılır, və təcrübədən tapılan H_i və Q_i əsas götürüb qiymətlər arasında nisbi xətalari təyin edilməlidir:

$$\delta_H(\%) = \frac{H_i - H_i'}{H_i} 100; \quad \delta_Q(\%) = \frac{Q_i - Q_i'}{Q_i} 100.$$

6. Sınaq zamanı təyin edilən parametrlər və hesablamalar

Cədvəl 4.3

<i>Parametrlər</i>	<i>İşarələr və ölçü vahidləri</i>	<i>Təcrübə</i>		
		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Basqı	p_{man} , at			
	H_{man} , m			
Verim	Δh_d , mm civə süt.			
	Δh_d , m su süt.			
	Q , m ³ /san			

Qeyd: işarə olunan göstəricilər sınaq zamanı qeyd olunur, qalan parametrlər isə hesablanır.

Cədvəl 4.4

İşçi parametrlərin qiymətləri

<i>İşçi parametrlər</i>		<i>Qrafiki üsulu ilə</i>	<i>Təcrübi üsulu ilə</i>	<i>Nisbi xəta δ (%)</i>
İşçi maye sərfi Q_i , dm ³ /san				
İşçi basqı	H_i , m			
	p_i , MPa			

LABORATORİYA İŞİ № 5

MƏRKƏZDƏNQAÇMA NASOSUNUN İŞİNİN ÇIXIŞINDAKI DROSSEL VASİTƏSİLƏ TƏNZİMLƏNMƏSİ

- İşin məqsədi:** 1. Basqı siyirtməsi vasitəsilə mərkəzdənqaçma nasosun işinin tənzimlənməsi metodunu öyrənmək.
2. Sabit temperaturda su vurulması halı üçün boru kəmərinin drossel əyrilərini qurmaqdır.

1. Ümumi müddəalar

Nasosları istismar etdikdə, onların verim (Q) və basqılarının (H) tənzim olunması lazım gəlir. Sabit dövrlər sayında mərkəzdənqaçma nasosun işi onun çıxışdakı basqı siyirtməsinin açılma dərəcəsini dəyişməklə tənzimlənə bilər. Mərkəzdənqaçma nasoslarda bu üsul ən sadə olub, lakin enerji itkilərinin artmasına səbəb olduğuna görə iqtisadi cəhətdən əlverişli deyil.

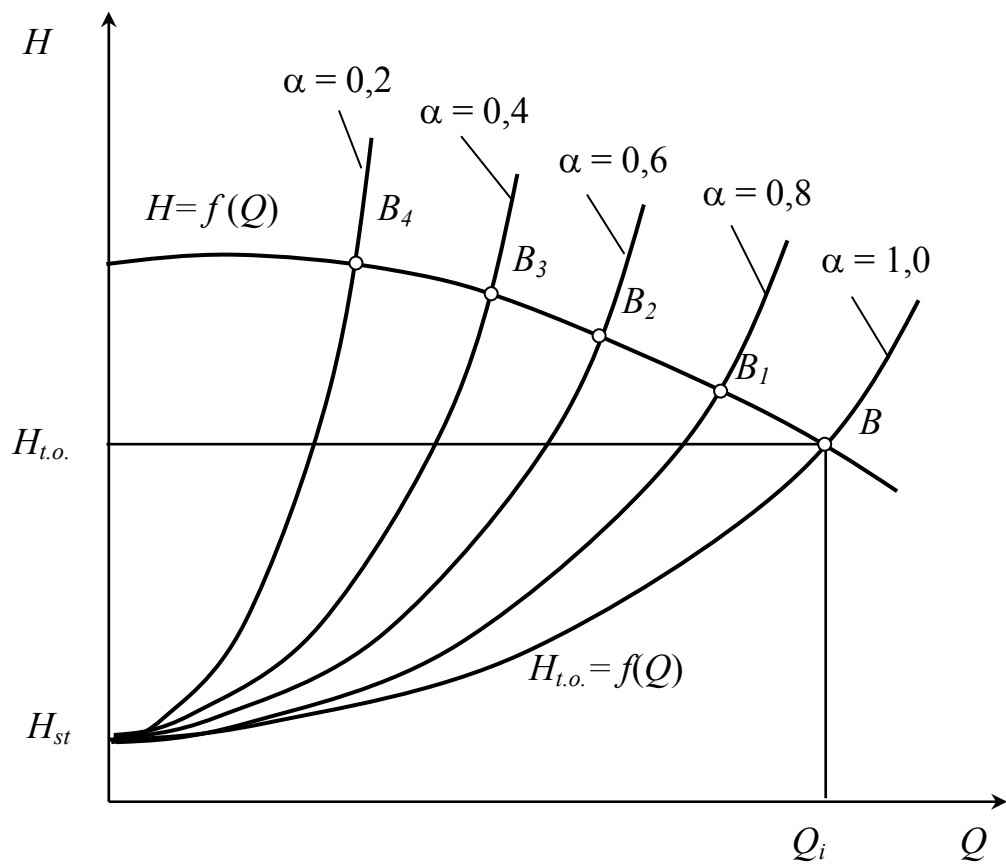
Nasosun işini siyirtmə ilə tənzim etdikdə, siyirtmənin hər açılma dərəcəsində (α) nasosun iş rejimini müəyyən edən uyğun basqı (H) və verim (Q) olur.

Siyirtmənin açılma dərəcəsi α ($0 \leq \alpha \leq 1$) onun keçid sahəsinin tam açılmış vəziyyətdə sahəyə olan nisbəti (məsələn, $\alpha = 1$; 0,8; 0,6 və s.) və yaxud onun klapanının cari h qalxma hündürlüyüdür.

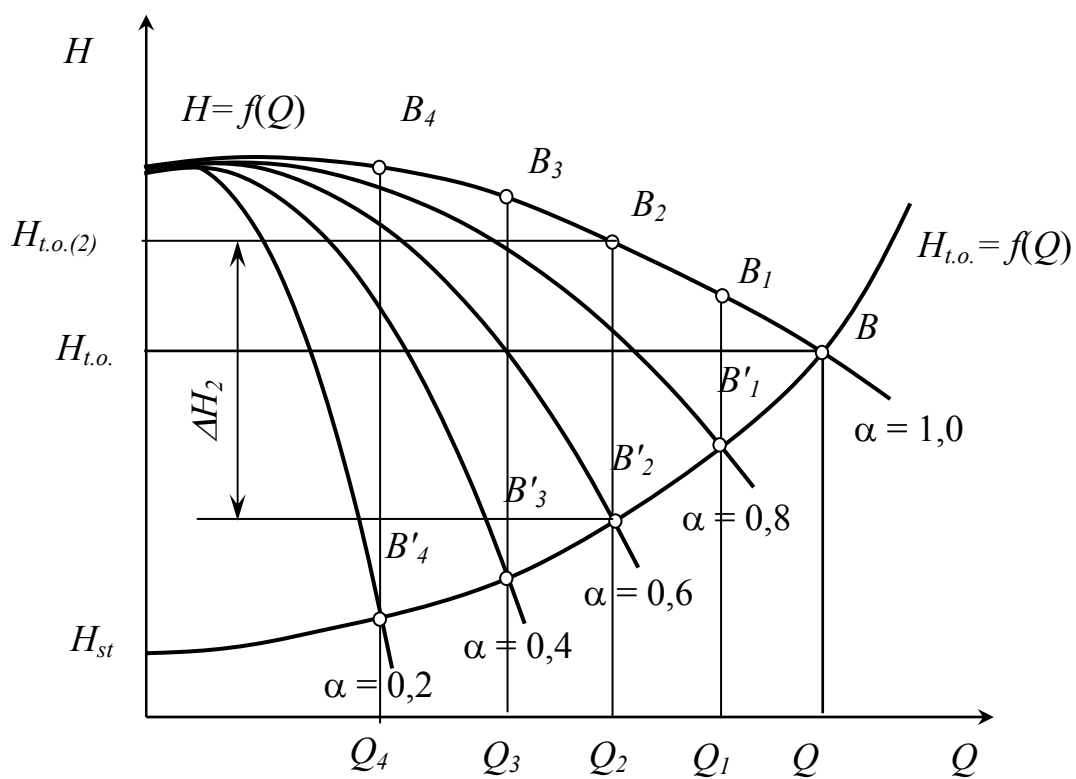
Mərkəzdənqaçma nasosun iş rejimini drossel vasitəsilə tənzimləyərkən, əlverişli olmaq üçün nasosun $H = f(Q)$ və boru kəmərinin $H_{t.o.} = f(Q)$ xarakteristikaları ilə birlikdə, siyirtmənin müxtəlif α açılma dərəcələri üçün boru kəmərinin xarakteristikalarını – drossel əyrilərini qururlar (şəkil 5.1). Məlumdur ki, boru kəməri şəbəkəsinin $H_{t.o.} = f(Q)$ xarakteristikası eyni zamanda siyirtmənin tam açıq halı ($\alpha = 1$) üçün drossel əyrisidir.

Təcrübədə daha münasib olmaq üçün drossel əyrilərini nasosun xarakteristikasından aşağıda qururlar, çünki bu halda $\alpha = \text{sabit}$ qiymətində boru kəməri xarakteristikası dəyişdikdə, drossel əyrisi öz vəziyyətini dəyişmir (şəkil 5.2).

Nasosu tənzimləyərkən drossel əyrilərindən istifadə etmək üçün bu əyrilərin üzərində boru kəmərinin xarakteristikasını qurmaq lazımdır (şəkil 5.1, $H_{t.o.} = f(Q)$ əyrisi). Drossel əyriləri ilə boru kəməri



Şəkil 5.1. Drossel ayriləri



Şəkil 5.2. Mərkəzdənqaçma nasosun işinin drossellə tənzimləməsinin sxemi

xarakteristikasının $H_{t.o.} = f(Q)$ əyrisinin kəsişdiyi B, B'_1, B'_2, B'_3 və B'_4 nöqtələri nasosun siyirtməsinin $\alpha = 1; 0,8; 0,6; 0,4; 0,2$ açılma dərəcələri üçün *sərhəd* işçi nöqtələridir.

Bu nöqtələr eyni zamanda verilmiş açılma dərəcələrində nasosun boru kəmərinə vurduğu $Q; Q_1; Q_2; Q_3$ və Q_4 sərfələrini müəyyən edir. $B_1B'_1; B_2B'_2; B_3B'_3; B_4B'_4$ şaqulları verilmiş α açılma dərəcələrində siyirtmədə yaranan *əlavə* basqı itkiləridir.

B, B_1, B_2, B_3 və B_4 nöqtələrə uyğun basqılar göstərilən sərfələrdə nasosun yaratdığı tam basqı, B, B'_1, B'_2, B'_3 və B'_4 isə verilmiş açılma dərəcələrindəki faydalı basqılardır. Məsələn, Q_2 sərfəni əldə etmək üçün siyirtməni $\alpha = 0,6$ dərəcə açmaq lazımdır, nasosun yaratdığı basqısı $H_{t.o.(2)}$ olacaqdır, ΔH_2 – siyirtmədə istifadə olunan basqı (şəkil 5.2).

Lazımi sərfə uyğun nöqtədən (məsələn, Q'' , şəkil 5.3) drossel əyrisinə qaldırılan şaquli xətt B, B'_1, B'_2, B'_3 və B'_4 nöqtələri üzərinə düşmədikdə siyirtmənin α açılma dərəcəsinin aralıq qiymətini qəbul etmək lazımdır ($\alpha = 0,5$, şəkil 5.3).

Nasosu verilən boru kəməri şəbəkəsinə işlətməklə istismar edərkən Q -nün qiymətini əvvəlcədən qurulmuş $Q = f(\alpha)$ əyrisindən götürmək əlverişlidir.

2. İşin aparılma qaydası

Bu laboratoriya işi «Mərkəzdənqaçma nasosun boru kəməri ilə birgə işləməsinin tədqiqi» laboratoriya işinin davamı olaraq mərkəzdənqaçma nasosun sınaq qurğusunda yerinə yetirilir (Laboratoriya işi № 4, şəkil 4.3).

Mərkəzdənqaçma nasosun işi onun çıxışındakı döngəli siyirtmə (6) ilə tənzim olunur.

Laboratoriya sınaqlarını aparmaq üçün döngəli ventilin bağlı vəziyyətində elektrik mühərriki işə buraxılır.

Sonra ventilin α açılma dərəcələrində nasosun çıxışındakı manometrin və diafraqmalı sərfölçənə (9) birləşdirilmiş difmanometrin (10) göstərişləri yazılır. Döngəli ventilin (6) göstərilən açılma dərəcələrinə α onun tam bağlı vəziyyətindən başlayaraq $n = 0, 1, 2, 3, 5$ və 6 dairəvi dəstəyin açılmış dövrlər sayı uyğun gəlir. Cihazların göstərişləri 5.2 cədvələ yazılır.

3. Təcrübi qiymətlərin işlənməsi

Nasosun kəmərin girişində yaratdığı basqı aşağıdakı düsturla təyin olunur:

$$H = \frac{P_{man}}{\rho g}, \quad (5.1)$$

Mayenin Q sərfi əvvəlki işdə göstərilən düsturla təyin edilir:

$$Q = \mu \omega \sqrt{2g\Delta h_d}. \quad (5.2)$$

Əvvəlcə $H - Q$ koordinatlarında nasosun $H = f(Q)$ (cədvəl 4.1, laboratoriya işi № 4) və ventilin tam açıq halında ($\alpha = 1$, bu isə $n = 6$ qiymətə uyğundur) boru kəmərinin xarakteristikaları $H_{t.o.} = f(Q)$ qurulur. Boru kəmərinin xarakteristikasını

$$H_{t.o.} = H_{st} + AQ^2, \quad (5.3)$$

tənliyi vasitəsilə qurmaq üçün əvvəl buradakı A əmsalını təyin etmək lazımdır. $H_{st} = 0,4$ m-dir. (5.3) tənliyindən

$$A = \frac{H_{t.o.} - H_{st}}{Q^2} \quad (5.4)$$

tapırıq. Buradakı $H_{t.o.} = H$ və Q siyirtmənin $\alpha = 1$ halında nasos və kəmərin xarakteristikalarının kəsişmə nöqtəsi – nasosun işçi B nöqtəsinin koordinatlarıdır və bu qiymətləri *təcrübədən* götürülür (laboratoriya işi № 4).

Sonra Q -nün bir neçə qiymətləri üçün $H_{t.o.}$ qiyməti (5.3) düsturu ilə hesablanır və sonra 5.1 cədvəli doldurulur.

Qrafikdə alınan nöqtələr göstərilir və B nöqtəsindən keçən səlis əyri ilə birləşdirilir.

α -nın hər hansı qiyməti üçün (məsələn, $\alpha = 0,6$, $n = 3$) drossel əyrisini qurmaq üçün, əvvəlcə (5.1) düsturundakı A əmsalını təyin etmək lazımdır. Bu zaman nəzərdə tutmaq lazımdır ki, $\alpha = 0,6$ halında sərhəd işçi nöqtəsi B_2 olur (şəkil 5.1, 5.2), yəni (5.4) düsturunda bu nöqtəyə uyğun gələn basqı və sərfin qiymətlərini yerinə yazmaq lazımdır.

$$A_2 = \frac{H_{t.o.(2)} - H_{st}}{Q_2^2}, \quad (5.5)$$

$H_{t.o.(2)}$ və Q_2 qiymətləri $\alpha = 0,6$ ($n = 3$) vəziyyətdə təcrübədən götürülür və $\alpha = 0,6$ vəziyyət üçün 5.1 cədvəl doldurulur.

Daha sonra bir neçə Q ($0 \dots 1,2 \cdot Q_2$ həddində, məsələn, $0,2 \cdot Q_2$; $0,4 \cdot Q_2$; $0,6 \cdot Q_2$; $0,8 \cdot Q_2$; $1,2 \cdot Q_2$;) qiymətləri üçün qəbul edib, siyirtmənin bağlanması ilə yaranan əlavə itkilərin təsirindən boru kəməri şəbəkəsində basqının azalan qiymətləri aşağıdakı kimi hesablanır:

$$\Delta H_i = (A_2 - A) Q_i, \quad (5.6)$$

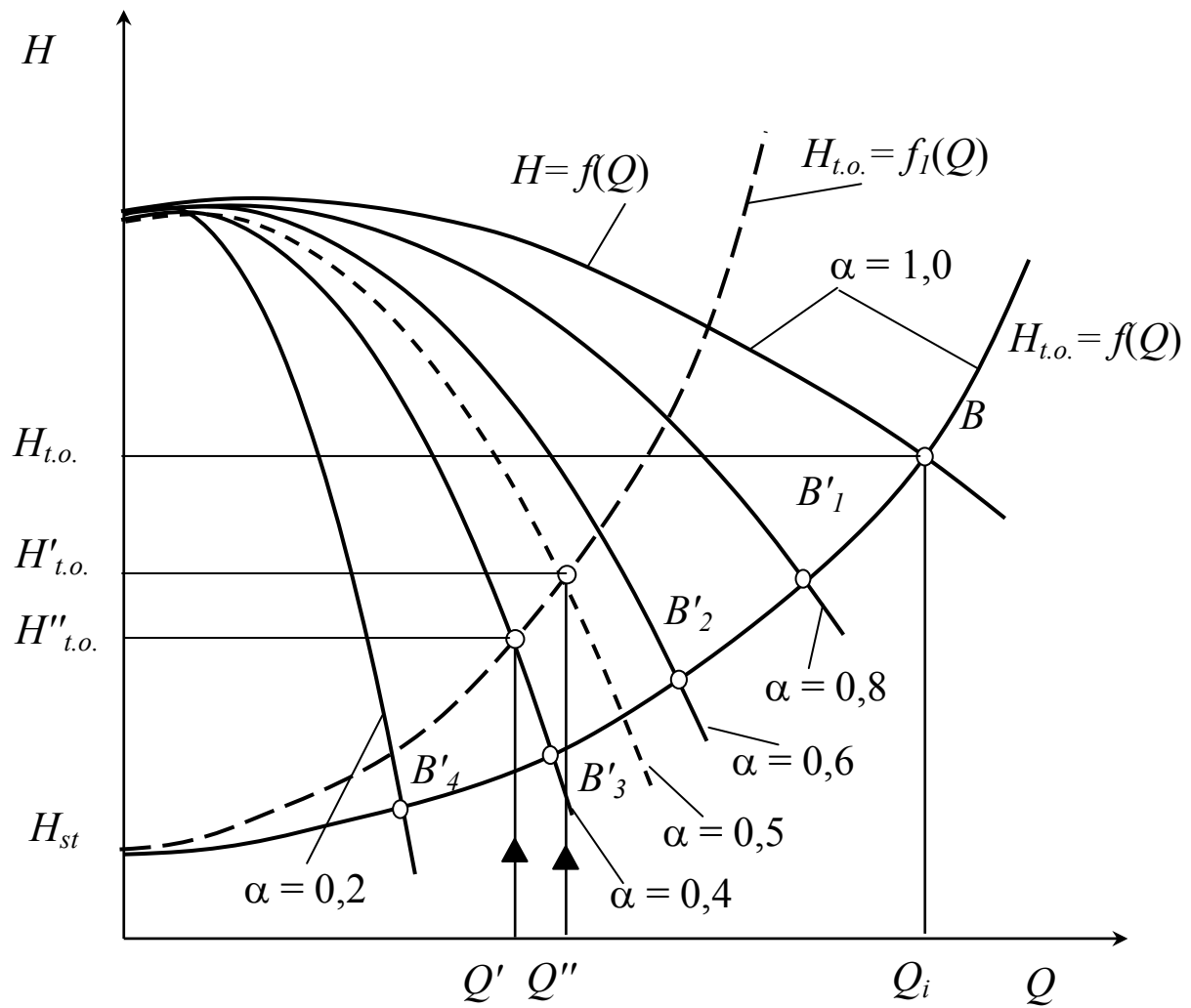
və tapılan qiymətləri nasosun basqı əyrisi $H = f(Q)$ üzərindəki Q_i -nin qiymətlərinə uyğun nöqtələrdən H_i aşağı doğru qeyd edilir və bu xətt parçalarının ΔH_i uclar nöqtələrindən (H'_i) B'_2 nöqtəsindən keçən səlis əyri ilə birləşdikdə drossel əyrisini ($\alpha = 0,6$ üçün) alırlar. Burada

$$H'_i = H_i - \Delta H_i, \text{ m.} \quad (5.7)$$

Eyni qayda ilə döngəli ventilin başqa açılma dərəcələri üçün drossel əyriləri qurulur. Bütün drossel əyriləri nasosun xarakteristikasında $Q = 0$ qiymətindəki ordinatdan çıxırlar (şəkil 5.2).

Hesablamaların bütün nəticələri cədvəl 5.1 yazılır. Bu qiymətlər əsasında, həmçinin nasosun boru kəmərinə vurduğu maye sərfinin ventilin açılma dərəcəsiindən asılılığı $Q = f(\alpha)$ əyrisində qurulur.

Qeyd: 5.1 cədvəldə – H_i , m, nasosun $H = f(Q)$ xarakteristika əyrisindən qurulmuş qrafikdən götürülür.



Şəkil 5.3. Mərkəzdənqaçma nasosun veriminin drossellə tənzimləməsində drosselin (siyirtmənin) açılma dərəcəsinin təyininin sxemi

Təyin edilən parametrlər və hesablamalar

Cədvəl 5.1

		Təcrübələr																							
		1	2					3					4					5					6		
Siyirtmənin açılma dərəcəsi α		0	0,2					0,4					0,6					0,8					1,0		
Nasosun basqısı	p_{man} , MPa																								
	H , m																								
Diafraqmadakı basqı düşküsi Δh_d ,	mm c.süt.	0																							
	m su süt	0																							
Sərf Q , dm ³ /san		0																							
Tələb olunan basqı $H_{t.o}=H$		0																							
$A = \frac{H_{t.o.} - H_{st}}{Q^2}$		0																							
			Q_i	$H_{t.o}$	ΔH_i	H_i	H'_i	Q_i	$H_{t.o}$	ΔH_i	H_i	H'_i	Q_i	$H_{t.o}$	ΔH_i	H_i	H'_i	Q_i	$H_{t.o}$	ΔH_i	H_i	H'_i	Q_i	$H_{t.o}$	
$0,2 \cdot Q$		0																							
$0,4 \cdot Q$		0																							
$0,6 \cdot Q$		0																							
$0,8 \cdot Q$		0																							
$1,0 \cdot Q$		0																							
$1,2 \cdot Q$		0																							

Qeyd: İşarə olunan göstəricilər təcrübə zamanı qeyd olunur, qalan parametrlər isə hesablanır.

LABORATORIYA İŞİ № 6

İKİSİLİNDRLİ, İKİTƏSİRLİ PİSTONLU NASOSUN SINAQDAN KEÇİRİLMƏSİ

- İşin məqsədi** 1. Pistonlu nasosun quruluşu və iş prinsipi ilə tanış olmaq.
2. Pistonlu nasosun sabit dövrlər sayında ($n = const$) işçi xarakteristikasını $Q = f(H)$, $N = f(H)$, $\eta = f(H)$ asılılıq əyrilərini qurmaq.

1. Ümumi müddəalar

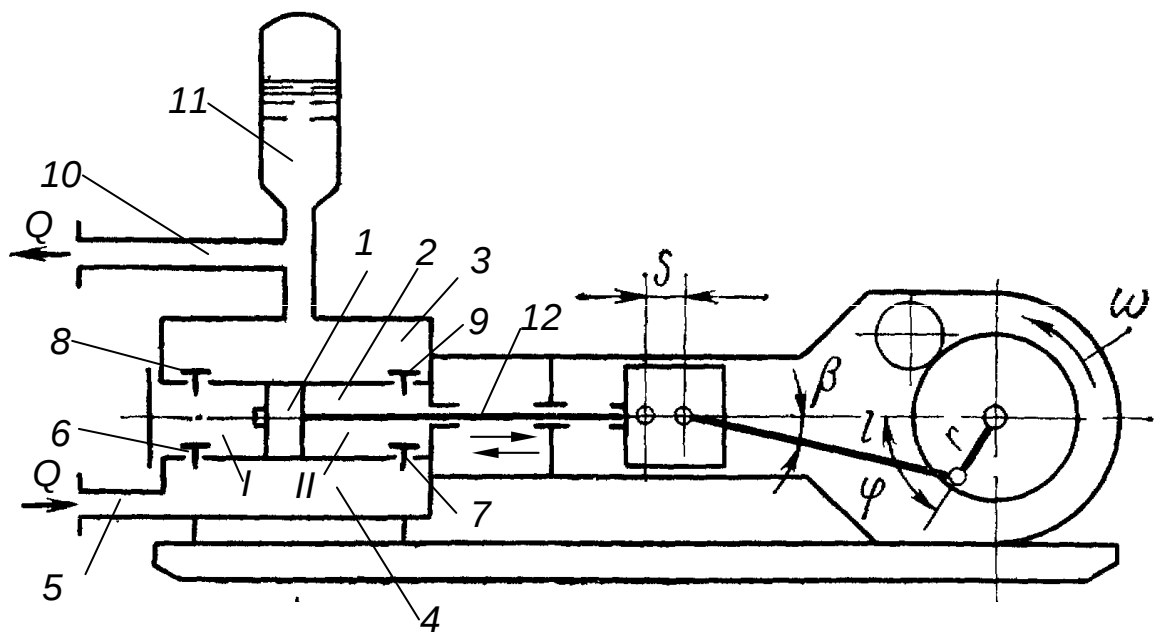
Pistonlu nasoslar həcmi tip nasoslara aiddir. Burada maye sərfi nasosun hərəkətdə olan işçi orqanının – pistonun mayeni sıxışdırması nəticəsində yaranır. Pistonun hərəkətində işçi kameranın həcmi tədricən dəyişir. Piston, çarxqolu – sürgüqolu ilə əlaqədə olan mühərrik vasitəsilə hərəkətə gətirilir. Nasosun gördüyü iş, çarxqolunun bir tam dövrünə, yəni sorma və vurma prosesinə uyğun gəlir.

Tədqiq ediləsi pistonlu nasos, ikitəsirli və ikisilindrlı üfüqi nasosdur (şəkil 6.1). Pistonun (1) sağa hərəkətində birinci işçi kameranın həcmi (I) artır və orada boşluq (vakuum) yaranır. Maye isə sorma borusu (5) vasitəsilə sorma kamerasına (4) və oradan da (6) klapanından keçərək silindrin (I) boşluğa daxil olur. Pistonun əks hərəkətində (6) klapanı bağlanır, (I) işçi kameranın həcmi kiçilir və nəticədə artan maye təzyiqi təsiri altından vurma klapanı (8) açılır. Maye isə vurma kamerasından (3) vurma xəttinə (10) ötürülür.

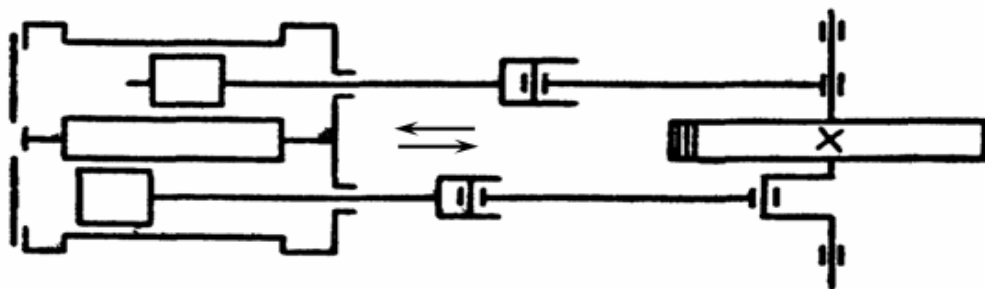
Analoji proses silindrin sağ yarım tərəfində, yəni ikinci işçi kamerasında (II) da baş verir. Ancaq burada, vurucu kameranın maye həcmi birinci (I) vurma kamerasındakı maye həcmindən «ştokun» (12) həcmi qədər kiçik olacaqdır.

Beləliklə, çarxqolunun bir tam dövründə iki dəfə sorma və vurma prosesi baş verir. Ona görə də buna ikitəsirli pistonlu nasos deyilir (şəkil 6.2).

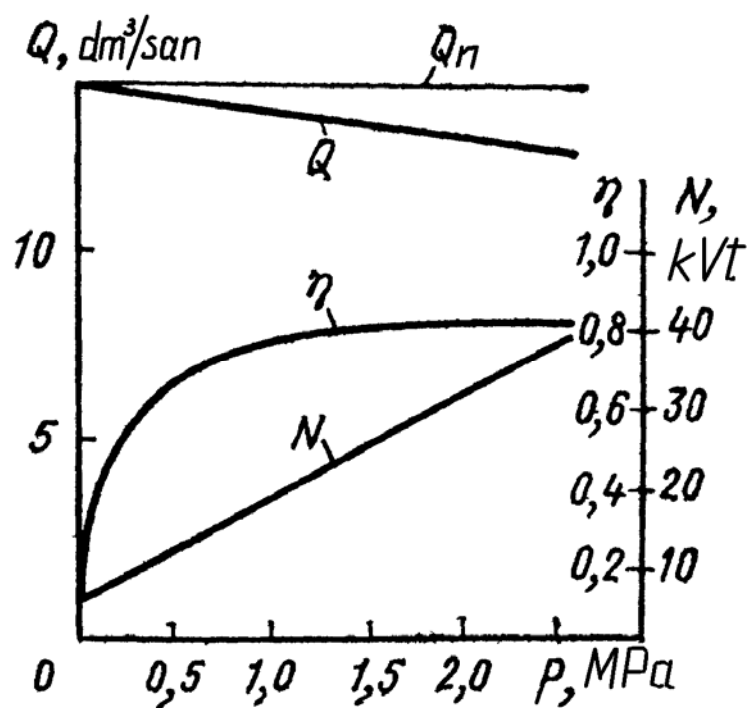
Pistonlu nasoslarda ətalət qüvvəsini azaltmaq məqsədilə və çarxqolu – sürgüqolu mexanizminin hərəkətindən irəli gələn maye sərfinin qeyri-bərabərliyini müntəzəmləşdirmək üçün nasosun giriş və çıxış (11) yerlərində hava qübbələri qoyulur.



Şəkil 6.1. İkitəsirli pistonlu nasosun prinsipial sxemi



Şəkil 6.2. İkisilindrlı, ikitəsirli pistonlu nasosun quruluşun sxemi



Şəkil 6.3. Həcmi nasosun nümunəvi xarakteristikası

Nasos veriminin və təzyiqin qeyri müntəzəmliyini azaltmaq məqsədilə nasos qurğusunun çox vaxt iki birgə işləyən ikitəsirli silindrdən istifadə olunur.

Pistonlu nasosların işçi xarakteristikası nasosun veriminin (Q), tələb etdiyi gücünün (N) və tam FİƏ-nin (η) basqısından (H) və yaxud vurma təzyiqdən (p) asılılıq qrafiklərinin birliyinə deyilir (şəkil 6.3).

6.4 şəkildə «9МГр-61» markalı ikitəsirli, ikisilindrlı pistonlu nasosun konstruksiyası göstərilmişdir.

2. Sınaq qurğusunun təsviri

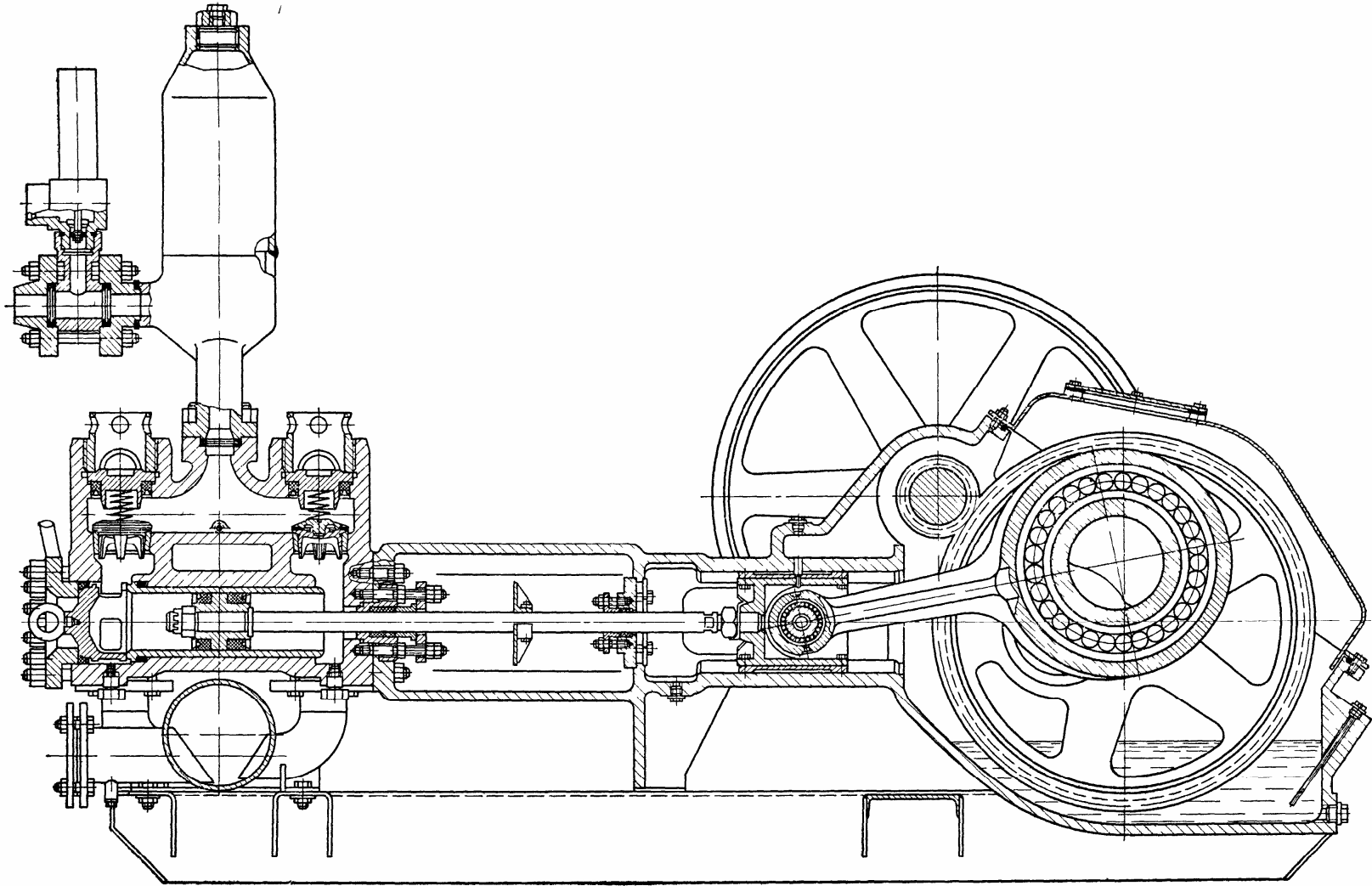
«ГР-16/40» markalı ikitəsirli, ikisilindrlı pistonlu nasosun sınağını aparmaq üçün qurğusunun sxemi 6.5 şəkildə göstərilir.

Nasos (1) qurğusunun elektrik mühərriki vasitəsilə hərəkətə gətirilir. Su çəndən (14) sorma boru kəməri ilə (3) siyirtmə (4) açıq olduqda nasosa daxil olur, siyirtmədən (6) və basqı borusundan (5) keçərək yenidən çənə (14) qaytarılır. Beləliklə su hidravlik sistemdə dövr edir. Nasosun girişində təzyiq manovakuummetrlə V (7), basqı borusunda isə manometrlə M (8) ölçülür. Nasosun verimini porşenin gediş yolunun uzunluğunu dairəvi nasosdakı dəstək (2) vasitəsi ilə dəyişmək olar. Nasosu ifrat təzyiqlərdən qorumaq üçün nasosun daxilində qoruyucu klapan (17) yerləşdirilmişdir. Verim basqı borusunda qoyulmuş normal tipli diafraqma (9) – sərfölçənlə təyin edilir. Çənin (14) yuxarı hissəsində ventillər (11), (12) və (13) qoyulmuşdur. Bu ventillər vasitəsilə çən uyğun olaraq atmosfer ilə, su kəməri (çəni doldurmaq üçün) ilə birləşdirilə bilər. Adi tədqiqatda çəndə qoyulmuş ventillər (11) açıq olmalıdır.

Nasosun çıxışında təzyiqi tənzim etmək üçün basqı borusunda qoyulmuş siyirtmədən (6) istifadə olunur. Siyirtmə (4) ancaq təmir zamanı çəni nasosdan ayırmaq üçün bağlanır. Bu siyirtmə (4) ilə nasosun veriminin tənzimlənməsinə icazə verilmir, çünki bu kavitasiya yaranmasına səbəb ola bilər. Pistonlu nasosun işə buraxılması, vurma xəttindəki (6) siyirtmənin ancaq **açıq** vəziyyətində ola bilər.

3. Nasos qurğusunun sınağa hazırlanması və sınağın aparılma qaydası

1. Nasosu işə buraxmazdan əvvəl çəndə (14) suyun olmasını yoxlamalı.



Şəkil 6.4. «9МГр-61» markalı ikisilindrlı, ikitəsirli pistonlu nasos

2. Nasosu işə salanda hidravlik zərbə alınmaması üçün siyirtmələri (4) və (6) tam açıq vəziyyətə gətirməli.

Nasosu hərəkətə gətirən elektrik mühərrikini idarəedici düyməni basmaqla işə salmalı. Sonra siyirtməni (6) bir qədər bağlayıb manometrin və civəli difmanometrin (10) göstərişinə görə sistemdə mayenin dövr etməsini yarıdılmalı. Hər bir rejimdə:

- manometrin (8) p_{man} (at);
- manovakuummetrin (7) p_{vak} (at);
- difmanometrin (10) Δh_d (mm civə süt.);
- ampermetrin (15) I (A) və
- voltmetrin (16) U (V)

göstərişləri qeyd edilir.

Nasos qurğusunun elektrik mühərrikindəki cərəyan şiddəti ampermetr və gərginliyi voltmetr ilə təyin edilir.

Sonra siyirtmənin (6) bağlama dərəcəsini dəyişib sınağı digər rejimlərdə aparmaq lazımdır. (6) siyirtməni tam bağlamaq **qadağandır**.

Vurma borusundakı təzyiqi dəyişməklə təcrübəni 5...6 dəfə təkrar etmək lazımdır. Təcrübə və hesabatdan alınan nəticələri cədvəldə qeydə alırıq.

4. Parametrlərin ölçülməsi və işlənməsi üsulları

Əsas işçi parametrlərini təcrübədə ölçdükdən sonra aşağıdakı hesablamalar aparılır:

1. Nasosun nəzəri sərfi aşağıdakı formula ilə təyin edilir:

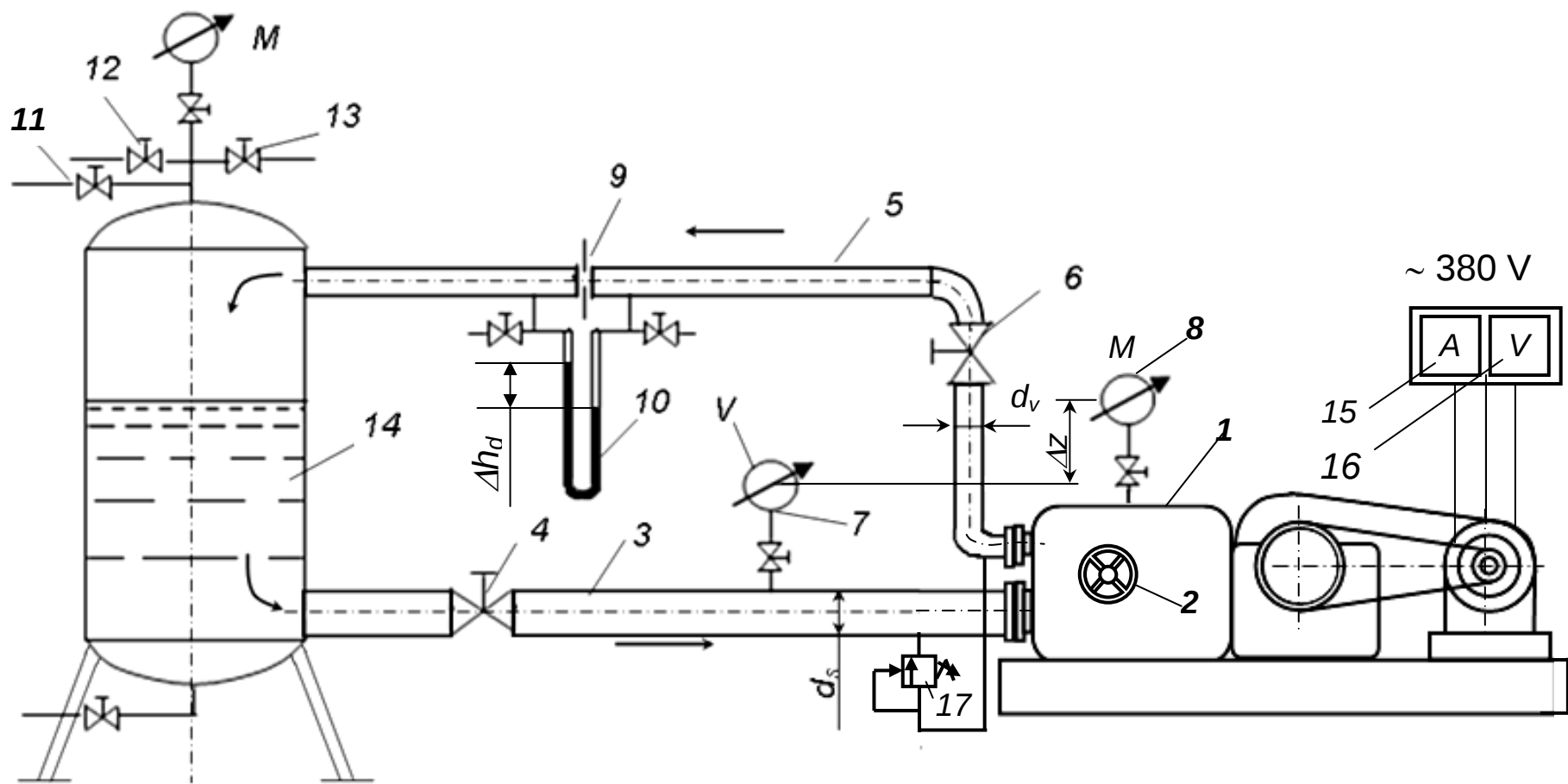
$$Q_n = \frac{2 \cdot (2F - f)}{1000 \cdot 60} \cdot S \cdot n, \text{ m}^3/\text{san}, \quad (6.1)$$

burada F – pistonun en kəsik sahəsi, m^2 ; f – ştokun en kəsik sahəsi, m^2 ; S – pistonun gediş yolu, m; n – pistonun dəqiqədəki tam gediş yolunun sayı və ya çarxqolunun dövrlər sayıdır;

2. Nasosun həqiqi sərfi Q_h aşağıdakı kimi tapılır:

$$Q_h = \mu \omega \sqrt{2g\Delta h_d}, \quad (6.2)$$

burada μ – sərfölçənin (diafraqmanın) sərf əmsalı; ω - diafraqmanın keçid yolunun en kəsik sahəsi, m^2 ; Δh_d – diafraqmaya qoşulmuş difmanometrin göstərişidir (m su süt.).



Şəkil 6.5. Pistonlu nasosun sınaq qurğusunun sxemi

Adətən, nasos qurğusunda işçi maye su olduqda, cıvəli difmanometrlər üçün:

$$\Delta h_d (\text{m su süt.}) = 0,0126 \Delta h_d (\text{mm cıvə süt.}) \text{ qəbul edilir.}$$

3. Nasosun sərf əmsalı aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$\alpha = \frac{Q_h}{Q_n}. \quad (6.3)$$

4. Nasosun tam basqısı (H), ondan əvvəl və sonra yaranan tam basqıların fərqi kimi təyin edilir:

$$H = H_{man} + H_{vak} + \Delta z + \frac{v_v^2 - v_s^2}{2g}. \quad (6.4)$$

Burada H_{man} – vurma xəttində qoyulmuş manometrə görə basqı, m; H_{vak} – sorma xəttindəki vakuummetrin göstərdiyi basqı, m; Δz – manometr və vakuummetrin mərkəzindən nasosun oxuna qədər yerləşmə hündürlüyü, m; v_v və v_s – vurma və sorma xətlərindəki mayenin orta sürətidir, m/san;

5. Nasosun hidravliki və yaxud da faydalı istifadə edilən gücü, onun vahid zaman ərzində ($\rho g Q_h$) N maye çəkisinin H m hündürlüyə qaldırmaq üçün sərf etdiyi işdir.

$$N_f = \rho g \frac{Q_h \cdot H}{1000}, \text{ kVt} \quad (6.5)$$

burada ρ – nasosla nəql edilən mayenin sıxlığıdır, kq/m³;

6. Nasosun tələb etdiyi güc və yaxud nasosun valına düşən güc aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$N = \rho g \frac{Q_h \cdot H}{1000 \cdot \eta}, \text{ kVt.} \quad (6.6)$$

Nasosun FİƏ məlum olmadığına görə nasosun tələb etdiyi güc aşağıdakı düsturdan tapılır:

$$N = N_e \cdot \eta_e \cdot \eta_{öt}. \quad (6.7)$$

Burada N_e – elektrik mühərrikinin tələb etdiyi gücdür, aşağıdakı kimi tapılır:

$$N_e = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi}{1000}, \quad (6.8)$$

burada I – cərəyan şiddəti, A; U – gərginlik, V; $\cos \varphi$ – güc əmsalı; η_e – elektrik mühərrikinin FİƏ; $\eta_{öt}$ – sürətlər qutusunun FİƏ;

7. Nasosun istifadə etdiyi gücün tələb etdiyi gücə olan nisbətində, onun faydalı iş əmsalı (FİƏ) deyilir.

$$\eta = \frac{N_h}{N}. \quad (6.9)$$

5. Verilən ölçülər

- Pistonun diametri, $d_p = 0,090$ m ;
- ştokun diametri $d_s = 0,032$ m;
- pistonun gediş yolu, $S = 0,150 \dots 0,250$ m;
- pistonun cüt dövrlər sayı $n = 260$ dövr/dəq
- nasosun oxundan manometrin mərkəzinə qədər olan məsafə, $\Delta z = 0,4$ m;
- sürətlər qutusunun FİƏ, $\eta_{öt} = 0,97$;
- elektrik mühərrikinin FİƏ, $\eta_e = 0,87$;
- $\cos \varphi = 0,88$
- vurma borusunun diametri $d_v = 0,080$ mm;
- sorma borusunun diametri $d_s = 0,050$ mm;
- diafraqmanın keçid dəliyinin diametri $d_d = 0,025$ mm;
- diafraqmanın sərf əmsalı $\mu = 0,62$;

Hesablanır:

- pistonun en kəsik sahəsi F , m²
- ştokun en kəsik sahəsi f , m²
- nasosun nəzəri sərfi Q_n , m³/san
- diafraqmanın keçidinin en kəsik sahəsi, ω , m²

İşçi xarakteristikanı qurmaq üçün təcrübədən alınmış Q , α , N və η seçilmiş miqyasda nasosun basqısından (H) və ya vurma təzyiqindən (p) asılı olaraq qrafikdə qeyd edilir. Qrafikdə qeyd edilmiş nöqtələrdən səlis əyrilər çəkilir. Çəkilmiş əyrilər hər bir nöqtədən təxminən eyni xəta ilə fərqlənməlidir

6. Təyin edilən parametrlər və hesablamalar

Cədvəl 6.1

Parametrlər	İşarələr və ölçü vahidləri		Təcrübələr				
			1	2	3	...	n
Nasosun basqısı	Manometr üzrə basqı	p_{man} , at					
		H_{man} , m					
	Manovakuum-metr üzrə basqı	p_{vak} , at					
		H_{vak} , m					
	Sürətlər basqısının fərqi $\frac{v_v^2 - v_s^2}{2g}$, m						
	Nasosun tam basqısı	H , m					
		p , MPa					
Nasosun verimi	Diafraqmadakı statik basqılar fərqi, Δh_d	mm civə süt.					
		m su süt.					
	Q , m ³ /san						
Nasosun verim əmsalı α							
Nasosun gücü	Ampermetrin göstərişi I , A						
	Voltmetrin göstərişi U , V						
	Elektrik mühərrikinin gücü N_e , kVt						
	Nasosun tələb etdiyi güc N , kVt						
	Nasosun faydalı gücü N_f , kVt						
Nasosun tam FİƏ	η						

Qeyd: işarə olunan göstəricilər sınaq zamanı qeyd olunur, qalan parametrlər isə hesablanır.

LABORATORIYA İŞİ № 7

PİSTONLU NASOSUN KLAPANININ SƏRF ƏMSALININ TƏYİNİ

- İşin məqsədi:** 1. Təcrübə vasitəsilə maye klapanın altından axdıqda sərf əmsalını təyin etməli;
2. Klapanın sərf əmsalının onun qalxma hündürlüyündən asılılıq qrafiklərini qurmalı $\mu_k = f(h_k)$.

1. Ümumi müddəalar

Pistonlu nasosun işçi kamerasını dövrü olaraq sorma və vurma boruları ilə birləşdirmək və ayırmaq üçün klapandan istifadə edilir. Klapanlar öz quruluşlarına görə nimçəvarı, yayla yüklənən və kürəvi olurlar. Nimçəvarı klapanlar geniş yayılmışdır. Nimçəvarı klapan – nimçəşəkilli klapanlar və onun başlanğıc dairəvi dəlikdən – yəhərdən ibarətdir. Bu klapanın iş prinsipi, yəni açılması mayenin təsiri altında, bağlanması isə öz ağırlığı və yayın sıxıcı qüvvəsinin təsiri altında yerinə yetirilir. Şəkil 7.1-də nimçəvarı bir neçə klapanın konstruksiyaları göstərilmişdir.

Nimçəvarı klapanın işləmə sxemi şəkil 7.2-də göstərilmişdir. Klapan (2) açıq olduqda onun mayedə çəkisi G və yayın (4) elastikiyyət qüvvəsi K , mayenin təzyiq dinamiki qüvvələri ilə müvazinətləşir. Mayenin dinamiki təsir qüvvəsi kiçik olduğundan nəzərə alınmaya bilər. Onda müvazinət tənliyini aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$\Delta p_k F_k = G + K, \quad (7.1)$$

burada F_k – klapan nimçəsinin sahəsi, m²; Δp_k – klapanda təzyiq itkisidir, Pa; G_k – klapanın çəkisi, N; K – yayın elastikiyyət qüvvəsi, Pa.

Buradan

$$\Delta p_k = \frac{G_k + K}{F_k}, \quad (7.2)$$

Klapanda hidravliki müqavimətə sərf olunan basqı itkisi bərabərdir:

$$\Delta h_k = \frac{\Delta p_k}{\rho g} = \frac{G + K}{F_k}, \quad (7.3)$$

və ya

$$\Delta h_k = \xi_k \cdot \frac{v_k^2}{2g}, \quad (7.4)$$

burada v_k – klapanın altından axan mayenin orta sürəti, m/san; ξ_k – klapanın yerli hidravliki müqavimət əmsalıdır.

(7.4) ifadədən mayenin orta sürətini təyin edək:

$$v_k = \frac{1}{\sqrt{\xi_k}} \sqrt{2g\Delta h_k}. \quad (7.5)$$

Onda klapanın altından axan mayenin sərfi:

$$Q = v_k f_k, \text{ m}^3/\text{san}, \quad (7.6)$$

burada f_k – klapanın nimçəsi ilə yəhərin arasında canlı kəsik sahəsidir.

$$f_k = \pi d_k h_k \cos \beta, \quad (7.7)$$

burada d_k – klapanın nimçəsinin diametri, m; h_k – klapanın qalxma hündürlüyü; β – klapanın dayaq səthinin maillik bucağı.

(7.7) nəzərə alsaq, onda klapanın altından axan mayenin həqiqi sərfi:

$$Q = \frac{1}{\sqrt{\xi_k}} \pi d_k h_k \cos \beta \sqrt{2g\Delta h_k}, \quad (7.8)$$

və ya

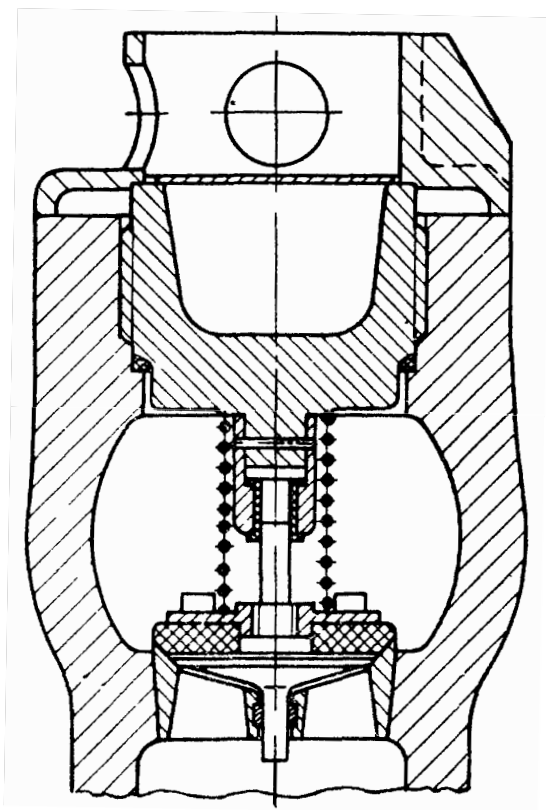
$$Q = \mu_k \pi d_k h_k \cos \beta \sqrt{2g\Delta h_k}, \text{ m}^3/\text{san}, \quad (7.9)$$

burada $\mu_k = \frac{1}{\sqrt{\xi_k}}$ qəbul edilib. Burada μ_k – klapanın sərf əmsalıdır.

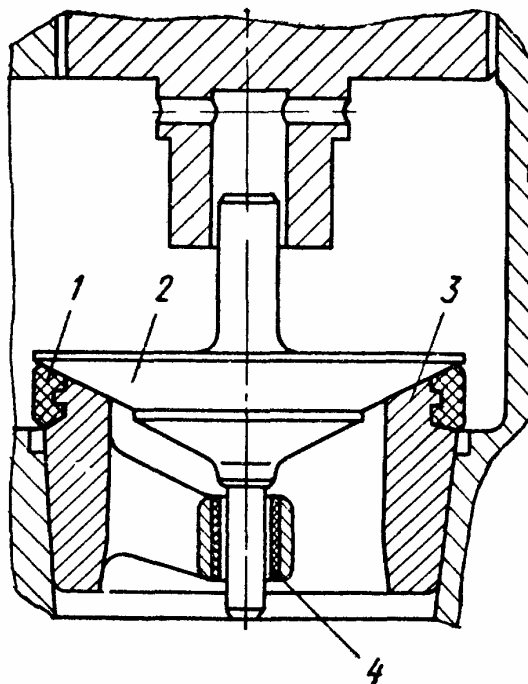
Klapanın altından axan mayenin nəzəri sərfi:

$$Q_n = \pi d_k h_k \cos \beta \sqrt{2g\Delta h_k}. \quad (7.10)$$

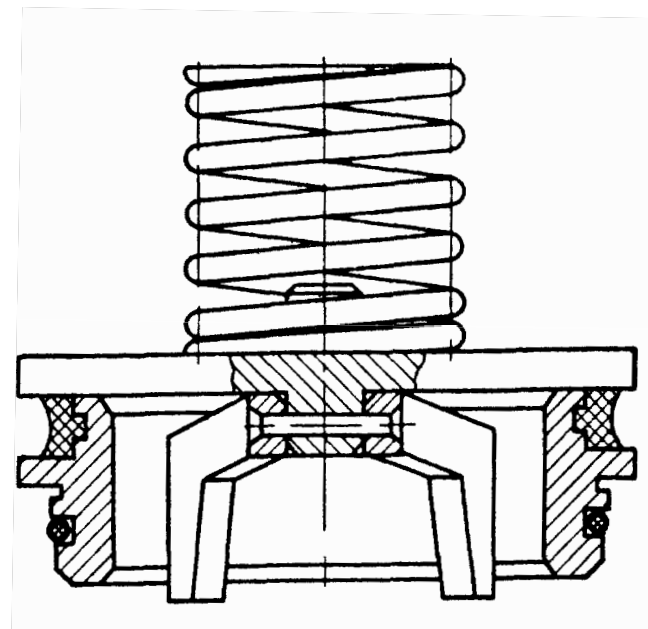
(7.8) və (7.9) ifadələrini müqayisə etsək klapanın sərf əmsalı üçün alınır:



a)



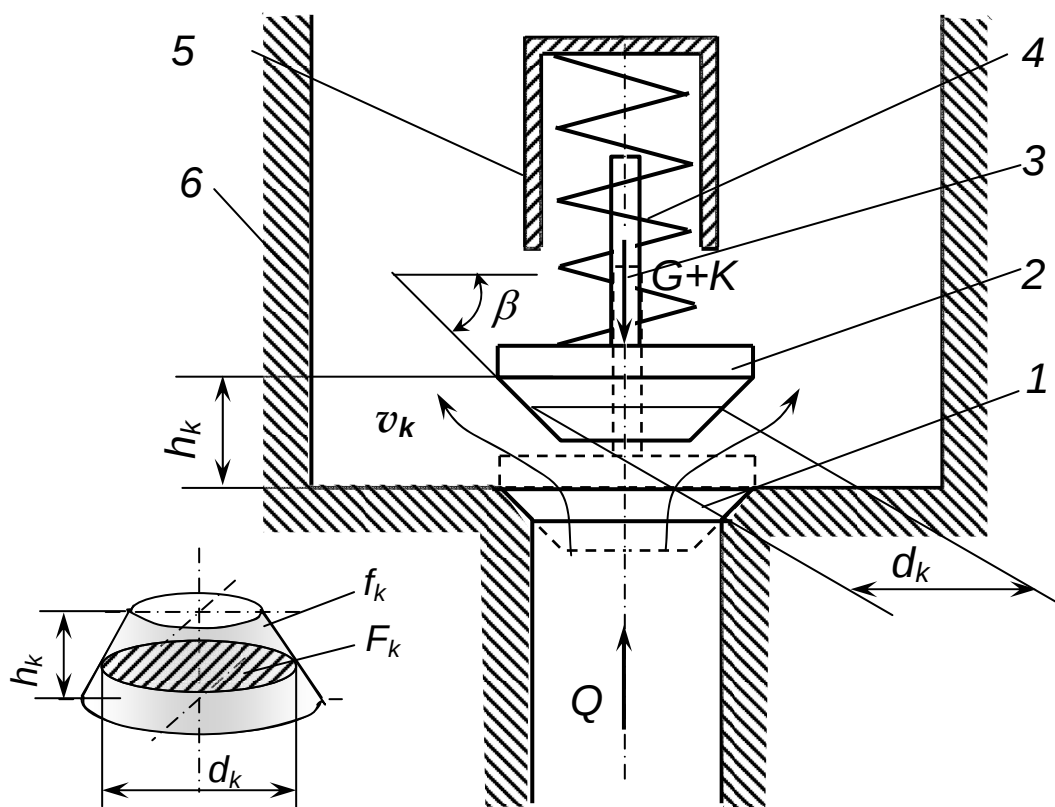
b)



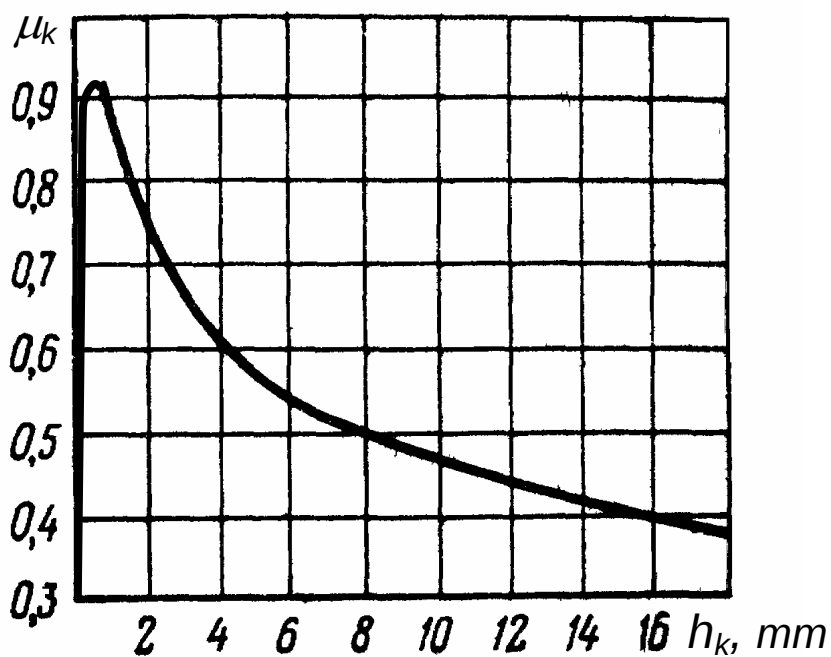
c)

Şəkil 7.1. Klapan konstruksiyaların növləri:

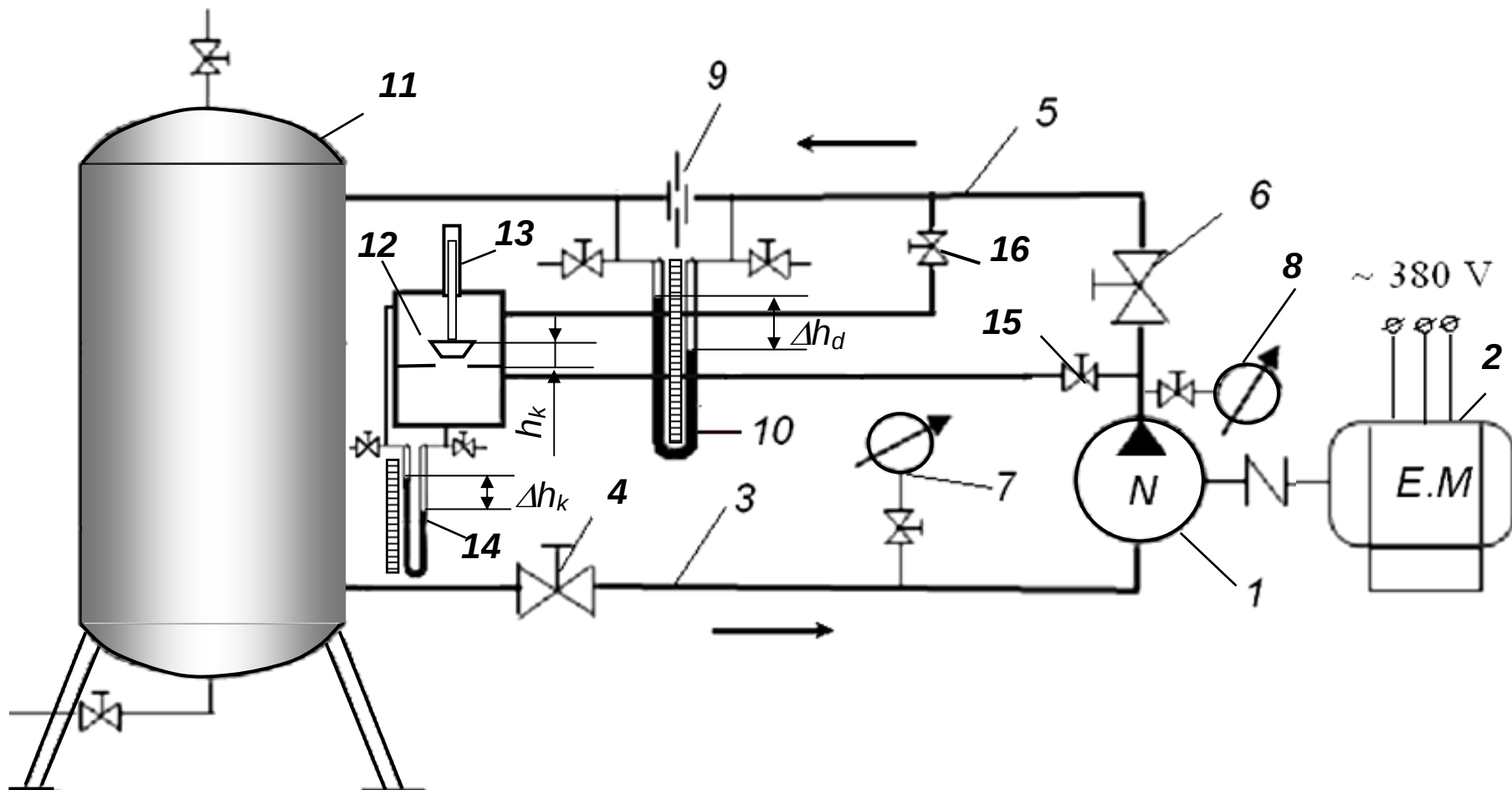
- a – iki oxlu istiqamətləndiricilərlə və nimçə səthində yerləşən kipləşdirici konus tipli;
 - b – iki oxlu istiqamətləndiricilərlə və yəhər səthində yerləşən kipləşdirici konus tipli;
 - c – aşağıda yerləşən istiqamətləndiricilərlə yəhər səthində yerləşən kipləşdirici müstəvi tipli
- 1 – kipləşdirici; 2 – nimçə; 3 – yəhər; 4 – istiqamətləndirici



Şəkil 7.2. Nımçəvarı klapanın işləmə sxemi
 f_k – klapanın nımçəsi ilə yəhəri arasında canlı kəsik sahəsi;
 F_k – klapan nımçəsinin sahəsi,



Şəkil 7.3. Nımçəvarı klapanın sərf əmsalı μ ilə klapanın qalxma hündürlüyü h_k arasında nümunəvi qrafiki asılılıq.



Şəkil 7.4. Pistonlu nasosun klapanının sərf əmsalının təyini üçün qurğu

$$\mu_k = \frac{Q}{Q_n} \quad (7.11)$$

Klapanın sərf əmsalı klapanın qalxma hündürlüyündən asılı olaraq dəyişir. Şəkil 7.3-də nümunə üçün sərf əmsalı ilə klapanın qalxma hündürlüyü arasında nümunəvi qrafiki asılılıq göstərilmişdir.

2. Qurğunun təsviri

Qurğunun təsviri şəkil 7.4-də göstərilmişdir. Qurğu qapalı hidravliki sistemdən ibarətdir. K 65-50-160 tipli mərkəzdənqaçma nasos (1) qurğusunun elektrik mühərriki (2) vasitəsilə hərəkətə gətirilir. Su çəndən (11) sorma boru kəmərlə (3) siyirtmədən (4) (*daimi açıq* vəziyyətdə olmalı) keçərək nasosa daxil olur. Nasos mayeni siyirtmədən (15) klapan qutusunda (12) vurur və siyirtmədən (16) sonra maye axını boru (5) ilə yenidən çənə (11) qaytarılır. Beləliklə su hidravliki sistemdə dövr edir.

Klapanın qutusunun sxemi şəkil 7.5-də göstərilmişdir.

Klapanın qutusu (12) (şəkil 7.4) sərfölçən diafraqmadan (9) əvvəl qoyulmuşdur. Klapanda yaranan təzyiq itkisi (Δh_k) civəli difmanometrin (14) göstərişinə əsasən (15) sayılı siyirtmə vasitəsilə tənzimlənir. Klapanın qalxma hündürlüyünü təyin etmək üçün uyğun sərfdə göstərici şkalanın (ölçmə xətkəşin) (13) əvvəlki və sonrakı vəziyyətləri qeyd edilir.

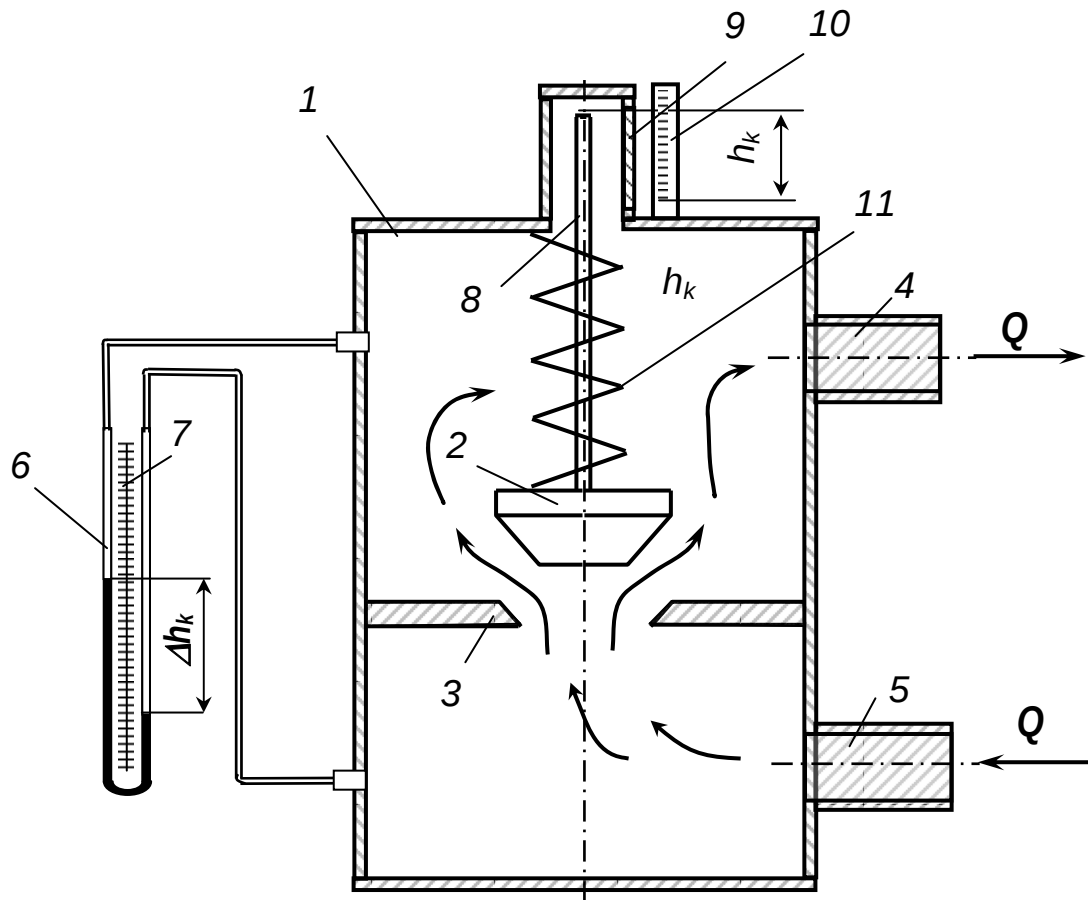
Klapanın qutusundan keçən mayenin həqiqi sərfi basqı borusunda qoyulmuş normal tipli diafraqma (9) – sərfölçənlə və civəli difmanometr (10) ilə təyin edilir.

3. Qurğunun sınağa hazırlanması

1. Nasosu işə buraxmazdan əvvəl yastıqlarında yağın və çəndə (11) suyun olmasını yoxlamalı.

2. Siyirtməni (16) tam açıb, siyirtmələri (6) və (15) bağlayıb, nasosu hərəkətə gətirən elektrik mühərrikini (2) idarəedici düyməni basmaqla işə salmalı. Sonra siyirtməni (15) bir qədər açıb manometrin və civəli difmanometrin (10) göstərişinə görə sistemdə mayenin dövr etməsini yaratmalı.

Təcrübə zamanı siyirtmə (6) *tam bağlanmış vəziyyətdə*, siyirtmə (4) isə tam açıq vəziyyətdə qalmalıdırlar.



Şəkil 7.5. Klapa qutusunun sxemi.

1 – klapa qutusunun gövdəsi; 2 – sınaq klapası; 3 – yəhər; 4, 5 – çıxış və giriş boruları; 6 – klapanın basqı itkisini ölçmək üçün cıvəli difmanometr; 7 – difmanometrin şkalası (xətkeşi); 8 – klapanın oxu; 9 – şüşəli pəncərə; 10 – xətkeş; 11 – klapanın yayı.

4. Təcrübənin aparılması qaydası

Klapanın qalxma hündürlüyünü təyin etmək üçün əvvəl nasosu işə salınmamış halda ($Q = 0$) klapanın ilkin vəziyyəti $h_{k.i.}$ şkaladan (13) (şəkil 7.4) qeyd olunur. Sonra, klapanın qutusundan keçən maye sərfini artıraraq klapanın qalxma hündürlüyünü sonrakı $h_{k.s.}$ vəziyyətləri şkaladan (13) qeyd edilir. Klapanın qalxma hündürlüyü Δh :

$$h_k = h_{k.s.} - h_{k.i.}, \text{ mm.}$$

Təcrübə müxtəlif sərtlərdə 4...5 dəfə aparılır. Lazım olan hesabat aparılır və alınmış qiymətlər cədvələ (7.1) yazılır.

Hər təcrübədə aşağıdakı parametrlər qeyd olunur:

- sərfölçən difmanometrin göstərişi Δh_d (mm civə süt.);
- klapanın qalxan vəziyyətdə hündürlüyünü $h_{k.s.}$, mm;
- klapanda basqı itkisi Δh_k (mm civə süt.)

Klapanın altından axan mayenin həqiqi sərfi (Q) normal diafraqmada (9) yaranan təzyiq itkisinə Δh_d görə təyin edilir:

$$Q = Q_{h\partial q} = \mu \omega \sqrt{2g \Delta h_d}, \text{ m}^3/\text{san}, \quad (7.12)$$

burada; ω - diafraqmanın en kəsik sahəsi, m^2 ; $\omega = \frac{\pi d_d^2}{4}$, m^2 , d_d - diafraqma dəliyinin diametri, m; Δh_d - diafraqmada basqı itkisidir, m su süt.

Diafraqmada təzyiq itkisi Δh_d civəli diferensial manometrlə (Q) ölçülür. Diafraqmada basqı itkisini mm civə sütunundan m su sütununa çevirmək üçün aşağıdakı düsturdan istifadə olunur:

$$\Delta h_d (\text{m su süt.}) = \Delta h_d (\text{mm civə süt.}) \frac{\rho_c - \rho_{su}}{1000 \rho_{su}},$$

burada ρ_c - civənin xüsusi sıxlığı, kq/m^3 ($\rho_c = 13550 \text{ kq/m}^3$), ρ_{su} - vurulan mayenin sıxlığı ($\rho_{su} = 1000 \text{ kq/m}^3$).

Təcrübələrin qiymətləri əsasında $\mu_k = f(h_k)$ qrafiki asılılığı qurulur.

5. Verilmiş kəmiyyətlər

1. Klapanın diametri $d_k = 0,08 \text{ m}$.
2. Klapanın dayaq səthinin maillik bucağı $\beta = 30^\circ$.
3. Diafraqmanın diametri $d_d = 0,0032 \text{ m}$.
4. Diafraqmanın sərf əmsalı $\mu = 0,62$.

6. Təyin edilən parametrlər və hesablamaların nəticələri

Cədvəl 7.1

Hidravliki parametrlər		Ölçü vahidi	Təcrübənin nəticələri				
			1	2	3	4	5
Klapanda basqı itkisi Δh_k		mm civə süt.					
		m su süt.					
Klapanın qalxma hündürlüyü h_k	ilkin vəziyyət	mm					
	sonuncu vəziyyət	mm					
	qalxma hündürlüyü,	mm					
		m					
Həqiqi sərf Q	Δh_d	mm civə süt.					
		m su süt.					
	m ³ /san						
Nəzəri sərf Q_n	m ³ /san						
Klapanın sərf əmsalı μ_k							

Qeyd: işarə olunan göstəricilər sınaq zamanı qeyd olunur, qalan parametrlər isə hesablanır.

LABORATORİYA İŞİ № 8

DİŞLİ ÇARXLI NASOSUN SINAĞI

- İşin məqsədi**
1. Dişli çarxlı nasosun quruluşu və iş prinsipi ilə tanış olmaq.
 2. Dişli çarxlı nasosun verim (sərf) əmsalını təyin etmək və onun nasosun yaratdığı təzyiqdən asılılıq $\alpha = f(p)$ qrafikini qurmaq.
 3. Dişli çarxlı nasosun sabit dövrlər sayında ($n = const$) işçi xarakteristikasını qurmalı ($Q - H$; $N - H$ və $\eta - H$ qrafikləri).

1. Ümumi müddəalar

Dişli-çarxlı nasoslar, rotorlu (fırlanma hərəkətli) olaraq, həcmi tipli nasoslar qrupuna aiddir.

Dişli-çarxlı nasoslar dəzgahların yağlanma sisteminə yağın, mühərrikə yanacağıın verilməsi və s. işlərdə tətbiq edilir. Bu nasosların hazırlanması sadə olub, istismarı etibarlıdır. Bu nasosların kiçik ölçüdə və kütləsi az olur. Yaratdıqları maksimal təzyiq 16 MPa. Həcmi FİƏ 0,95...0,96 çatır, ümumi FİƏ isə 0,87 olur. Bu nasosların verimləri 7...100 dm³/dəq olur. Ayrı-ayrı hallarda isə 600 dm³/dəq-yə çatır. Vurulan mayenin temperaturu yüksəldikdə FİƏ azalır.

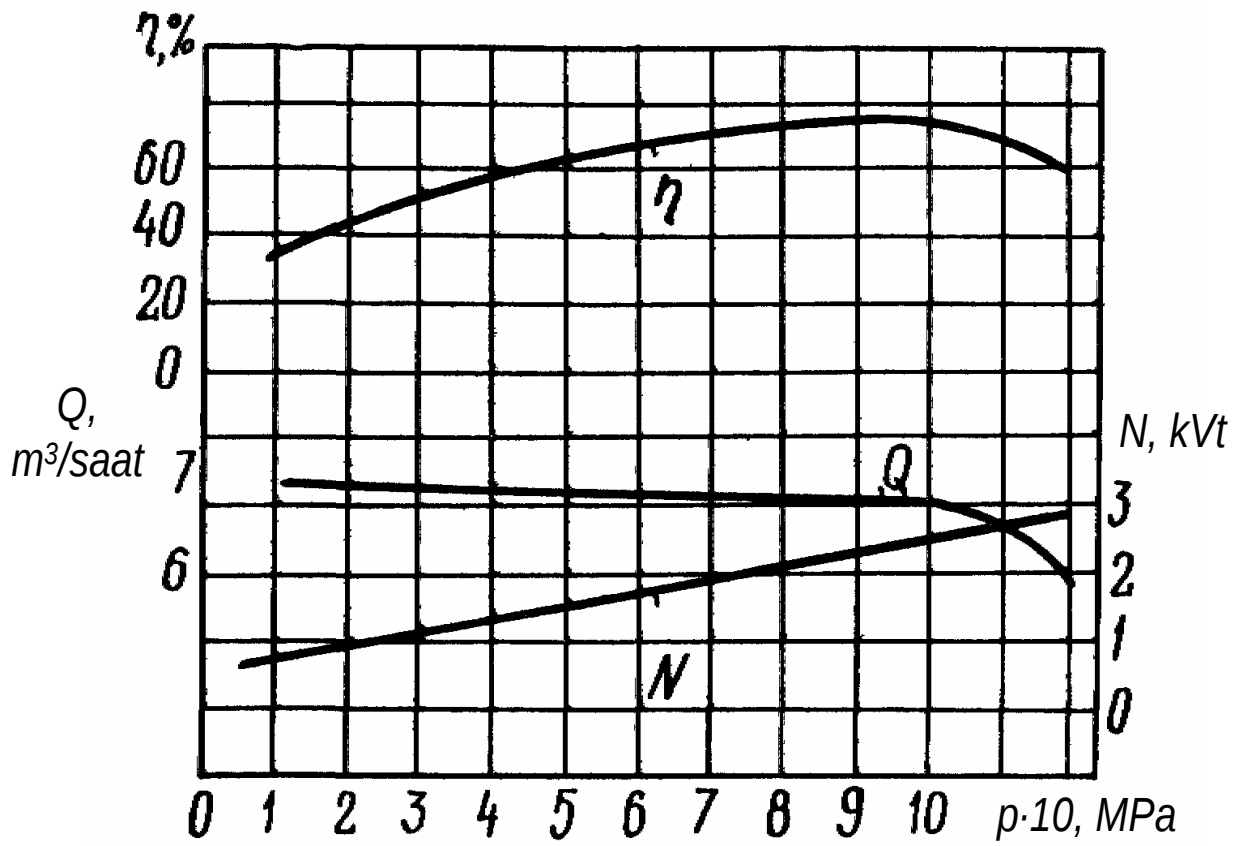
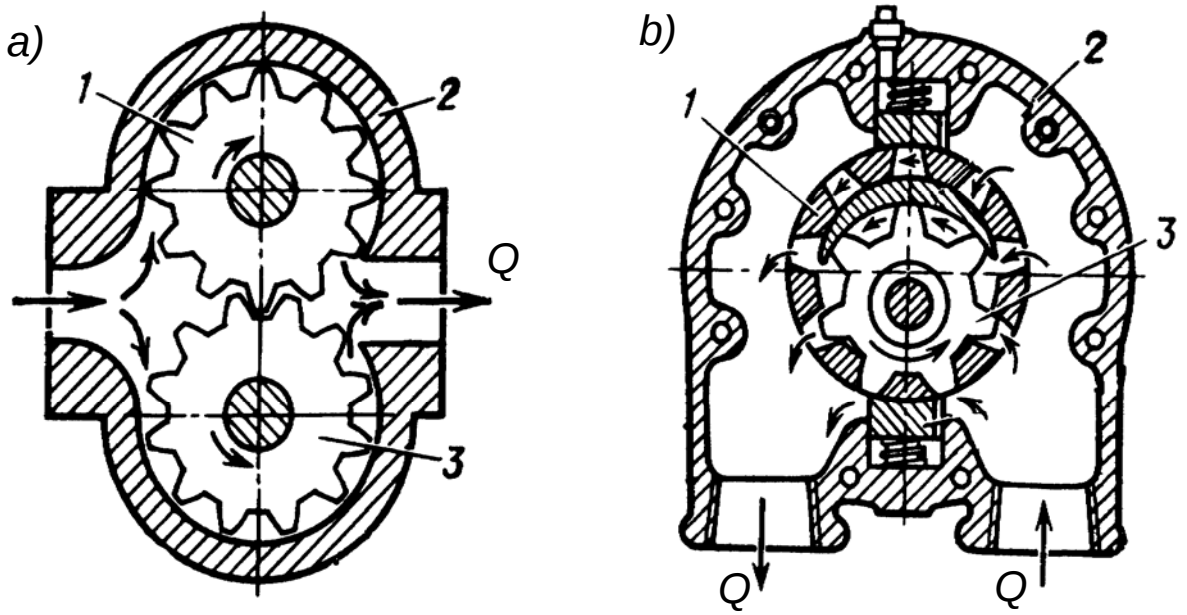
Geniş tətbiq edilən sadə dişli çarxlı nasosun əsas işçi hissəsi (elementi) *xarici ilişməli* eyni ölçülü dişli çarxlardır (şəkil 8.1). Bu çarxlar sorma və vurma kameraları olan gövdə içərisində yerləşir. *Daxili ilişməli* dişli çarxlara az rast gəlinir. Lakin daxili ilişməli dişli çarxların həndəsi ölçüləri az olur. Bunların hazırlanması mürəkkəb olduğundan az tətbiq edirlər.

Bütün həcmi tipli nasoslar kimi dişli çarxlı nasosların əsas parametrləri *verim, sərf əmsalı, basqı, güc və faydalı iş əmsalı*-dan (FİƏ) ibarətdir.

Dişli çarxların n dövrlər sayında nasosun nəzəri verimi (Q_n) aşağıdakı düsturla təyin edilir.

$$Q_n = 2 \cdot z \cdot b \cdot f \cdot n, \text{ m}^3/\text{san}, \quad (8.1)$$

burada z – dişlərin sayı; b – dişlərin eni, m; f – dişin işlək hissəsinin sahəsi, m²; n – dişli çarxların dövrlər sayıdır, dövr/san.



Şəkil 8.2. Dişli çarxlı nasosun nümunəvi işçi xarakteristikası

Radial və uclarındakı aralıqlardakı sızmaları nəzərə aldıqda nasosun həqiqi verimi (Q_h) bu düsturla hesablanır:

$$Q_h = 2 \cdot \eta_{h\partial c} \cdot z \cdot b \cdot f \cdot n, \text{ m}^3/\text{san} \quad (8.2)$$

burada $\eta_{h\partial c}$ – nasosun həcmi FİΘ –dır.

Dişin işlək hissəsinin sahəsi təxmini olaraq aşağıdakı kimi hesablanır.

$$f = \frac{t}{2} \cdot h, \quad (8.3)$$

burada t – dişin addımı, m; h – dişin işlək hündürlüyüdür, m.

Dişin işlək hündürlüyü adətən iki modula m bərabər olur. Onda:

$$h = 2 \cdot m = 2 \frac{D}{z}, \quad (8.4)$$

burada D – dişli çarxın başlanğıc diametridir, m.

Dişin addımı t bu düsturla tapılır:

$$t = \frac{\pi \cdot D}{z}. \quad (8.5)$$

Onda dişin işlək hissəsinin sahəsi belə hesablanıla bilər:

$$f = \frac{\pi D^2}{z^2}.$$

f – nin qiymətlərini (8.1) düsturunda yerinə yazmış olsaq, nəzəri verim Q_n üçün alınır:

$$Q_n = 2 \frac{\pi \cdot b \cdot D^2 \cdot n}{z}, \text{ m}^3/\text{san}, \quad (8.6)$$

həqiqi verim isə Q_h :

$$Q_h = 2 \cdot \eta_{h\partial c} \cdot \frac{\pi \cdot b \cdot D^2 \cdot n}{z}, \text{ m}^3/\text{san},$$

Dişli çarxlı nasosların işçi xarakteristikası nasosun veriminin (Q), verim əmsalının (α), tələb etdiyi gücünün (N) və tam FİΘ-nın (η) basqısından (H) və yaxud vurma təzyiqindən (p) asılılıq qrafiklərinin

birliyinə deyilir. Nümunə olaraq dişli çarxlı nasosun işçi xarakteristikası şəkil 8.2-də göstərilmişdir.

8.3 şəkildə «III» tipli dişli çarxlı nasosun konstruksiyası göstərilmişdir.

2. Sınaq qurğusunun təsviri

«11-24A» markalı dişli çarxlı nasosun sınaq qurğusunun sxemi şəkil 8.4-də göstərilmişdir.

Nasos (3) qurğunun elektrik mühərriki ($EM - 8$) vasitəsilə hərəkətə gətirilir. İşçi maye (mineral yağ) çəndən (1) sorma boru kəmərlə (2) siyirtmələr (7) və (11) açıq olduqda nasosa daxil olur və basqı borusundan (4) keçərək yenidən çənə (1) qaytarılır. Beləliklə işçi maye hidravliki sistemdə dövr edir. Nasosun girişində təzyiq difmanometrlə DM (17), basqı borusunda isə manometrlə M (6) ölçülür. Verim basqı borusunda (11) siyirtmədən sonra qoyulmuş həcmi tipli sərfölçənlə ($SÖ - 12$) təyin edilir. Çənin (1) yuxarı hissəsində işçi maye ilə çəni doldurmaq üçün ventil (13) və çəni atmosfer ilə birləşdirən borucuq (15) qoyulmuşdur.

Nasosun çıxışında təzyiqi tənzim etmək üçün basqı borusunda qoyulmuş ventildən (11) istifadə olunur. Ventil (7) daimi açıq qalmalı, ancaq təmir zamanı nasosu borudan ayırmaq üçün bağlanır.

Nasos qurğusuna qoruyucu klapan ($QK - 5$) daxildir, hansı ki nasosu ifrat təzyiqlərdən qoruyur və həmin hallarda maye axını nasosdan çənə axıdılır.

Axıdıcı borusunun (14) çıxışında işçi mayeni təmizləmək üçün filtr (süzgəc) (16) qoyulmuşdur.

Elektrik mühərrikinin klemmalarındakı cərəyan şiddəti ampermetrlə (10) və gərginliyi voltmetrlə (9) ölçülür.

3. Nasos qurğusunun sınağa hazırlanması və sınağın aparılma qaydası

Nasosu işə salanda hidravlik zərbə alınmaması üçün siyirtmələri (7) və (11) açıq vəziyyətə olmalıdırlar.

Sorma xəttindəki difmanometrin sol və sağ borucuqlarda cive sütunların səviyyələrini “0” gətirmək üçün ventil (20) bağlanır, ventillər (18) və (19) açılırlar. Sonra ventil (19) bağlanır, ventil (20) isə yenidən açılır. Ventil (18) açıq vəziyyətdə qalmalıdır.

Sərfölçənin göstərişi “0” gətirmək üçün sərfölçənin gövdənin yan tərəfində yerləşən dəstəni istifadə etmək lazımdır.

Dişli çarxlı nasosu hərəkətə gətirən elektrik mühərrikini idarəedici düyməni basmaqla işə salmalı. Sonra siyirtməni (11) bir qədər bağlayıb manometrin (6) və civəli difmanometrin (17) göstərişinə görə sistemdə mayenin dövr etməsini yaratmalı. Hər bir rejimdə:

- manometrin p_{man} (at);
- difmanometrin Δh_s (mm civə süt.);
- həcmi sərfölçəndən keçən mayenin həcmi W , m³;
- həmin maye həcmnin sərfölçəndən keçmə müddəti $\Delta\tau$, san.
- ampermetrin I (A) və
- voltmetrin U (V)

göstərişləri qeyd edilir.

Vurma borusundakı təzyiqi dəyişməklə təcrübəni 5...6 dəfə təkrar etmək lazımdır. Təcrübə və hesabatdan alınan nəticələri cədvəldə 8.1 qeyd edilir.

Alınmış qiymətlər cədvələ yazılır və cədvəl qiymətləri əsasında nasosun veriminin (Q), gücünün (N) və FİƏ (η_0)-nın tam basqıdan asılılığı ayrılır qurulur.

4. Parametrlərin ölçülməsi və işlənməsi üsulları

Əsas işçi parametrlərini təcrübədə ölçdükdən sonra aşağıdakı hesablamalar aparılır:

1. Dişli çarxlı nasosun nəzəri sərfi Q_n (8.6) formulu ilə təyin edilir
2. Nasosun həqiqi sərfi Q_h aşağıdakı kimi tapılır:

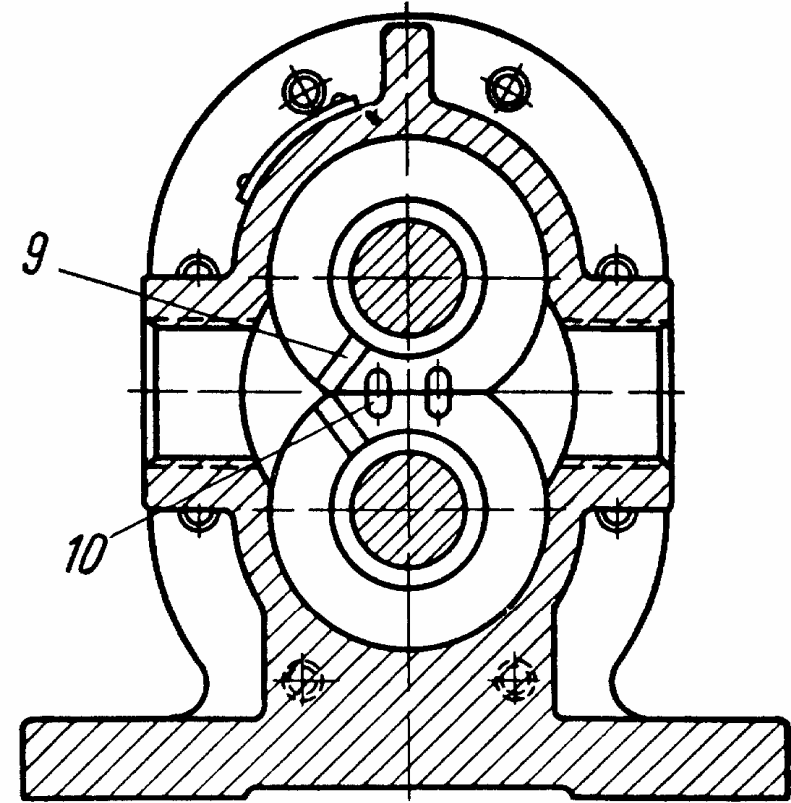
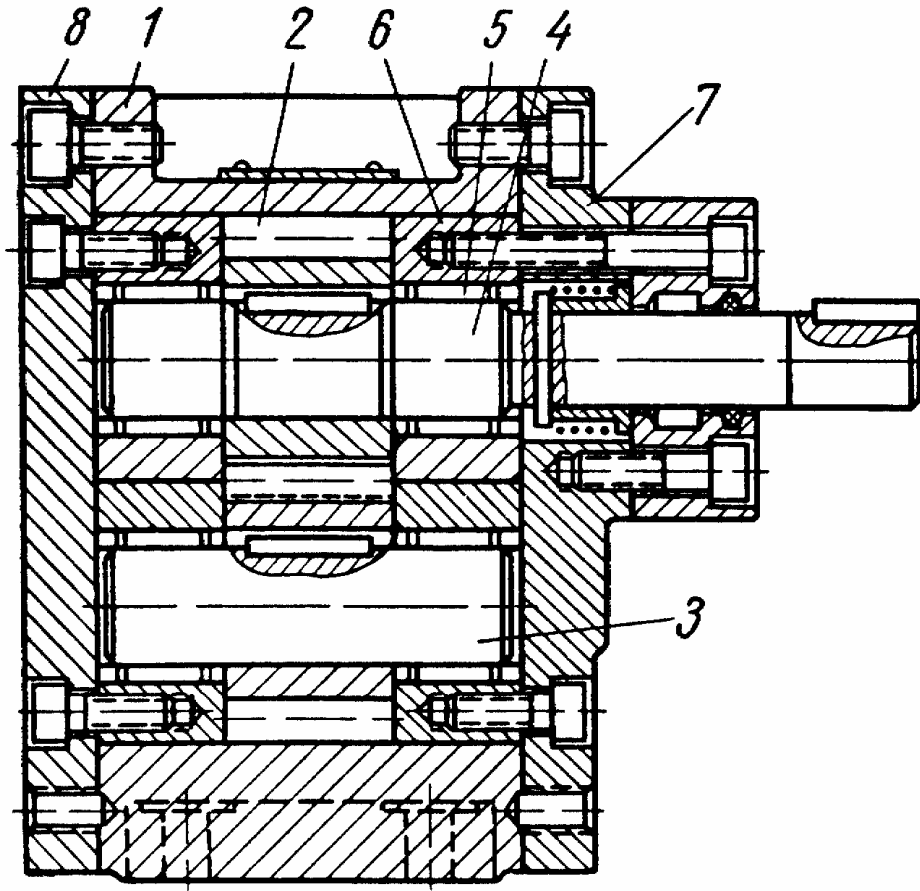
$$Q_h = \frac{W}{\Delta\tau}, \text{ m}^3/\text{san} \quad (8.7)$$

burada W – həcmi sərfölçəndən keçən mayenin həcmi, m³; $\Delta\tau$ – həmin maye həcmnin sərfölçəndən keçmə zamanı, san.

3. Nasosun sərf əmsalı α aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$\alpha = \frac{Q_h}{Q_n}. \quad (8.8)$$

4. Nasosun tam basqısı (H), aşağıdakı kimi təyin edilir:



Şəkil 8.3. «III» tipli dişli çarxlı nasosun konstruksiyası

1 – gövdə; 2 – dişli çarxlar; 3, 4 – vallar; 5 – iynəvarı yastıqlar; 6 – oymaqlar; 7 – arxa qapaq;
8 – ön qapaq; 9 – yan oymaqlardakı qanovcuqlar; 10 – dişli çarxlardakı qanovcuqlar

$$H = H_{man} + H_{vak} + \Delta z + \frac{v_v^2 - v_s^2}{2g}, \quad (8.9)$$

Burada H_{man} – vurma xəttində qoyulmuş manometrə görə basqı, m maye (mineral yağ) sütunu; H_{vak} – sorma xəttindəki difmanometr göstərdiyi basqı, m maye sütunu; Δz – manometr və difmanometrin aralarında hündürlüklər fərqi, m; v_v və v_s – vurma və sorma xətlərindəki mayenin orta sürətidir, m/san.

Qəbul etmək olar:

$$H_{man} \approx 11,13 \cdot p_{man} (\text{at}) \quad \text{və}$$

$$H_{vak} \approx 0,0149 \Delta h_s (\text{mm cívə süt.}) - \Delta z (\text{m})$$

Δh_s – sorma borusuna qoşulmuş difmanometrin göstərişidir (mm cívə süt.).

(Nasos qurğusunda işçi maye mineral yağı olduqda ($\rho = 910 \text{ m}^3/\text{kq}$), cívəli difmanometrlər üçün:

$$\Delta h_s (\text{m maye süt.}) \approx 0,0149 \Delta h_s (\text{mm cívə süt.})$$

qəbul etmək olar.)

5. Nasosun faydalı istifadə edilən gücü:

$$N_f = \rho g \frac{Q_h \cdot H}{1000}, \text{ kVt}, \quad (8.10)$$

burada ρ – nasosla nəql edilən mayenin sıxlığıdır, kq/m^3 ($\rho = 910 \text{ kq/m}^3$);

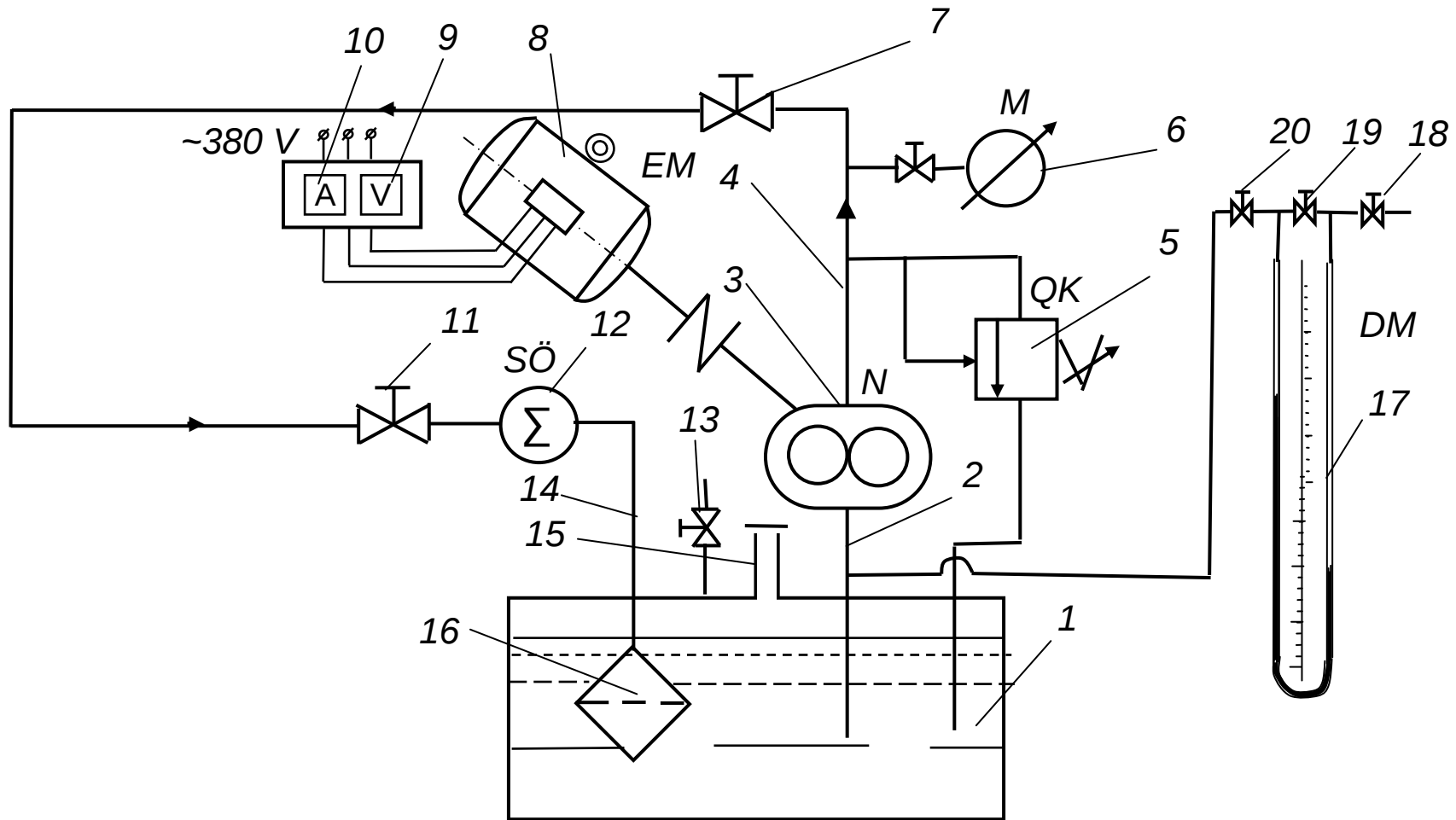
6. Nasosun tələb etdiyi güc və yaxud nasosun valına düşən güc aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$N = \rho g \frac{Q_h \cdot H}{1000 \cdot \eta}, \text{ kVt}. \quad (8.11)$$

Nasosun FİƏ məlum olmadığına görə nasosun tələb etdiyi güc aşağıdakı düsturdan tapılır:

$$N = N_e \cdot \eta_e. \quad (8.12)$$

Burada N_e – elektrik mühərrikinin tələb etdiyi gücdür, aşağıdakı kimi tapılır:



Şəkil 8.4. Dişli çarxlı nasosun sınaq qurğunun sxemi

$$N_e = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi}{1000}, \quad (8.13)$$

burada I – cərəyan şiddəti, A; U – gərginlik, V; $\cos \varphi$ – güc əmsalı; η_e – elektrik mühərrikinin FİƏ.

7. Nasosun faydalı iş əmsalı (FİƏ) :

$$\eta = \frac{N_h}{N}. \quad (8.14)$$

5. Verilən kəmiyyətlər.

Nasos və elektrik mühərrikinin texniki parametrləri.

Sınaq qurğusu :

- sorma borusunun diametri, $d_s = 0,025$ m;
- vurma borusunun diametri, $d_v = 0,025$ m;
- manometrin və vakuummetrin birləşdiyi nöqtələr arasındakı şaquli məsafə $\Delta z = 1,2$ m;

Nasosun texniki göstəriciləri:

- nasosun markası – 11-24A
- verim $Q = 0,050$ m³/dəq;
- yaratdığı təzyiq, $p_{nom} = 2,5$ MPa ;
- nominal dövrlər sayı $n = 1450$ dövr/dəq;
- dişli çarxların başlanğıc diametri $D = 0,04$ m;
- dişin eni $b = 0,045$ m;
- dişlərin sayı $z = 10$.

Elektrik mühərrikinin parametrləri:

- elektrik mühərrikinin tipi – üçfazlı AOL-32-4;
- nominal gücü $N = 3,0$ kVt;
- elektrik mühərrikinin dövrlər sayı $n_e = 930$ dövr/dəq;
- elektrik mühərrikinin FİƏ $\eta_e = 0,88$ (100% yüklənmədə);
- güc əmsalı – $\cos \varphi = 0,83$ (100% yüklənmədə).

İşçi xarakteristikanı qurmaq üçün təcrübədən alınmış Q , α , N və η seçilmiş miqyasda nasosun basqısından (H) və ya vurma təzyiqindən (p) asılı olaraq qrafikdə qeyd edilir. Qrafikdə qeyd edilmiş nöqtələrdən səlis əyrilər çəkilir. Çəkilmiş əyrilər hər bir nöqtədən təxminən eyni xəta ilə fərqlənməlidir.

Qeyd: müəllimin göstərişinə əsasən işin məqsədində 1 və 2 bəndləri yerinə yetirmək olar.

6. Təyin edilən parametrlər və hesablamalar

Cədvəl 8.1

Parametrlər	İşarələr və ölçü vahidləri		Təcrübələr				
			1	2	3	...	n
Nasosun basqısı	Manometr üzrə basqı	p_{man} , at					
		H_{man} , m					
	Difmanometr-dəki basqılar fərqi, Δh_s	Δh_s , mm civə süt.					
		H_s , m maye süt.					
	Sürətlər basqısının fərqi $\frac{v_v^2 - v_s^2}{2g}$, m						
	Nasosun tam basqısı	H , m					
		p , MPa					
Nasosun verimi	Sərfölçəndən keçən mayenin həcmi W , m ³						
	Ölçmə müddəti $\Delta\tau$, san						
	Həqiqi verim Q_h , m ³ /san						
	Nəzəri verim Q_n , m ³ /san						
Nasosun verim əmsalı α							
Nasosun gücü	Ampermetrin göstərişi I , A						
	Voltmetrin göstərişi U , V						
	Elektrik mühərrikinin gücü N_e , kVt						
	Nasosun tələb etdiyi güc N , kVt						
	Nasosun faydalı gücü N_f , kVt						
Nasosun tam FİƏ	η						

Qeyd: işarə olunan göstəricilər sınaq zamanı qeyd olunur, qalan parametrlər isə hesablanır.

LABORATORİYA İŞİ № 9

QAZIMA TURBİNİNİN SINAĞI

İşin məqsədi: Qazıma turbininin bir neçə pilləsinin boş işləmə rejimlərində stend sınaqlarının nəticələrinə görə:

- 1) dövrlər sayının maye sərfindən asılılıq əyrisini qurmaq;
- 2) turbinin təzyiqlər fərqlərinin, hidravlik gücün dövrlər sayından asılılıq əyrilərini qurmaq.

1. Ümumi müddəalar

Neft quyularının qazılmasında işlənən turbinlər qazıma turbini adlanır. Diametri qazılan quyuların diametrinə əsasən müəyyən edilən bu turbinlər gilli məhlulla işləyir. Maye axınının təzyiqi çox böyük, sərfi isə az olur.

Quyuların qazılmasında baltanı fırlatmaq üçün istifadə edilən qazıma turbini çoxpilləli kürəkli hidravlik mühərrik olub, oraya vurulan yuyucu maye axını ilə hərəkətə gətirilir. İşçi maye porşenli nasosla vurulur. Turbinin xarakteristikası nasosun optimal məhsuldarlığına uyğun olmalıdır.

Qazıma turbininin iş rejimi fasiləsiz olaraq dəyişir. Turbin ən kiçik dövrlər sayına hesablanır. Turbinin dövrlər sayı quyu dibində işləyən baltanın iş şəraitindən asılıdır, adətən 500...1200 dövr/dəq artıq olmur.

Qazıma turbininin iş şəraiti quyuların qazılmasının spesifik tələblərini ödəyən çoxpilləli turbinlərin yaranmasına səbəb olmuşdur.

Turbinin hər pilləsi iki kürəkli sistemdən ibarətdir: stator və rotor (şəkil 9.1). Odur ki, çoxpilləli turbin bir sıra stator və rotorlardan ibarətdir. İşçi maye ardıcıl olaraq birinci statorun birinci rotora, oradan da ikinci statora və s. daxil olur.

Statorda mayenin sürəti müəyyən qiymət və istiqamət aldığından turbinin oxu ətrafında səmərəli dövrəni axın yaranır. Rotorda dövrəni axının səmərəliliyi azaldığından, maye axınından enerji turbinin valına verilir.

Kürəklərin yeyilməsini azaltmaq üçün rotor və statorun çarxındakı kürəklər eyni profilli, bir-birinin tərsinə (aynadakı əks kimi) hazırlanır.

Kürəklər arasındakı kanallarda axının sürətinin və müvafiq olaraq hərəkət miqdarının dəyişməsi nəticəsində yaranan qüvvə təsirindən

axının fırladıcı momenti turbinin valı ilə qazıma baltasına verilir.

Böyük fırlanma momenti (2000...4000 Nm) almaq üçün qazıma turbinin pillələrinin çox hazırlanması, onun diametrinin kiçik (100...250 mm), maye sərfinin (25...50 dm³/san) və dövrlər sayının (8...12 dövr/dəq) az qiymətlərində mümkündür.

Qazıma turbininin quruluşundan asılı olaraq pillələrin sayı 25...350 götürülür. Pillələrin sayı çox olduqda qazıma turbininin uzunluğu artır. Bu halda turbinin əlverişli hazırlanması və yığılması üçün o, seksiyalı hazırlanır.

Təzyiqlər eyni müstəvi üzərində qoyulmuş manometr vasitəsilə ölçüldükdə həndəsi hündürlük nəzərə alınmır, sürət hündürlüyü də çox kiçik olduğundan praktiki olaraq bunu da nəzərə almamaq olar. Onda qazıma turbinində təzyiq düşküsi:

$$\Delta p = p_1 - p_2, \text{ Pa}, \quad (9.1)$$

burada p_1 – girişdəki, Pa; p_2 – çıxışdakı manometrlərin göstərişləridir, Pa.

Turbində sərf olan güc (hidravlik güc) N aşağıdakı kimi tapılır:

$$N = Q \cdot \Delta p, \text{ Vt}, \quad (9.2)$$

burada Q – turbindən keçən maye axınının sərfi, m³/san.

Turbinin faydalı gücü isə;

$$N_f = M \cdot \omega, \text{ Vt}, \quad (9.3)$$

burada M – turbində fırladıcı moment, Nm; ω – turbin valının bucaq sürəti, 1/san.

Turbinin faydalı iş əmsalı (FİƏ):

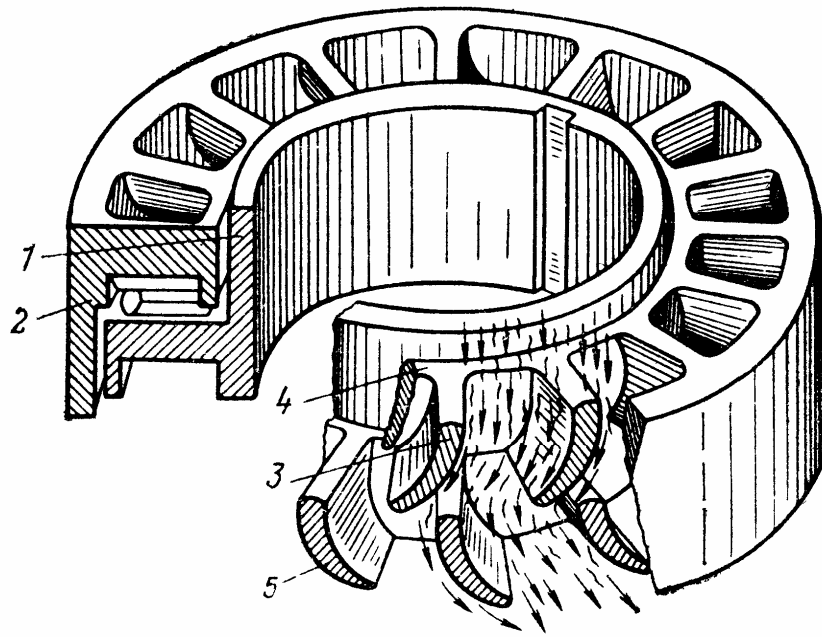
$$\eta = \frac{N_f}{N}. \quad (9.4)$$

Müasir qazıma turbinlərin FİƏ $\eta = 0,7$.

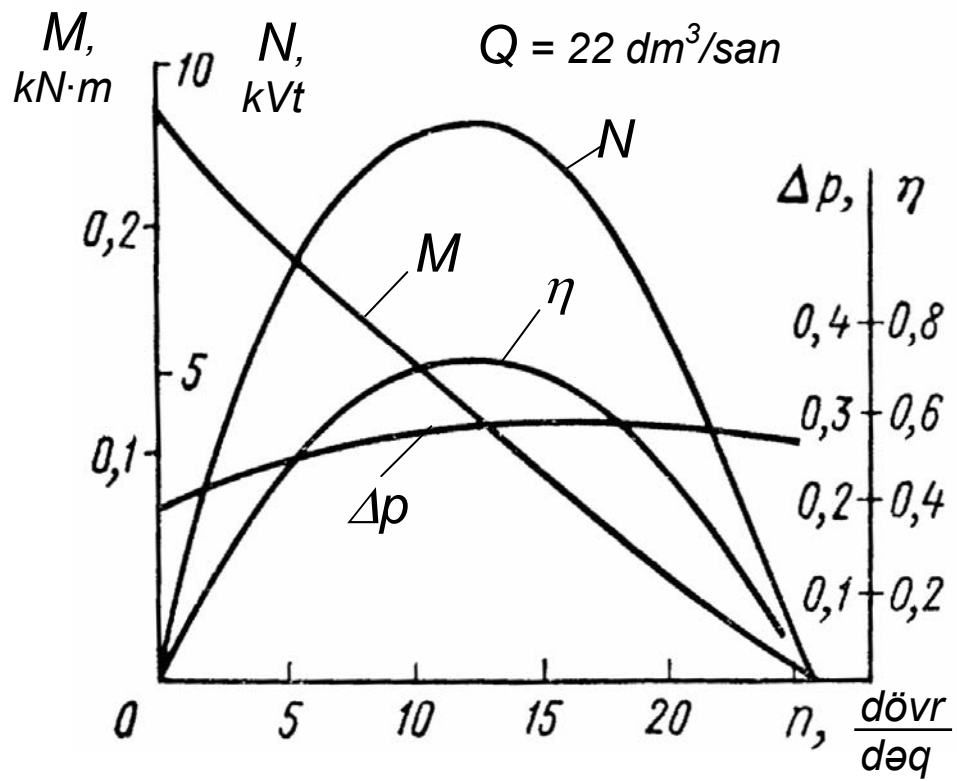
Sabit sərfdə qazıma turbininin xarakteristikası fırladıcı momentin, təzyiq düşküsünün, faydalı gücün, FİƏ dövrlər sayından asılı olaraq dəyişməsinə ifadə edən əyrilərdir. Yəni:

$$M = f_1(n), \Delta p = f_2(n), N = f_3(n), \eta = f_4(n). \quad (9.5)$$

Bunlardan $M = f_1(n)$ və $\Delta p = f_2(n)$ əsas tənliklərdir. Bu asılılıqlar



Şəkil 9.1. Qazıma turbinin bir pilləsi:
 1 – rotor; 2 – stator; 3 – statorun kürəki; 4 – stator sağanağı;
 5 – rotorun kürəki.



Şəkil 9.2. Qazıma turbinin nümunəvi xarakteristikası.

qazıma turbinin laboratoriya şəraitində stenddə tədqiqində müəyyən edilir. Şəkil 9.2 qazıma turbinin nümunəvi xarakteristikası göstərilmişdir.

Hər bir qazıma turbini üçün M , N , Δp turbin pillələrinin sayının artması ilə artır. Dövrələr sayı isə pillələrin sayından asılı olmur.

Qeyd etmək lazımdır ki, laboratoriya şəraitində turbin müəyyən həcm çəkili gilli məhlulla tədqiq edilir. Lakin qazıma zamanı gilli məhlulun həcm çəkisi sabit olmayıb, qazıma şəraitindən asılı olaraq dəyişir. Budur ki, işçi mayenin (gilli məhlulun) həcm çəkisinin təsirini müəyyən etmək üçün oxşarlıq tənliklərinə istinad edərək turbinin əsas parametrlərini aşağıdakı kimi hesablamaq olar:

$$\frac{Q}{Q'} = \frac{n}{n'}; \quad \frac{M}{M'} = \frac{\rho}{\rho'} \left(\frac{Q}{Q'} \right)^2; \quad \frac{N}{N'} = \frac{\rho}{\rho'} \left(\frac{Q}{Q'} \right)^3; \quad (9.6)$$

$$\frac{\Delta p}{\Delta p'} = \frac{\rho}{\rho'} \left(\frac{Q}{Q'} \right)^2.$$

Burada «'» indeksi stenddə tədqiqat nəticəsində alınan parametrlərinə görə yenidən hesablanan qiymətlərə aiddir.

Müasir çoxpilləli birseksiyalı qazıma turbin konstruksiyası şəkil 9.3-də göstərilmişdir. Turbinin valı üzərində 30 ədəd daban və 100...120 ədəd turbin pillələri yerləşdirilərək rotor qaykası ilə sıxılır,

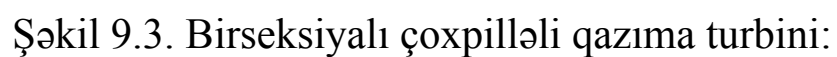
Dayaq və turbin pillələri, gövdə içərisində yerləşdirilən val üzərində oturdulur. Gövdənin yuxarı başına keçirici, aşağı ucuna isə nippel bağlanır. Quyuya vurulan müəyyən təzyiqli və sərfli maye axını qazıma borularından turbina daxil olur. Maye axını dayaq və çarx pillələrindən keçib, valın aşağı ucundakı pəncərədən onun daxili kanallarına axır. Maye axını uca bağlanmış baltanın yuyucu dəşiyindən keçərək, həlqəvi fəza ilə quyu ağzına yönəlir. Maye axını pillələrdən keçdikdə fırlanma hərəkəti başlayır.

2. Təcrübə qurğusunun təsviri

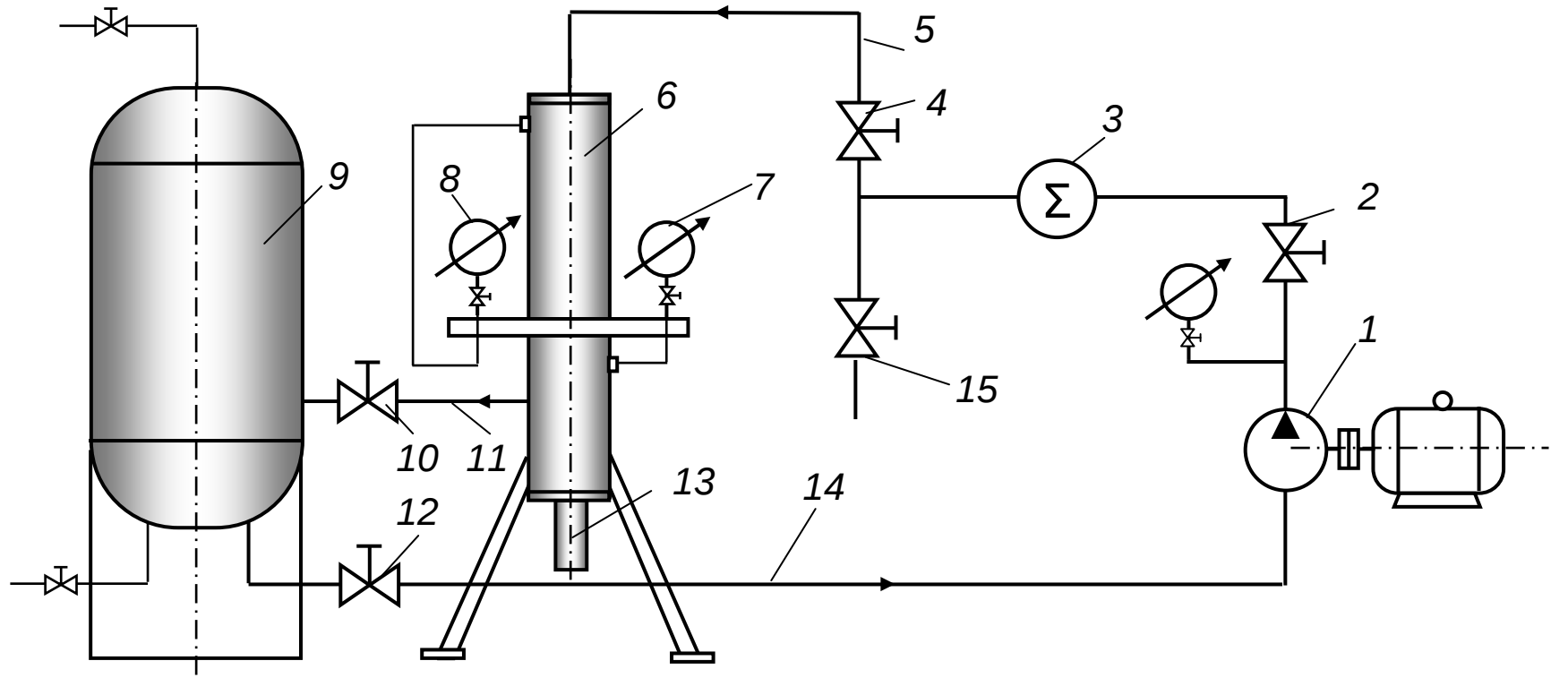
Qurğunun sxemi 9.4 şəkildə verilir.

Qurğu (6) gövdəsində şaquli vəziyyətdə bərkidilmiş on pilləli turbindən ibarətdir. Valın turbinlərlə birlikdə bu vəziyyəti qazıma turbininin həqiqətdə yerləşdiyi vəziyyətlərə yaxınlaşdırır.

İşçi maye – su qurğuya 3K-9 markalı mərkəzdənqaçma nasosu (1) ilə verilir. Suyun nasosdan turbina verilməsi (5) boru kəməri ilə (2) və



1 – val; 2 – nippel oymağı; 3 – işgil; 4 – dayaq oymağı, 5, 10, 11 –tənzimləmə həlqələri; 6 – rotor, 7 – stator, 8, 9 –radial dayaqları; 12, 13 – daban dayağının diski və həlqəsi, 14 – dabanaltı; 15 – rotor qaykası, 16 – örtük; 17 – kontrqayka, 18 – gövdə, 19 – oymaq, 20, 22 – keçiricilər; 21 – nippel.



Şəkil 9.4. Sınaq qurğusunun sxemi

(4) siyirtmələrin açıq vəziyyətində əldə edilir. İstifadə olunan maye (10) siyirtməsinin açıq vəziyyətində (11) borusu ilə (9) bakına ötürülür. Bu bakdan (12) siyirtməsinin açıq vəziyyətində nasos suyu (14) boru kəməri vasitəsilə qəbul edir. Beləliklə, mayenin dövr etməsi baş verir. Turbinin valı (13) kippəcdən xaricə çıxır. Valın üzərində edilmiş cızıq saniyəölçənlə valın dövrlər sayını müəyyən etməyə imkan verir. Mərkəzdənqaçma nasosun işinin tənzimlənməsi (2) siyirtməsi vasitəsilə həyata keçirilir. Suyun sərfi (3) sərfölçəni vasitəsilə müəyyən edilir. Turbində təzyiqlər fərqi (7) və (8) nümunəvi manometrləri ilə ölçülür.

3. Sınaqların aparılma qaydası

Boş işləmə rejimlərində qazıma turbininin xarakteristika qrafiklərini qurmaq üçün turbinin müxtəlif iş rejimlərindəki sınaqlarının nəticələri olmalıdır.

Mərkəzdənqaçma nasosun (1) gövdəsi qabaqcadan su ilə doldurulur və tənzimləyici siyirtməsinin (2) və siyirtmənin (4) bağlı vəziyyətində nasos işə buraxılır (siyirtmə (15) daimi bağlı olmalıdır). Bundan sonra siyirtmələr (4) və (10) tam açılırlar və, tənzimləyici siyirtməni müəyyən dərəcədə açaraq (2), turbindən keçən mayenin müəyyən sərfi yaradılır. Turbin az müddət işlədikdən sonra sınaqlara başlamaq olar. Rejim qərarlaşmışsa, bu halda birinci ölçünü götürürlər. Mərkəzdənqaçma nasosun verimini müntəzəm olaraq maksimal qiymətə qədər artırmaqla ardıcıl olaraq ölçülər çıxarılır. Sınaqların (rejimlərin) sayı 5...6 az olmamalıdır.

4. Sınaqların nəticələrinin işlənilməsi metodikası

Turbindən keçən mayenin sərfi Q sərfölçənlə müəyyən edilir:

$$Q = \frac{\Delta W}{\Delta \tau}, \text{ m}^3/\text{san} . \quad (9.7)$$

Burada ΔW – axan mayenin həcmi, m^3 ; $\Delta \tau$ – zamandır, san.

Nümunəvi manometrlərin göstərişlərinin fərqi görə turbində yaranan təzyiqlər fərqi tapılır:

$$\Delta p = p_1 - p_2, \text{ Pa}, \quad (9.8)$$

burada

$$p_1 = p'_1 \cdot \delta_r \cdot 98066, \text{ Pa};$$

$$p_2 = p'_2 \cdot \delta_r \cdot 98066, \text{ Pa};$$

burada p'_1, p'_2 – nümunəvi manometrlərin göstərişləri; δ_r – nümunəvi manometrin bir bölgüsünün qiymətidir, at.

Turbində maye axınının basqı itkisi :

$$H = \frac{\Delta p}{\rho g}, \text{ m}, \quad (9.9)$$

burada ρ – mayenin sıxlığı, kg/m^3 ; g – sərbəstdüşmə təcili, m/san^2 .

Turbində sərf olunan güc:

$$N = \frac{Q \Delta p}{1000} = \rho g \frac{QH}{1000}, \text{ kVt}, \quad (9.10)$$

burada Q – turbindən keçən mayenin sərfi, m^3/san .

Turbin valının həqiqi dövrlər sayı belə tapılır:

$$n = \frac{\Delta n}{\tau}, \text{ dövr/san} \quad (9.11)$$

burada $\Delta n - \tau$ san. ərzində turbin valının tam dövrlər sayıdır.

(9.6) ifadələri nəzərə alaraq, turbin valının dövrlər sayının və hidravliki gücün yenidən hesablanması aşağıdakı ifadələr üzrə aparmaq olar:

$$n' = \frac{Q'}{Q} \cdot n; \quad (9.12)$$

$$N' = N \cdot \left(\frac{Q'}{Q} \right)^3, \quad (9.13)$$

burada Q, n, N – qazıma turbininin sınaqları zamanı əldə edilən kəmiyyətlərdir (məsələn, turbindən keçən ən böyük maye sərfinə uyğun), Q' – digər rejimdə sərfölçənlə tapılan sərf.

Turbin valının dövrlər sayının və hidravliki gücün alınan qiymətlərin bir-birinə uyğunluğu aşağıdakı asılılıqlar vasitəsilə müəyyən edilir:

$$\delta_n = \frac{n - n'}{n'} \cdot 100\%; \quad (9.14)$$

$$\delta_N = \frac{N - N'}{N'} \cdot 100\%, \quad (9.15)$$

5. Təyin edilən parametrlər və hesablamalar

Cədvəl 9.1

Kəmiyyətlər, onların işarələri və ölçü vahidləri				Ölçülər				
				1	2	3	4	5
Mayenin sərfi	Sərfölçən üzrə mayenin həcmi ΔW , m ³							
	Mayenin axma vaxtı, $\Delta \tau$, san							
	Q , m ³ /san							
Təzyiqlər fərqi	Turbinə qədər ki təzyiq	Nümunəvi manometrin göstərişləri	p'_1					
			p_1 , at					
		p_1 , Pa						
	Turbindən sonrakı təzyiq	Nümunəvi manometrin göstərişləri	p'_2					
			p_2 , at					
		p_2 , Pa						
	Turbində basqı itkisi Δp , Pa							
	Turbində basqı itkisi H , m							
	Hidravliki güc N , kVt							
Turbinin dövrlər sayı	Turbinin valının qeyd olunan dövrlər sayı, Δn							
	Zaman τ , san							
	Turbinin valının saniyədəki dövrlər sayı n , dövr/san							
(9.12) ifadəsinə əsasən n' , dövr/san								
$\delta n'$, %								
(9.13) ifadəsinə əsasən N' , kVt								
$\delta N'$, %								

Qeyd: işarə olunan göstəricilər sınaq zamanı qeyd olunur, qalan parametrlər isə hesablanır.

burada N, n – qazıma turbinin sınağı əsasında rotorun valının müəyyən edilən hidravlik güc və dövrlər sayıdır; N', n' – (9.12) və (9.13) ifadələri ilə müəyyən edilmiş kəmiyyətlərdir.

Hesablanmanın nəticələri cədvəl 9.1-1ə yazılır və bu nəticələrə görə $n = f(Q)$, $N = f(n)$, $\Delta p = f(n)$ qrafikləri qurulur.

Hər bir qrafikin qurulması üçün lazım olan nöqtələrin sayı dörddən az olmamalıdır.

LABORATORİYA İŞİ № 10

HİDRAVLİK SİLİNDRİN SİNAĞI

İşin məqsədi: Hidravlik silindri aşağıdakı göstəricilərinə görə sınağın aparılması və təyin edilməli :

- 1) silindrin işinin müntəzəmliyi;
- 2) yerindən tərpənmə və yüksüz gediş təzyiqləri;
- 3) hidrosilindrin mexanik FİƏ.

1. Ümumi müddəalar

Hidrosilindrlər həcmi hidravlik mühərrik olub işçi maye enerjisini çıxış bəndinin mexanik enerjisinə çevirmək üçün nəzərdə tutulmuşdur. Tərpənən çıxış bəndi kimi həm ştok və həm də hidrosilindrin gövdəsi ola bilər.

İcraedici mexanizmləri hərəkətə gətirmə sürətindən və qüvvəsindən asılı olaraq həcmi hidravlik ötürməyə müxtəlif üsulla qoşulmuş, müxtəlif tipli hidrosilindrlər tətbiq edilir.

Hidrosilindrlər birtərəfli və ikitərəfli (ikitəsirli) porşenli, bir tərəfdən və ya iki tərəfdən ştoklu və teleskopik ola bilərlər.

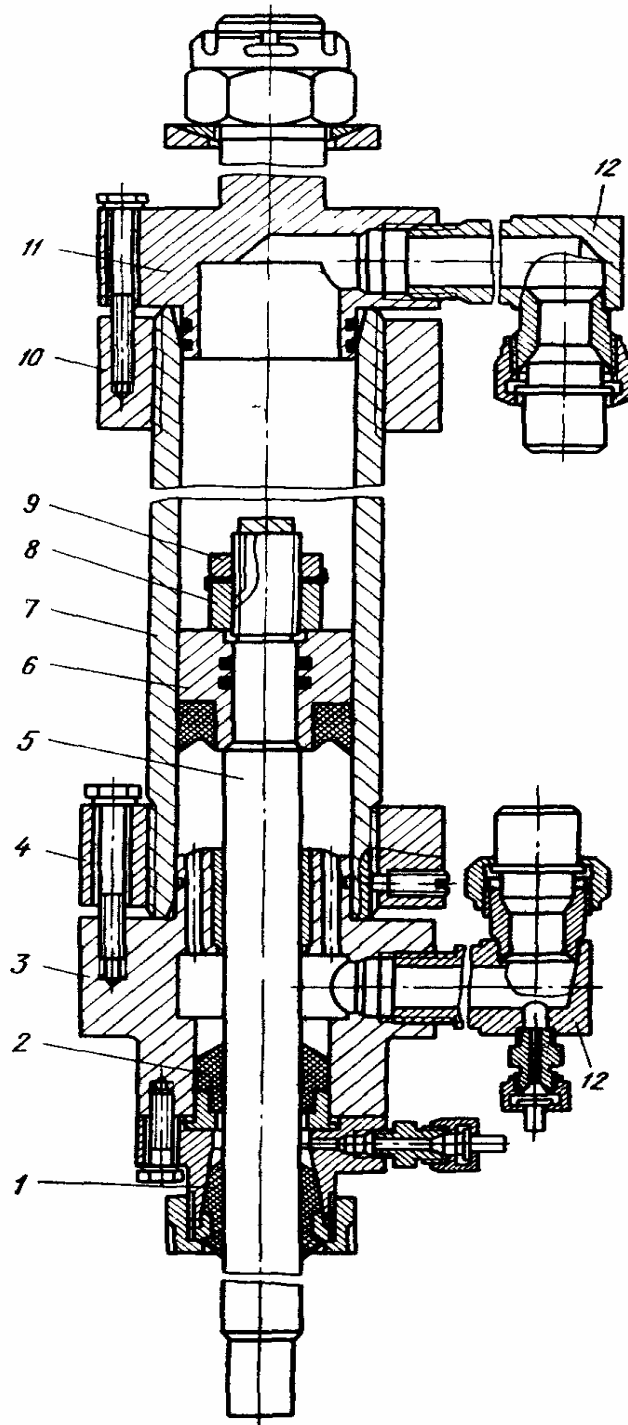
Birtərəfli hidrosilindrlərdə əks hərəkət xarici yükün və ya yayın təsiri ilə, ikitərəfli hidrosilindrlərdə isə işçi maye təsiri ilə yerinə yetirilir.

Maşınqayırmada və neft-mədən həcmi hidravlik intiqal qurğularda bir tərəfli ştoklu ikitəsirli hidrosilindrlər daha geniş istifadə olunur. Bu tipli hidrosilindrlərdə ştokun işçi hərəkət və ona təsir edən qüvvələr hər iki istiqamətdə ola bilər. Bu silindrlərdə iki işçi boşluq (kamera) olur.

Ştokunun hərəkət istiqaməti işçi mayenin daxil olduğu boşluğundan asılıdır. Onda əks tərəfdə olan silindr boşluğu axıtma xətlə birləşir. Şəkil 10.1 unifikasiya olunmuş ştanqlı nasos qurğusunun silindrin konstruksiyası göstərilib.

Hidravlik silindrlərin əsas göstəriciləri bunlardır:

1. nominal təzyiq p_{nom} ;
2. silindrin (porşenin) diametri d_p ;
3. ştokun diametri d_s ;
4. ştokun addımı (gediş yolunun uzunluğu) l ;
5. mexanik FİƏ $\eta_{s\,mex}$.



Şəkil 10.1. Unifikasiya olunmuş ştanqlı nasos qurğusunun silindri.

1, 2 – kippəclər; 3 – aşağı qapaq; 4, 10 – flanslar; 5 – ştok; 6 – porşen;
7 – silindr; 8 – qayka; 9 – əks qayka; 11 – yuxarı qapaq; 12 – ştuserlər.

Porşenin lazımı sahəsi aşağıdakı düsturdan tapılır:

$$F = \frac{R}{(p_g - p_c)\eta_{smex}}, \quad (10.1)$$

burada R – ştok çıxdıqda və ya silindrə daxil olduqda ona təsir edən qüvvə, N; p_g – silindrin girişində təzyiq, $p_g = (0,8 \dots 0,9)p_{nom}$; p_c – silindrin çıxışında təzyiq, Pa; η_{smex} – hidrosilindrin mexanik FİΘ, $\eta_{sm} = 0,93 \dots 0,97$, F – təzyiq təsir edən işçi sahə, m².

Onda hidrosilindrlərin daxili diametri belə təyin edilir:

$$d_p = \sqrt{\frac{4F}{\pi}}. \quad (10.2)$$

Ştok boşluğunda təzyiq yaradılma hallarında və ya ikitərəfli ştoklu hidrosilindrlərin işçi sahəsi

$$F' = \frac{\pi(d_p^2 - d_s^2)}{4}, \quad (10.3)$$

olacaqdır, harada d_s – ştokun diametridir. Nəzərə alsaq ki,

$$\varphi = \frac{d_p^2}{d_p^2 - d_s^2}, \quad (10.4)$$

onda

$$d_p = \sqrt{\frac{4F'\varphi}{\pi}}. \quad (10.5)$$

φ -nin qiyməti 1,25, 1,33 və ya 1,6-ya bərabər qəbul edilir.

Hidravlik silindrlərin sınağı dövlət və sahə standartlarına uyğun olaraq aparılır. Seriyalı istehsal edilmiş hidrosilindrlər xüsusi avadanlığı xətası müəyyən olan ölçüsü cihazlarla təchiz edilmiş qurğularda qəbul-təhvil, periodik sınaqlardan keçirirlər (məsələn qəbul-təhvil sınaqlarında təzyiq üçün xəta $\pm 2\%$, gediş yolu üçün $\pm 1\%$, vaxt üçün $\pm 1\%$, temperatur üçün $\pm 1^\circ\text{S}$).

Sınaqlardan əvvəl hidrosilindrlərin hazırlanma tələbatlarına uyğunluğu nəzərdən keçirilməlidir.

Əsasən aşağıdakılar yoxlanılır:

- işləmə qabiliyyəti;
- statik və dinamik yüklənmələrdə hidrosilindr və onun elementlərinin möhkəmliyi;
- yerindən tərpənmə və yüksüz gedişdəki təzyiq;
- xarici hermetiklik;
- daxili axıntılar;
- porşenin qeyri-müntəzəm gedişi;
- porşenin səlis tormozlanması;
- etibar işləmə müddəti;
- mexanik FİƏ.

Laboratoriya işi yerinə yetirilərkən müntəzəm işləmə, xarici hermetiklik, yerindən tərpənmə və boş gediş təzyiqləri, mexanik FİƏ, energetik göstəricilər yoxlanılıb təyin edilməlidir.

2. Hidrosilindrin sınaq qurğusunun təsviri

Sınaq qurğusunun sxemi şəkil 10.2-də göstərilib. Qurğunun əsas hissələri: qidalandırıcı nasos (3) (HIII-32 markalı dişli çarx nasosu), qoruyucu (10) və axıtma klapanlı 3 vəziyyətli hidropaylayıcı (11), sınılan hidrosilindr (16) və köməkçi avadanlıq və ölçü cihazlarıdır.

Sınaq aparılarkən dişli çarxlı nasosunun (3) vurduğu işçi maye – mineral yağı hidropaylayıcının (11) dəstəyinin vəziyyətindən asılı olaraq porşen və ya ştok tərəfindən hidrosilindrə (16) verilir. Hidrosilindrdən xaric olan işçi maye axıtma xəttinə yenidən hidropaylayıcıdan (11), tənzimləyici drossel (14), diafraqmalı sərfölçən (8) və süzgəcdən (20) keçərək qəbul çəninə (1) daxil olur. Porşenin aşağı və yuxarı hərəkət etmə vaxtı elektrik saniyəölçən ilə (19) avtomatik olaraq ölçülür. Porşenin gediş yolu xətkəşlə (17) təyin edilir. Hidrosilindrə verilən maye sərfi buna paralel yerləşən tənzimləyici drossel (ventil) vasitəsilə (6) dəyişdirilir.

Silindrin porşen (13) və ştok tərəflərindəki (15) təzyiqlər, nasosun çıxışdakı (4) təzyiq və diafraqmadakı təzyiqlər fərqi (7) və (9) manometrlərlə ölçülür. Nasosun sorma borusundakı vakuum manovakuummetrlə (2) ölçülür. Ştoka G_y yüklər (18) qoyula bilər.

Sınılan hidrosilindrin əsas göstəriciləri cədvəldə 10.1 verilib.

Sınanan hidrosilindrin əsas göstəriciləri

Nominal təzyiq		$p_{nom} = 10,0 \text{ MPa}$
Porşenin diametri		$d_p = 0,125 \text{ m}$
Ştokun diametri		$d_s = 0,045 \text{ m}$
Porşenin gedişi (çox olmamaqla)		$l = 0,2 \text{ m}$
Porşen qrupunun çəkisi		$G = 200 \text{ N}$
Bir yükün çəkisi		$G_y = 200 \text{ N}$
Manjetlərin eni	porşen	$b_p = 60 \text{ mm}$
	ştok	$b_s = 30 \text{ mm}$

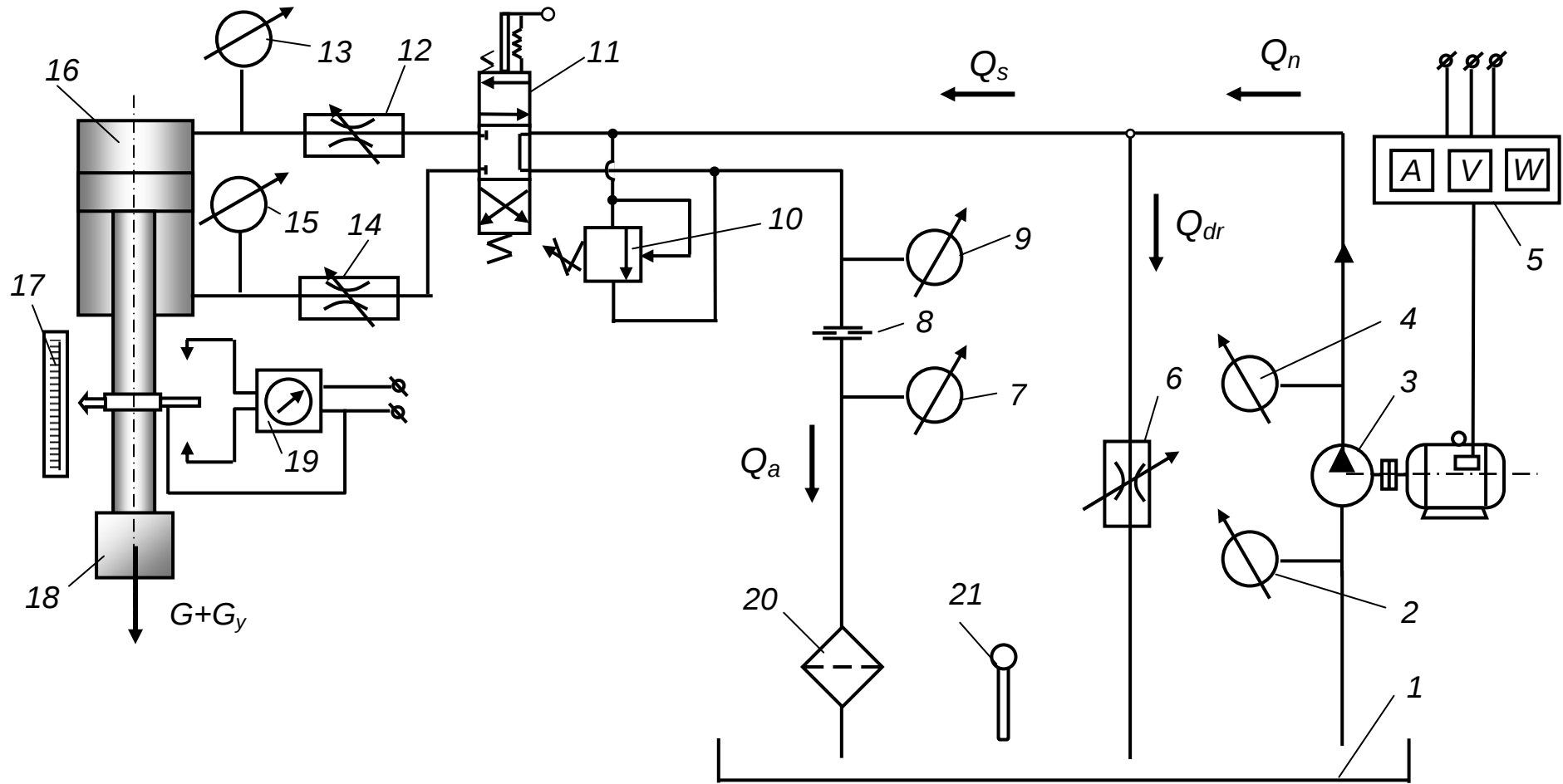
3. Sınağın aparılması qaydası**3.1. Yerindən tərpənmə təzyiqinin təyini.**

Qidalandırıcı nasosu (2) işə salıb, (6), (12) və (14) ventilləri tam açıb, hidrosilindrin girişi hidropaylayıcı (11) vasitəsilə nasosun vurma xətt ilə birləşdirilir. (6) ventilini tədricən bağlamaqla hidrosilindrə girişdəki təzyiqi artırır və ştokun hərəkətə gəlməsi anında hidrosilindrə giriş (13) və ondan çıxışdakı (15) təzyiqlər qeyd edilir. Təzyiqlər fərqi yerindən tərpənmə təzyiqi olacaqdır (sınaq *yüksüz* olaraq aparılır).

Sınaq 3 dəfə təkrar edilir və hesabatda porşenin aşağı və yuxarı gedişlərində ölçülmüş təzyiqlər fərqlərinin orta qiyməti yazılır.

3.2. Yüksüz gediş təzyiqinin təyini.

Qidalandırıcı nasosu işə salıb, (6) ventilini tam bağlayıb sonra bunu açmaqla silindrə gedən maye sərfini elə azaldılır ki, ştokun sürəti az olsun (0,01 ... 0,005) m/san – bu ştokun tam gedişi vaxtına (30...40 san) uyğundur. Ştokun gediş sürətinin azaldılmasını davam etdirməklə onun dayandığı və ya sıçrayışlı hərəkəti zamanı silindrə girişdəki ən kiçik təzyiq ölçülür. Hesabatda ştokun yuxarı və aşağı gedişlərində 3 dəfə ölçülmüş ən kiçik təzyiqin orta qiyməti yazılır (*yüksüz* halda).



Şekil 10.2. Hidravlik silindrinin sınaq qurğusunun sxemi

3.4. Xarici hermetikliyə görə sınaq.

0,001 q dəqiqliyinlə çəkilmiş süzgəc kağızını ölçü aparmamışdan əvvəl və apardıqdan sonra müəyyən qədər hərəkətdən sonra axıntıları bu kağızla silərək və çəkməklə axıntılar müəyyən edilir. 10^3 cüt hərəkətdən sonra axıntı 30 sm^3 - dan çox olarsa, axıntı səbəbi ləğv edilməlidir.

Hidrosilindrin hərəkəti zamanı ştok boruların birləşməsindəki axıntıya yol verilməməlidir. Mayenin silindr ştokunun səthində damcısız çıxmasına yol verilir. Bu işdə hidrosilindrin hermetikliyi vizual müşahidə etməklə yerinə yetirilir.

3.5. Hidrosilindrin mexanik və ümumi FİƏ təyini.

3.5.1. Ümumi müddəalar

Hidrosilindrin ümumi FİƏ η_s aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$\eta_s = \eta_{s \text{ hac}} \eta_{s \text{ mex}} \eta_{s h} . \quad (10.6)$$

Burada $\eta_{s \text{ hac}}$ – həcmi, $\eta_{s \text{ mex}}$ – mexanik, $\eta_{s h}$ – hidravlik FİƏ - dırlar.

Həcmi FİƏ $\eta_{s h}$ – təcrübi olaraq 1,0 qəbul edilir.

Təcrübə göstərir ki, rezindən hazırlanmış kipləşdirici manjet tətbiq edildiyindən, hidrosilindrin daxili axıntıları olmur, yəni $\eta_{s \text{ hac}} \approx 1,0$.

Onda qəbul etmək olar:

$$\eta_s = \eta_{s \text{ mex}} . \quad (10.7)$$

Hidrosilindrin güc balansını aşağıdakı kimi yazıla bilər:

$$N_{s \text{ gir}} = N_f + N_{sür} + N_a , \quad (10.8)$$

burada

- $N_{s \text{ gir}}$ – hidrosilindrə daxil olan işçi mayenin gücü;
- N_f – faydalı işə sərf edilən güc;
- $N_{sür}$ – sürtünməyə sərf edilən güc;
- N_a – boru xətlərindəki və axıtma xəttindəki və ya hidrosilindrdən xaric olarkən axının gücüdür.

– $N_f + N_{sür}$ – hidrosilindrin istifadə etdiyi gücdür.

Hidrosilindrin ümumi FİƏ-nın qiyməti onun faydalı işə sərf edilən gücün istifadə etdiyi gücünə nisbətində bərabərdir:

$$\eta_s = \eta_{sm} = \frac{N_f}{N_s} = \frac{(G + G_y)v}{(P_s - P_{aks})v} = \frac{G + G_y}{P_s - P_{aks}}, \quad (10.9)$$

burada G – porşen qrupun çəkisi, N, G_y – ştoka təsir edən faydalı yükün çəkisi, N; P_s – maye təsiri ilə porşenin yaratdığı qüvvə, N; P_{aks} – porşenin hərəkətinə əks təsir edən qüvvə, N.

Sürtünmə qüvvəsi T hidrosilindrə təsir edən qüvvələr balansından tapılır:

$$T = P_s - P_{aks} \pm (G + G_y). \quad (10.10)$$

(Ştokun aşağı hərəkətində " + ", yuxarı hərəkətdə " – " işarə qəbul edilir).

Hidrosilindr üfüqi yerləşdikdə G kəmiyyəti 0 qəbul edilir. G_y – ştoka təsir edən yüküdür (P_s qüvvəsi ilə eyni istiqamətdə olduqda " + ", əks istiqamətdə olduqda " – " işarə ilə yazılır).

Hidrosilindrin ştokunun sürəti kiçik olduğundan burada ştoka təsir edən *ətalət* qüvvələri nəzərə alınmayıb.

Hidrosilindrə təsir edən qüvvələr ştokun hərəkəti istiqamətindən asılı olaraq şəkil 10.3-də göstərildiyi kimi təsir edirlər.

3.5.2. Hidrosilindrin mexanik FİƏ təyini üçün sınaqlar

Sınaq aşağıdakı qaydada aparılır. Qidalandırıcı nasosu (3) işə salaraq porşeni ştokun bütün gediş yolu boyunca, onun G_y yükü ilə yükləndiyi halda bir neçə dəfə hərəkət etdirilir. Bu halda hidrosilindrə verilən maye sərfi Q_s -dir. Yoxlama sınaqları aparmazdan əvvəl porşen hər hansı bir kənar vəziyyətdə olmalı, sonradan elektrik saniyəölçəni (19) şəbəkəyə qoşaraq, hidropaylayıcı vasitəsilə (11) hidrosilindrin porşeni hərəkət etdirilir. Hidropaylayıcının (11) dəstəyi neytral vəziyyətdən yuxarı qaldırıldıqda ştok yuxarı, aşağı endirildikdə isə ştok aşağı hərəkət edəcək (şəkil 10.3).

Porşen kənar (son) vəziyyətə çatdıqda dayanır və saniyəölçənin avtomatik olaraq işi kəsilir, qidalandırıcı nasosun çıxışında təzyiq artdıqda qoruyucu klapan (10) açılır və bu zaman işçi maye hidrosilindrə daxil olmadan çənə (1) qayıdır.

Ştokun aşağı və yuxarı hərəkətində sınaq 3 dəfədən az olmayaraq aparılmalıdır.

Sınaq zamanı aşağıdakı göstəricilər (ölçülər) qeyd edilir:

– porşenin hərəkəti istiqaməti;

- porşen p_p (13) və ştok p_s (14) tərəfdəki təzyiqlər, MPa;
- yükün çəkisi G , N ($G + G_y \approx 200 + 3 \cdot 200 = 800$ N);
- ştokun hərəkət vaxtı τ (19), san;
- ştokun gediş yolu (17) l , m.

Bu ölçülər və qeydlər 10.2-ci sınaq cədvəlində yazılır.

Sınaqlar zamanı drossellər (12) və (14) tam açıq vəziyyətdə olmalıdırlar. (2) və (4) manometrlər nasosun girişində və yaratdığı təzyiqləri ölçmək üçündürlər, (7) və (9) manometrlər diafraqmalı sərfölçəndə (8) təzyiqlər düşküsünü təyin etmək üçündürlər.

Sınağın göstəriciləri

Cədvəl 10.2

<i>Göstəricilər</i>	<i>Sınaqlar</i>					
	<i>1</i>		<i>2</i>		<i>3</i>	
Porşenin hərəkət istiqaməti	<i>yuxarı</i>	<i>aşağı</i>	<i>yuxarı</i>	<i>aşağı</i>	<i>yuxarı</i>	<i>aşağı</i>
Porşen tərəfdəki təzyiq, p_p , MPa						
Ştok tərəfdəki təzyiq, p_s , MPa						
Ştokun hərəkəti vaxtı τ , san.						
Yükün çəkisi, $G+G_y$, N						
Porşenin gedişi l , m						

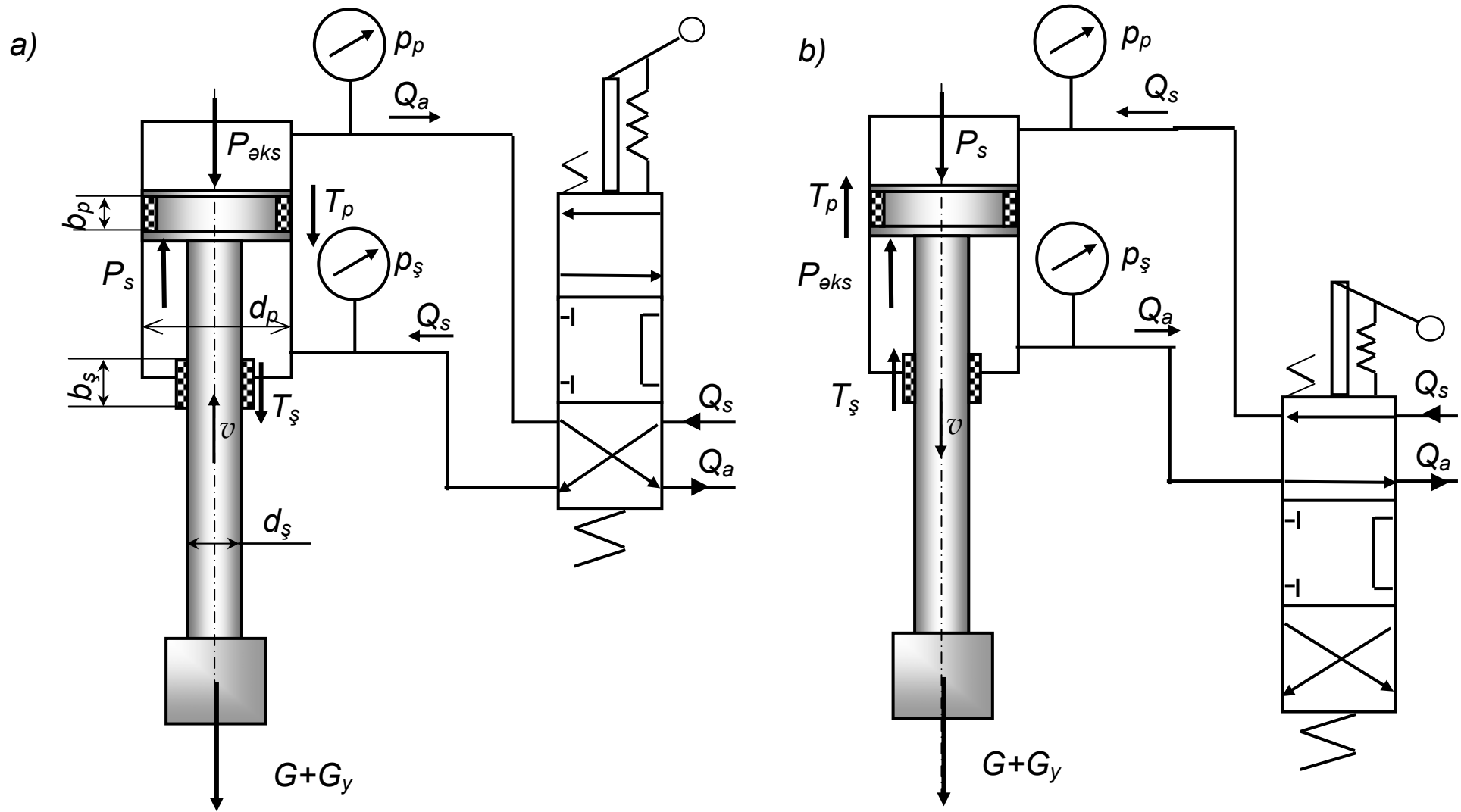
4. Sınaqların nəticələrinin işlənməsi

Hidrosilindrin ştokun hərəkətinin istiqamətindən asılı olaraq hesabatların düsturlar toplusu cədvəl 10.3-də verilir.

Bu cədvəldə $F = \frac{\pi d_p^2}{4}$ porşenin en kəsik sahəsi, $F' = \frac{\pi(d_p^2 - d_s^2)}{4}$

porşenin ştok tərəfdəki işçi sahəsidir.

Hesablamaların nəticələri 10.3-ci cədvəl formasında düsturların yerinə yazılır (hər üç sınaqlar üçün) və bir sınaq üçün 10.4 cədvəl doldurulur.



Şəkil 10.3. Hidravlik silindrdə ştokun hərəkət zamanı yaranan qüvvələr
a) yuxarı doğru istiqamətdə, b) aşağı doğru istiqamətdə

Sınağın nəticələrini hesablamaq üçün düsturlar

№	Göstəricilər	Porşenin hərəkəti	
		yuxarı doğru	aşağı doğru
1	Porşenin orta sürəti v , m/san	l / τ	
2	Hidrosilindrə verilən maye sərfi Q_s , m ³ /san	$F' \cdot v$	$F \cdot v$
3	Hidrosilindrdən çıxan maye sərfi Q_a , m ³ /san	$F \cdot v$	$F' \cdot v$
4	Porşeni hərəkət etdirən təzyiq qüvvəsi P_s , N	$p_s \cdot F'$	$p_p \cdot F$
5	Porşenin hərəkətinə əks təsir edən qüvvə P_{aks} , N	$p_p \cdot F$	$p_s \cdot F'$
6	Sürtünmə qüvvəsi T , N	$P_s - P_{aks} - (G + G_y)$	$P_s - P_{aks} + (G + G_y)$
7	Hidrosilindrə daxil olan güc, $N_{s\text{ gir}}, \text{ Vt}$	$P_s \cdot v$	
8	Sürtünmələrə sərf edilən güc, $N_{sür}, \text{ Vt}$	$T \cdot v$	
9	Hidrosilindrin faydalı gücü $N_f, \text{ Vt}$	$(G + G_y) \cdot v$	
10	Hidrosilindrin işlətdiyi güc, $N_s, \text{ Vt}$	$(P_s - P_{aks}) \cdot v$	
11	Hidrosilindrin mexanik FİƏ $\eta_{s\text{ mex}}$	N_f / N_s	

QEYD: hidrosilindrin mexanik FİƏ $\eta_{s\text{ mex}}$ kiçik qiymətə malik olmasının səbəbi sınağın nominal rejimdə aparılmamasıdır.

(Məsələn: $p_s = 10 \text{ MPa}$; $G = 2 \cdot 10^5 \text{ N}$ olduqda $\eta_{s\text{ mex}} \approx 0,98$ -dir).

Sınaqların ümumi nəticələri

Cədvəl 10.4

№	Göstəricilər	Nəticələr
1	Tərpənmə təzyiqi p_t , MPa	
2	Yüksüz gediş təzyiqi p_{yg} , MPa	
3	Xarici hermetiklik	
4	Sərf Q_s , dm ³ /san.	
5	Porşenin sürəti v , m/san.	
6	Sürtünmə qüvvəsi T , N	
7	Mexanik FİƏ $\eta_{s\,mex}$	
8	İşləmə qabiliyyəti	

QEYD: bu cədvəl bir sınaq üçün doldurulur.

ƏDƏBİYYAT

1. Qarayev M.A., Əzizov Ə.H. və b. «Hidravlik maşınlar və hidravlik intiqal» kursundan laboratoriya işlərinə rəhbərlik. ADNA, 1990, 87 s.
2. Караев М.А., Азизов А.Г. Руководство по лабораторным работам по гидромашинам и гидроприводу, часть 1, АзИУ, Баку 1992 г.
3. Азизов А.Г., Ахмедов А.С. Гидропривод и гидроавтоматика. (Лабораторный практикум) АГНА. Баку, 1998, 48 с.
4. Hüseynov S.O. və b. Hidravlika, hidravlik maşınlar və hidravlik sistemlər. Laboratoriya işləri. Bakı, 2004, 138 s.
5. Лабораторный курс гидравлики насосов и гидропередат. Под редакцией Руднева С.С. и Подвидза Л.Г. М.Машиностроение, 1974, 415 с.
6. Qarayev M.A., Məmmədov A.Q. Həcmi nasoslar. Azərb. NKİ, 1973, 104 s.
7. Qarayev M.A., Məmmədov A.Q. Kürəkli nasoslar, Azərb. NKİ, 1975, 54 s.
8. Башта Т.М., Руднев С.С. и др. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы. М.Машиностроение, 1982, 422 с.
9. Hüseynov S.O. və Quliyev A. H. Hidravlik maşınlar və hidravlik intiqallar. Bakı, 2000, 237 s.

İşarələr

b – dişli çarxın eni, m;	ν – kinematik özlülük
D, d – diametr, m;	əmsalı, m^2/san ;
F, f – sahələr, m^2 ;	Δ – mütləq xəta işarəsi;
G – yük, N, kN;	Δ – fərq işarəsi;
H – nasosun basqısı, m maye sütunu;	δ – nisbi xəta işarəsi;
K, P – qüvvə, N;	η – faydalı iş əmsalı;
Q – nasosun verimi, m^3/san ;	λ – hidravlik müqavimət əmsalı;
l – uzunluq, m;	α, β – bucaqlar;
m – modul, m;	ω – en kəsik sahə, m^2 ;
M – moment, Nm;	ω – bucaq sürəti, $1/\text{san}$;
n – dövrlər sayı, dövr/san;	μ – sərf əmsalı;
N – nasosun gücü, kVt;	ρ – sıxlıq, kg/m^3 ;
p – təzyiq, Pa, MPa;	Δz – məsafə, hündürlük, m;
P – qüvvə, N;	A – ampermetr;
S – gediş yolu, m;	$E.M.$ – elektrik mühərrik;
T – sürtünmə qüvvəsi, N;	QK – qoruyucu klapan;
t – temperatur, °S, K;	M – manometr;
v – sürət, m/san;	MV – manovakuummetr;
W – həcm, m^3 ;	N – nasos;
z – dişlərin sayı;	U – voltmetr.
τ – zaman, san;	V – vakuummetr;
ξ – yerli hidravlik müqavimət əmsalı;	W – vattmetr;

İndekslər

a – axıtma;

b – böhran;

c – cívə;

d, diaf – diafraqma;

d.b. – doymuş buxar;

e – elektrik;

əks – əks;

f – faydalı;

gir, g – giriş;

h – həqiqi;

h – hidravlik;

həc – həcmi;

i – işçi;

k – klapan;

max – maksimum;

mex – mexanik;

min – minimum;

n – nəzəri;

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;

y – yük.

ƏLAVƏLƏR

ƏLAVƏ 1

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.1

Müxtəlif sistemlərin ölçü vahidlərini Beynəlxalq ölçü vahidlərinə çevirmək üçün cədvəl

Parametrlər	Ölçmə vahidi	Ölçmə vahidin şərti 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 ² (Pa)	N/m ²	H/m ² (Па)	1 Pa
	Bar	bar	bar	бар	10 ⁵ Pa
	Texniki atmosfer	at	at və ya kgf/cm ²	am və ya кгс/см ² ; кГ/см ²	9,80665 · 10 ⁴ Pa

Ə.1 cədvəlinin davamı

Parametrlər	Ölçmə vahidi	Ölçmə vahidin şərti işarəsi			BS ölçü vahidlə qiyməti
		azərbaycanca	latınca	rusca	
Təzyiq	Fiziki atmosfer	atm	atm	атм	$1,01324 \cdot 10^5$ Pa
	Millimetr civə sütunu	mm civə süt.	mm Hg	мм рт. ст.	133,322 Pa
	Millimetr su sütunu	mm su süt.	mm H ₂ O	мм вод. ст.	9,80665 Pa
	Funt-qüvvə bölünsün kvadrat fut	—	lbf/ft ²	—	47,8803 Pa
	funt-qüvvə bölünsün kvadrat düym	—	lbf/in ²	—	6894,76 Pa
	Fut su sütunu	—	ft H ₂ O	—	2989,07 Pa
	Düym su sütunu	—	in H ₂ O	—	249,089 Pa
	Düym civə sütunu	—	in Hg	—	3386,39 Pa
	Pyeza	—	t/(m·s ²)	т/(м ·сек ²)	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.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) 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	B _T	1 Vt
	At qüvvəsi	—	—	л. с.	735,499 Vt (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	—	0,2931Vt

Ə.1 cədvəlinin davamı

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

Ə.1 cədvəlinin davamı

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

Ə.1 cədvəlinin davamı

Parametrlər	Ölçmə vahidi	Ölçmə vahidin şərti 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 kq·m /san ²)
	Kiloqram-qüvvə	kq; kQ	kgf	кгс; кГ	9,8066 N
	Paundal	–	pdl	–	0,1382 N
	Funt- qüvvə	–	lbt	–	4,4482 N
Sürət	Metr saniyədə	m/san	m/s	м/сек	1 m/san
	Fut saniyədə	–	ft/ s	–	0,3048 m/san
Xüsusi çəki	Nyuton bölünsün kub-metr	N /m ³	N /m ³	H/m ³	1 N/m ³
	Qram-qüvvə bölünsün santimetr-kub	qq/sm ³	–	гс/см ³	$9,8066 \cdot 10^3 \text{ N/m}^3$
	Kiloqram-qüvvə bölünsün metr-kub	kq /m ³ ; kQ /m ³	kgf/ m ³	кгс/m ³ ; кГ/m ³	9,8066 N/m ³
	Funt- qüvvə bölünsün kub-fut	–	lbf /ft ³	–	157,087 N/m ³
Təcil	Metr bölünsün saniyə kvadratda	m/san ²	m/ s ²	м/сек ²	1 m/san ²

Ə.1 cədvəlinin davamı

Parametrlər	Ölçmə vahidi	Ölçmə vahidin şərti işarəsi			BS ölçü vahidlə qiyməti
		azərbaycanca	latınca	rusca	
Təcil	Fut bölünsün saniyə kvadratda	–	ft / 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	$\text{Wt} / (\text{m}^2 \cdot \text{dər})$	$\text{W} / (\text{m}^2 \cdot \text{deg})$	$\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{град})$	$1 \text{ Wt} / (\text{m}^2 \cdot \text{dər})$
İstilik ötürmə əmsalı	Kilokalori bölünsün metr kvadrat -saat-dərəcə	$\text{kcal} / (\text{m}^2 \cdot \text{saat} \cdot \text{dər})$	$\text{kcal} / (\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{deg})$	$\text{ккал} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град})$	$1,1630 \text{ Wt} / (\text{m}^2 \cdot \text{dər})$
	Britaniya istilik vahidi bölünsün saniyə - kvadrat fut - Far. dər.	–	$\text{Btu} / (\text{s} \cdot \text{ft}^2 \cdot \text{deg F})$	–	$20441,7 \text{ Wt} / (\text{m}^2 \cdot \text{dər})$

Ə.1 cədvəlinin davamı

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

Cədvəl Ə. 2

Təzyiq ölçü vahidlər arasındakı əlaqələr

Ölçü vahidin adı	Ölçü vahidin işarəsi	Əvəz olunanın ölçü vahidinə keçmək üçün əlaqə əmsalları						
		Pa	MPa	at (kQ/sm ²)	atm	bar	mm cıvə süt.	m su süt.
Paskal	Pa (N/m ²)	1,0	1·10 ⁻⁶	1,02·10 ⁻⁵	9,869·10 ⁻⁶	1·10 ⁻⁵	0,007501	1,02·10 ⁻⁴
Meqapaskal	MPa	1·10 ⁶	1,0	10,197	9,869	10,0	7501,0	102
Texniki atmosfer	at. (kQ/sm ²)	98066,0	0,09807	1,0	0,9680	0,9807	735,55	10,0
Fiziki atmosfer	atm	101327,0	0,101327	1,033	1,0	1,013	760,0	10,33
Bar	bar	10 ⁵	0,1	1,0197	0,9869	1,0	750,06	10,2
Millimetr cıvə sütunu	mm cıvə süt.	133,32	1,333·10 ⁻⁴	0,001359	0,001316	0,00133	1,0	0,01359
Metr su sütunu	m su süt.	9806,8	9,807·10 ⁻⁴	0,100	0,09680	0,09807	73,56	1,0

ƏLAVƏ 2

MÜXTƏLİF MAYELƏRİN FİZİKİ VƏ KİMYƏVİ XASSƏLƏRİ

Cədvəl Ə. 3

Müxtəlif mayələr üçün həcmi elastiklik modulu
(atmosfer təzyiqdə və temperatur $t = 20^{\circ}\text{S}$ olduqda)

<i>Maye</i>	MPa
Yağ:	
Turbin – 30	1750
Sənaye – 20	1400
Sənaye – 50	1500
AMQ-10	1330
Kerosin T-1	1350
Distillə olunmuş su	2060

Cədvəl Ə. 4

Müxtəlif mayələrin doymuş buxarlar təzyiqinin
temperaturdan asılılığı,
(mm cıvə sütunu ilə)

<i>Maye</i>	<i>Temperatur, °S</i>						
	5	10	20	30	60	80	100
Su	6,6	8,85	17,5	55,3	14,9	355	760
Kerosin T-1			35	84	100	270	406
Yağ:							
AMΓ-10					3	6	13
Sənaye-20					1	2	3
Sənaye-50							1

Müxtəlif mayelər üçün sıxlığın və kinematik özlülüyn orta qiymətləri

Maye	Sıxlıq, kq/m ³		Kinematik özlülük, St (10 ⁻⁴ m ² /san)			
	Temperatur, °S					
	20	50	20	40	60	80
Su	998	—	0,010	0,0065	0,0047	0,0036
Neft Bakı,yüngül	884	—	0,25	—	—	—
Neft Bakı, ağır	924	—	1,4	—	—	—
Aviasiya benzini	745	—	0,0073	0,0059	0,0049	—
Kerosin T-1	808	—	0,025	0,018	0,012	0,010
Kerosin T-2	819	—	0,010	—	—	—
Dizel yanacağı	846	—	0,28	0,12	—	—
Qliserin	1245	—	9,7	3,3	0,88	0,38
Civə	13550	—	0,0016	0,0014	0,0010	—
Yağ:						
gənəgərçək	960	—	15,0	3,5	0,88	0,35
transformator	884	880	0,28	0,13	0,076	0,084
АМГ-10	—	850	0,17	0,11	0,085	0,065
İy (ox) yağı АУ	—	892	0,48	0,19	0,098	0,059
Sənaye - И12	—	883	0,48	0,19	0,098	0,059
Sənaye - И 20	—	891	0,85	0,33	0,14	0,080
Sənaye - И 30	—	901	1,8	0,56	0,21	0,11
Sənaye - И 50	—	910	5,3	1,1	0,38	0,16
turbin	—	900	0,97	0,38	0,16	0,088
Avtotraktor АКИ-10	—	898	5,0	1,1	0,45	0,20

ƏLAVƏ 3

MƏRKƏZDƏNQAÇMA NASOSLARIN ƏVƏZOLUNMASI CƏDVƏLLƏRİ

Cədvəl Ə.6

Konsol tipli nasoslar

1973-ci ildən	1982 -ci ildən	1990 -cı ildən
1.5K-6	K 8/18	K 50-32-125
1.5KM-6	KM 8/18	KM 50-32-125
2K-6	K 20/30	K 50-32- 125
2KM-6	KM 20/30	K 65-50-160
2K-9	K 45/30	KM 65-50-160
3K-6	K 45/55	K 80-65-160
3KM-6	KM 45/55	K 80-50-200
4K-12	K 90/35	KM 80-50-200
4KM-12	KM 90/35	K 100-80-160
4K-8	K 90/55	KM 100-80-160
4KM-8	KM 90/55	K 100-65-200
4K-6	K 90/85	KM-100-65-200
4KM-6	KM 90/85	K 100-65-250
6KM-12	K 160/20	KM 100-65-250
6K-8	K 160/30	K 150- 125-250
8K-12	K 290/30	KM 150-125-250

Hermetik nasoslar

1973-ci ildən	1982 -ci ildən	1990 -cı ildən
ЦНГ-70М-1	1,5ХГ-6К-2,8	1ЦГ6,3/20К-1,1 1ЦГ6,3/32К-2,2
ЦНГ-70М-2	1.5ХГ-6Х3-К-4	1ЦГ6,3/32К-2,2
ЦНГ-68	2ХГ-3К-14	1ЦГ12,5/50К-4 2ЦГ 25/50К-5.5
ЦНГ-69	3ХГ-69-14	1ЦГ25/80К-11
ЦНГ-71	4ХГ-12К-14	4ЦГ50/50К-11
ЦНГ-70М-1	1,5ХГ-6К-2,8	1ЦГ6,3/20К-1,1 1ЦГ6,3/32К-2,2
ЦНГ-70М-2	1.5ХГ-6Х3-К-4	1ЦГ6,3/32К-2,2
ЦНГ-68	2ХГ-3К-14	1ЦГ12,5/50К-4 2ЦГ 25/50К-5.5

Üfüqi tipli nasoslar

1973-ci ildən	1982 -ci ildən	1990 -cı ildən
5НДВ	Д 200-36	Д 200-36
4НДВ	Д 200-95	1Д 200-90
6НДВ	Д 320-50	1Д315-50
6 НДС	Д 320-70	1Д315-71
10Д6	Д 500-65	1Д 500-63
8НДВ	Д 630-90	1Д 630-90
12Д9	Д 800-57	1Д 800-56
12 НДС	Д 1250-65	1Д 1250-63
14Д6	Д 1250-125	1Д 1250-125
14 НДС	Д 1600-90	1Д 1600-90
16НДВ	Д2000-21	АД 2000-21 -2
20Д6	Д 2000-1 00	АД 2000- 100-2
18 НДС	Д 2000-62	АД 2500-62-2
20НДВ	Д 3200-33	АД 3200-33-2
20 НДС	Д 3200-75	АД 3200-75-2
22 НДС	Д 4000-95	АД 4000-95-2
24НДВ	Д 5000-32	АД 6300-27-3
24 НДС	Д 6300-80	АД 6300-80-2

Kimyəvi nasoslar

1973-ci ildən	1982 -ci ildən	1990 -cı ildən
1.5X-6	X8/18	X 50-32-125
2X-9	X20/18	X 65-50-125
2X-6	X20/31	X 65-50- 160
3X-9	X45/31	X 80-65-160
3X-6	X45/54	X 80-50-200
4X-12	X90-33	X 100-80-160
4X-9	X90/49	X 100-65-200
4X-6	X90/85	X 100-65-250
—	X90/140	X 100-65-315
6X-9	X 160/29	X 150-125-315
5X-12	X 160/49	X 150-1 25-400
8X-12	X280/29	X 200-150-315
—	X3/40	AX 40-25-160
1,5X-4	AX8/30	AX 50-32-160
—	X8/60	AX 50-32-200
2X-6	AX20/31	AX 65-50-160
2X-4	AX20/53	AX 65-40-200
3X-9	AX45/31	AX 100-65-315
3AX-6	AX45/54	AX 100-65-400
—	AX90/19	AX 125-80-250
4AX-12	AX90/33	AX 125- 100-3 15
4AX-9	AX90/49	AX 125- 100-400
—	AX280/42	AX 200- 150-400
—	AX500/37	AX 250-200-315
—	AXΠ8/40	AXΠ50-32-200
—	AXΠ20/31	AXΠ65-50-160
—	AXΠ45/54	AXΠ 100-65-400

Çirkab sular üçün nasoslar

1973-ci ildən	1982 -ci ildən	1990 -cı ildən
ФГ 14,5/10	СД 16/10	СМ 80-50-200/4
ФГ 25, 5/14,5	СД 25/14	СМ 100-65-200/4
ФГ 16/27	СД 16/25	СМ 80-50-200a/2
–	СД 32/40	СМ 80-50-200/2
ФГ57,7/9,5	СД 50/10	СМ 100-65-200/4
ФГ51/58	СД 50/56	СМ 100-65-200/2
ФГ81/18	СД80/18	СМ 125-80-315a/4
ФГ 81/31	СД 80/32	СМ 125-80-315/4
ФГ 11 5/38	СД 100/40	СМ 100-65-200/2
ФГ 144/46	СД 160/45	СМ 150-125-315/4
ФГ 2 16/24	СД 250/22,5	СМ 150-125-315/3/4
ФГ 450/22, 5	СД 450/22,5	СМ 250-200-400/6
ФГ 450/57,5	СД 450/56	СМ 200- 150-500/3/4
ФГ 450/95	СД 450/95	СМ 200- 150-500/4
ФГ 800/33	СД 800/32	СМ 250-200-400/4
16ФВ-18	ФВ2700/26.5	СДВ2700/26,5
24ФВ-13	ФВ4000/28	СДВ4000/28
26ФВ-22	ФВ7200/29	СДВ7200/29
30ФВ-17	ФВ9000/45	СДВ9000/45
ФГ 14,5/10	СД 16/10	СМ 80-50-200/4
ФГ 25, 5/14,5	СД 25/14	СМ 100-65-200/4
ФГ 16/27	СД 16/25	СМ 80-50-200a/2
–	СД 32/40	СМ 80-50-200/2
ФГ57,7/9,5	СД 50/10	СМ 100-65-200/4
ФГ51/58	СД 50/56	СМ 100-65-200/2
ФГ81/18	СД 80/18	СМ 125-80-315a/4
ФГ 81/31	СД 80/32	СМ 125-80-315/4

**Доцент, к.т.н. Азизов Азизага Гамид оглы,
профессор, д.т.н. Рагимов Ариф Махи оглы,
инженер Агаммедова Севда Алипаша кызы.**

**Лабораторный практикум по курсу
«Гидравлические машины»
(на азербайджанском языке). Учебное пособие.
АГНА, Баку, 2007.
119 с.**