

2-ci FƏSİL

MAGİSTRAL NEFT-QAZ KƏMƏRLƏRİNİN NASOS VƏ KOMPRESSOR QURĞULARI

Artıq qeyd olunduğu kimi neft qaz kəmərlərinin əsas tərkib hissələrinə boru xəttləri ilə yanaşı neft və neft məhsullarının nəqli üçün tikilən nasos stansiyaları və qazların nəqlini həyata keçirən kompressor stansiyaları da aiddir.

Nasos və kompressor stansiyalarının enerji daşıyıcılarının nəqlində vacibliyini və boru kəmərləri ilə birgə hidrodinamik sistem təşkil etdiyini nəzərə alaraq bu fəsildə onlar haqqında qısa da olsa məlumat verilmişdir.

2.1. Magistral neft və neft məhsulları kəmərlərinin nasoslari

2.1.1. Nasoslar və onların təsnifatı

Mayenin hündürlüyə qaldırılması və ya onun bir yerdən başqa yerə nəql edilməsi üçün tətbiq edilən hidravlik maşınlara *nasos* deyilir.

Nasoslar mühərrikdən alınan mexaniki enerjini vurulan mayenin mexaniki enerjisinə, yəni potensial təzyiq $\left(\frac{p}{\rho g} + z\right)$ və kinetik vəziyyət $\left(\frac{v^2}{2g}\right)$ enerjisinə çevirir.

Nasoslar iş prinsipi və konstruktiv quruluşlarına görə bir-birindən fərqlənir və müxtəlif mayelərin (su, neft, neft məhsulları və s.) vurulması (nəql edilməsi) üçün istifadə olunur.

Təsir prinsipinə görə nasoslar iki qrupa bölünür: *həcmi (sıxıdırma) və kürəkli nasoslar*.

Həcmi nasoslar iş prosesi zamanı təzyiq enerjisini ($\frac{P}{\rho g}$) dəyişdirir.

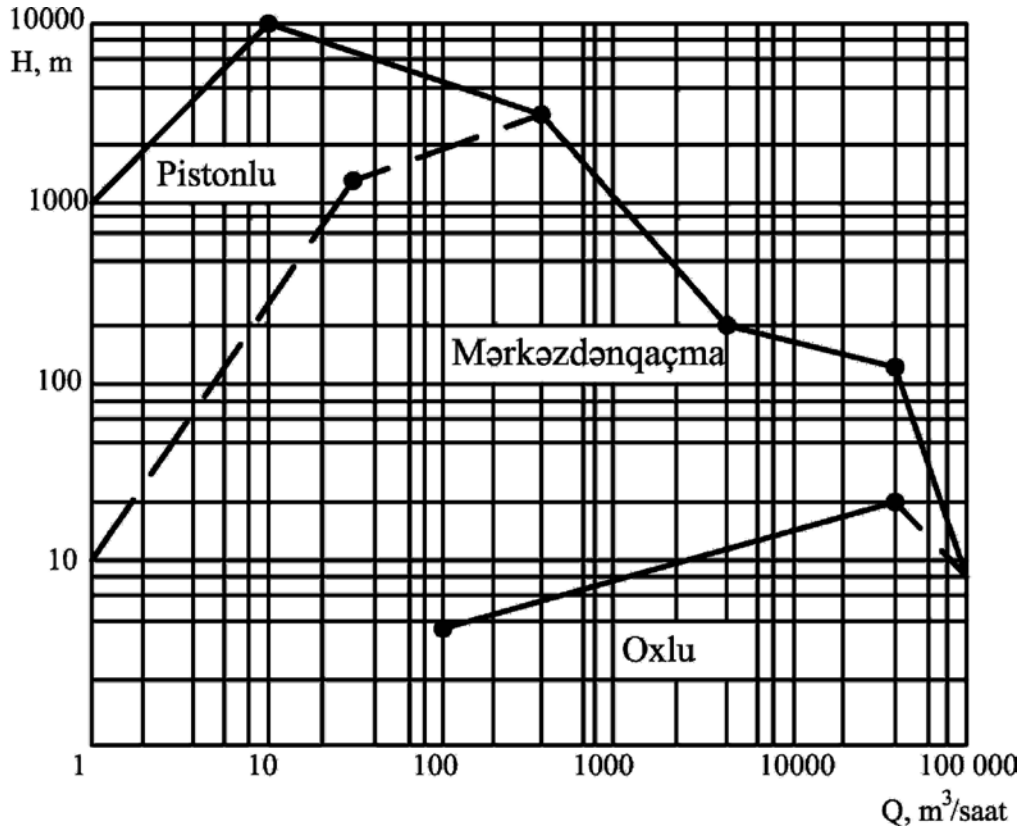
Bunlara pistonlu (və ya porşenli) və rotorlu nasoslar aiddir.

Pistonlu nasoslar da öz növbəsində pistonlu və plunjerli olur. Rotorlu nasoslar qrupuna isə lövhəli, dişli çarxlı, vintli, pistoncuqlu və s. tipli nasoslar daxildir.

Kürəkli nasoslar təzyiq və kinetik enerjinin cəmini ($\frac{P}{\rho g} + \frac{v^2}{2g}$) dəyişdirir..

Bu tip nasoslara mərkəzdənqaçma və oxlu (propellerli) nasoslar aiddir.

Müxtəlif tipli nasosların tətbiq sahəsi ($H - Q$) loqarifmik koordinatlarında şəkil 2.1- də göstərilmişdir.



Şəkil 2.1. Müxtəlif tipli nasosların tətbiq sahələri

2.1.2. Nasosların energetik göstəriciləri (hidravliki parametrləri)

Təsir prinsipi və təyinatından asılı olmayaraq nasosların əsas energetik göstəriciləri və ya hidravliki parametrləri verim, basqı və ya təzyiq, güc və f.i.ə hesab edilir. Mərkəzdənqaçma nasosları üçün qeyd olunan parametrlərdən əlavə tezgedişlilik əmsalı və buraxıla bilən kavitasiya ehtiyatı göstəriciləri də nəzərə alınmalıdır.

- **Nasosun verimi**, yaxud **məhsuldarlığı** vahid zaman ərzində onun basqılı boru kəmərinə verdiyi mayenin miqdarına deyilir və m^3/s , $m^3/dəq$, $m^3/saat$, yaxud l/s ilə ölçülür. Nasosun verimini çəki miqdarı ilə (G) ifadə etmək zərurəti olduqda həcm miqdarını (Q) mayenin xüsusi çəkisinə (γ) vurmaq lazımdır ($G = \gamma \cdot Q$).

- **Nasosun yaratdığı basqı**, yəni mayenin nasosun girişi və çıxışında tam xüsusi enerjisinin fərqi, vurulan maye sütunu (metrlə) ifadə olunur. Basqı, mayenin Z hündürlüyə qalxmasına (mayenin qəbul çənindəki səviyyəsindən vurma borusundan çıxma nöqtəsinədək), sorma və vurma boru kəmərlərinin uclarındakı təzyiqlər fərqinin $(\frac{P_2 - P_1}{\rho g})$ və kəmərlərdəki hidravliki müqavimətlərin ($\sum h_{\text{cop}}$ və $\sum h_{\text{byp}}$) dəf edilməsinə sərf olunur.

$$H = Z + \frac{P_2 - P_1}{\rho g} + \sum h_{\text{cop}} + \sum h_{\text{byp}}$$

Sorma və vurma boru kəmərləri üçün hidravliki müqavimətlər ($\sum h_{\text{cop}}$ və $\sum h_{\text{byp}}$) ayrıca təyin edilir. Ona görə ki, bu boru xətlərində maye hərəkətinin sürəti və kəmərlərin diametri çox vaxt müxtəlif olur.

Adətən, nasos qurğusu işləyən zaman nasosun yaratdığı tam basqı manometr və vakuometrın göstəricisinə əsasən aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$H = h_{man} + h_{vak} \pm \Delta h + \frac{v_{vur}^2 - v_{sor}^2}{2g},$$

burada h_{man} və h_{vak} - uyğun olaraq manometrin ($10 \cdot P_{man}$) və vakuometrin su sütununun ($10 \cdot P_{vak}$) göstəricisi, m -lə; Δh - manometr və vakuometr birləşən nöqtələr arasında şaquli məsafə; v_{sor} və v_{vur} - uyğun olaraq manometr və vakuometr borucuqları birləşən yerlərdə mayenin m/s ilə sürətidir. Əgər manometr nasosun oxundan aşağıda yerləşərsə, onda Δh kəmiyyəti mənfi qiymətdə olacaqdır.

Manometr və vakuometrin göstəriciləri (metr su sütunu ilə ifadə olunmuş) və bu cihazların birləşdiyi nöqtələr arasındakı şaquli məsafə nasosun *manometrik basqısı* adlanır.

$$H_{man} = h_{man} + h_{vak} \pm \Delta h$$

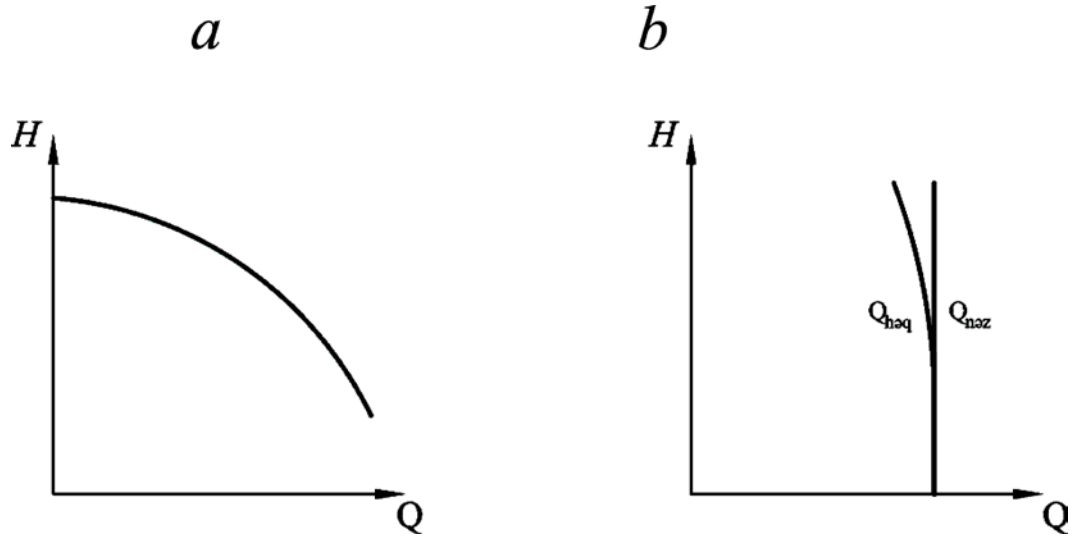
Deməli, nasosun yaratdığı tam basqı aşağıdakı kimi olacaqdır:

$$H = H_{man} + \frac{v_{vur}^2 - v_{sor}^2}{2g}$$

Əgər sorma və vurma boru xətlərinin diametrləri eyni olarsa, onda $v_{vur} = v_{sor}$ olduğundan nasosun yaratdığı tam basqı manometrik basqıya ($H = H_{man}$) bərabər olacaqdır.

Basqının verimdən asılılığı müxtəlif nasoslar üçün bir-birindən fərqlənir. Məsələn, neftqazçıxarmada geniş tətbiq olunan mərkəzdənqaçma (a) və porşenli (b) nasosların $H - Q$ işçi xarakteristikaları şəkil 2.2- də verilmişdir.

- **Nasosun gücü** vahid zamanda onun gördüyü işdir. Nasosların istismarı prosesində əsasən isə onların sınaqdan keçirilməsi zamanı nasosun və bütün nasos qurğusunun faydalı gücünü, nasosun valına düşən gücü, nasos və nasos qurğusunun tələb etdiyi gücü təyin etmək vacibdir.



Şəkil 2.2. Mərkəzdəqaçma (a) və porşenli (b) nasosların işçi xarakteristikası

- **Nasosun faydalı gücü** (N) onun basqı xəttindən çıxan mayenin malik olduğu gücdür. Bu güc $N = Q \cdot P = \rho g Q H$ kimi təyin edilir. Nasos qurğusunun faydalı gücü isə ($N_{n.q.}$) uyğun olaraq $N_{n.q.} = \rho g Q H_{n.q.}$ kimi tapılır. Burada $H_{n.q.}$ - nasos qurğusunun yaratdığı tam basqıdır.

- **Nasos valına düşən güc** (N_v) onun faydalı gücündən (N) iş zamanı enerji itkisi olduğundan həmişə çox olur. Nasosun valına düşən gücü adətən stendlərdə valda burucu momenti ölçmək yolu ilə müəyyən edirlər. İstismar zamanı nasosun valına düşən gücü ölçmək çox çətin olduğu üçün ölçmə əməliyyatı aparılmır.

- **Nasosun f.i.ə.** (η) onun faydalı gücünün vala düşən gücə nisbəti olub vahidin hissələri və ya faizlə ifadə olunur:

$$\eta = N / N_v$$

Nasosun f.i.ə. onun hidravliki və mexaniki hissələrinin təkmillik dərəcəsini göstərdiyi üçün f.i.ə-nı qiymətləndirdikdə aşağıdakı ifadədən də istifadə edilir:

$$\eta = \eta_0 \eta_h \eta_m,$$

burada η_0 - həcmi f.i.ə (müxtəlif dərəcəli maye sızmaları hesabına baş verən enerji itkisi); η_h - hidravliki f.i.ə (maye nasosdan keçdikdə hidraliki müqavimətləri dəf etmək üçün enerji itkisi); η_m - mexaniki f.i.ə. (mexaniki enerjinin itkiləri).

Nasosun valına düşən güc adətən aşağıdakı kimi hesablanır:

$$N_v = N_{t.o} \eta_{m\psi} \cdot \eta_{\text{ют}},$$

burada $N_{t.o}$ - nasosun mühərikinin tələb olunan gücü; $\eta_{m\psi}$ - mühərrikin f.i.ə.; $\eta_{\text{ют}}$ - mühərrikdən nasosa ötürmənin f.i.ə.

Əgər elektrik mühərriki ilə ötürmə tətbiq olunursa, onda elektrik cərəyanının gücü və ya elektrik enerjisinin sərfi, daxili yanma mühərriki olduqda isə yanacağın sərfi təyin olunmalıdır.

Porşenli nasosların istismarı zamanı isə əsas göstərici indikator gücü (N_i) hesab olunur. Bu güc daxili güc olub nasosun porşeni ilə mayeyə verilən gücü xarakterizə edir və nasosun valına düşən gücdən asılı olaraq $N_i = N_v \cdot \eta_{mex}$ ifadəsinə əsasən tapılır.

Porşenli nasoslar üçün indikator f.i.ə. (η_i) aşağıdakı ifadəyə əsasən təyin edilir:

$$\eta_i = N / N_i = \eta_0 \cdot \eta_h$$

• **Nasosun tezgedişlilik əmsalı** (n_s) və ya xüsusi tezgedişlilik 0,075 m³/s verimində 1m basqı yaradan nasosa həndəsi oxşar olan modelin fırlanma tezliyidir.

$$n_s = 3,65n \frac{\sqrt{Q}}{H^{3/4}}$$

Bu ifadəyə əsasən n_s -in qiyməti maksimal f.i.ə. rejimi, nasosun su ilə işləyən halı üçün hesablanır. Göründüyü kimi Q və H -in eyni qiymətlərində

n_s -i böyük olan nasosların fırlanma tezliyi də çox olmalıdır. Bu cür nasoslar kiçik ölçülü olacaqdır. Eyni fırlanma tezlikli və verimli nasoslardan n_s - i böyük olan nasos aşağı basqı ilə işləyəcək. Eyni fırlanma tezliyinə və basqıya malik olan nasoslardan n_s -i çox olan nasosun verimi daha çox olacaqdır.

- **Buraxılabilən kavitasiya ehtiyatı** (Δh_{bb}) nasosun girişində mayenin doymuş buxar elastikliyi təzyiqindən artıq olması tələb olunan minimal xüsusi izafi enerjisidir (metrlə ölçülür.) Başqa sözlə nasosda zərərli kavitasiya hadisəsinin baş verməməsi üçün girişdə yaradılan basqı gərək mayenin buxar elastikliyinə Δh_{bb} qədər çox olsun.

Əgər maye axınında hər hansı bir yerdə mütləq təzyiq doymuş buxar elastikliyi təzyiqindən az olarsa, onda mayədə qabarcıqlar-boşluqlar əmələ gələcək və onları mayenin öz buxarları və hava dolduracaq ki, bu da adətən kavitasiya hadisəsinə gətirib çıxarır. Kavitasiyanın baş verməsi isə bir qayda olaraq səs, vibrasiya və boru divarının erroziya dağılması ilə müşahidə olunur.

Bu baxımdan buraxılabilən sorma hündürlüyü və ya minimal basqı (H_s) aşağıdakı kimi qiymətləndirilə bilər:

$$H_s = \frac{P_a}{\rho g} - \frac{P_{\text{bux.el}}}{\rho g} - \Delta h_{bb} - h_w,$$

burada P_a - qəbul çənində mayenin səthindəki mütləq təzyiq; $P_{\text{bux.el}}$ - nəql temperaturunda mayenin buxar elastikliyi təzyiqi; Δh_{bb} - buraxıla bilən kavitasiya ehtiyatı; h_w – sorma borusunda basqı itkisidir.

Qeyd etmək lazımdır ki, H_s -nin işarəsi müsbət olarsa-sorma hündürlüyünə; mənfi olduqda isə basqıaltı hündürlüyə uyğun gəlir. Praktikada əsasən mayelər bağlı çənlərdən nəql olunduğu üçün, yəni, $P_a = P_{\text{bux.el}}$ olduğunu nəzərə alsaq, buraxıla bilən sorma hündürlüyünün ifadəsi aşağıdakı kimi olacaqdır:

$$H_s = -(\Delta h_{bb} + h_w)$$

O hallarda ki, nasosun girişində təzyiqlik atmosfer təzyiqlindən çoxdur (basqıaltı), onda nasosun kavitasiasız iş rejimi həyata keçirilən, girişdəki minimal izafı basqı aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$H_{1b.b} = \frac{P_{bux.el}}{\rho g} + \frac{P_b}{\rho g} + \Delta h_{bb} - \frac{v_s^2}{2g}, \quad (2.1)$$

burada P_b - barometrik təzyiqlidir. Manometrin $H_{1b.b}$ -ə uyğun gələn və metrle ifadə olunan minimal göstərişi:

$$H_{min} = H_{1b.b} \pm h_m \quad (2.2)$$

burada h_m -manometrin sıfırının nasosun oxuna nəzərən hansı hündürlükdə yerləşməsini göstərir (əgər nasosun oxundan yuxarıda olarsa, işarə müsbət, əks halda isə mənfi götürülür).

Nasosun girişində təzyiqlik atmosfer təzyiqlindən az olduqda ən çox buraxılabilən genişlənmə-vakuum (H_{vak}) nasosun oxuna nəzərən aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$H_{vak} = \frac{P_s}{\rho g} - \frac{P_{bux.el}}{\rho g} - \Delta h_{bb} + \frac{v_s^2}{2g} \quad (2.3)$$

Bu zaman vakuometrin H_{vak} -a uyğun gələn maksimal göstəricisi (H_{max}):

$$V_{max} = H_{vak} \pm h_v, \quad (2.4)$$

burada h_v - vakuometrin sıfırının nasosun oxundan hansı hündürlükdə olmasını göstərir (yuxarı-müsbət, aşağı-mənfi).

Beləliklə, (2.1) və (2.3) ifadələri aparat və nasosların qurğuda yerləşməsi sxemlərinin hündürlüyünü, (2.2) və (2.4) isə, nasosların kavitasiasız iş rejimlərinin təmini üçün basqıaltılı olduqda – minimal, genişlənmə halında isə vakuometrin maksimal göstəricisidir.

Neft və neft məhsullarını boru kəmərləri ilə uzaq məsafəyə nəql edən əsas nasoslara aşağıdakı tələblər qoyulur:

- nisbətən yüksək basqıların təmin olunması;
- verimin yüksək olması;
- kifayət qədər sərfəliliyi (maksimal mümkün olan f.i.ə);
- fasiləsiz işinin etibarlılığı və uzun müddətliliyi;
- mühərriklərin fırlanma maksimal tezliklərindən istifadə olunması;
- yığılması, sökülməsinin rahat və tez olması;
- kompakt olması.

Yuxarıda qeyd olunan tələbatlara ən yaxşı cavab verən mərkəzdənqaçma nasosları hesab edilir.

Mərkəzdənqaçma nasoslarından fərqli olaraq porşenli nasoslar magistral neft və neft məhsulları kəmərlərində az tətbiq olunur. Bu nasoslar əsasən yüksək özlülüklü mayeləri (gül, sement məhlulu, mexaniki qarışığı olan çirkli mayeləri və s.) nəql etmək üçün istifadə olunur.

Kompakt magistral mərkəzdənqaçma nasosları valın maksimal mümkün olan fırlanma tezliyinə (3000 dövr/dəq) layihələndirilir. Valın fırlanma tezliyinin çoxalması ilə nasosa daxil olan mayenin sürəti artır ki, bunun nəticəsində kavitasiya hadisəsi, hətta nasosun işinin dayanması halı da baş verə bilər. Bunun qarşısını almaq üçün əsas mərkəzdənqaçma nasoslarının istismarı zamanı onların girişində müəyyən basqı yaratmaq lazımdır. Bu məqsədlə basqıaltı ilə işləyən köməkçi nasoslardan istifadə olunur. Bu nasoslar neft və neft məhsulları çənləri ilə əsas nasoslar arasında quraşdırılır və beləliklə, kavitasiya hadisəsinin yaranmasının qarşısı alınır.

Əsas nasosla köməkçi nasosun verimi eyni olmalıdır. Yaxşı sorma qabiliyyəti yaratmaq məqsədilə köməkçi nasoslar bir qayda olaraq nisbətən valın kiçik fırlanma tezliyində (730-1450 dövr/dəq) istismar edilir və imkan daxilində onları qidalandıran çənlərə yaxın yerləşdirilir.

Magistral neft kəmərlərində istifadə olunan nasosların işi il ərzində istismar xərclərinin əsas tərkib hissəsini, yəni tələb olunan elektrik enerjisini təyin edir. Odur ki, onların istismarı zamanı əsas diqqət mümkün olan maksimal f.i.ə. əldə olunmasına verilməlidir. Belə ki, f.i.ə-nın 2-5% artırılması il ərzində əhəmiyyətli qənaət əldə olunması deməkdir. Məsələn, əgər bir nasosun tələb etdiyi güc 1500 kvv, ildə iş günlərinin sayı -350 və 1 kvv.saat enerjinin təqribən 0,05 manat dəyərində qiymətləndirildiyini qəbul etsək və nəzərə alsaq ki, ardıcıl birləşdirilmiş 3 nasos işləyir, onda f.i.ə-nın 2% artması zamanı illik mənfəət aşağıdakı kimi olacaqdır:

$$1500 \cdot 350 \cdot 24 \cdot 0,05 \cdot 0,02 \cdot 3 = 38300 \text{man}$$

2.1.3. Mərkəzdənqaçma nasoslarının iş rejimləri

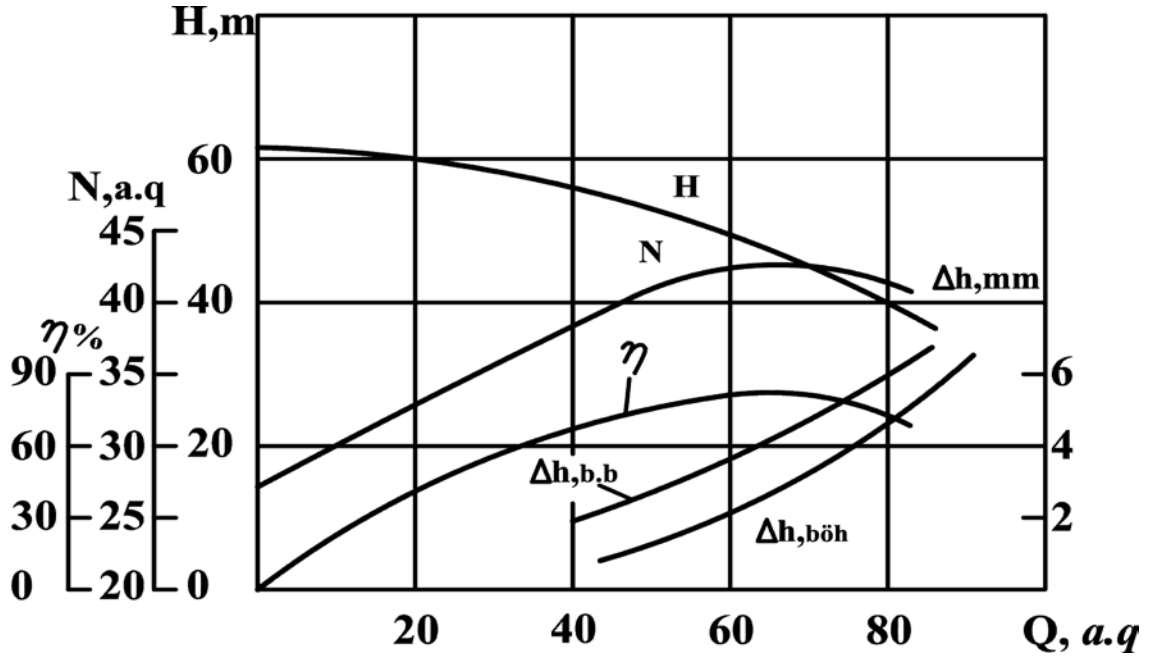
2.1.3.1. İş xarakteristikası

Mərkəzdənqaçma nasosu f.i.ə-nın maksimal qiymətində, yəni həcmi verimin və basqının müyyən qiymətlərinə uyğun rejimdə istismar edilməlidir. Ancaq praktikada nasoslar başqa rejimlərdə də işləyir. Ona görə də basqının, gücün və f.i.ə verilən fırlanma tezliyində nasosun verimindən asılılığının təyininin zərurililiyi yaranır. Bu asılılıqlar şəkil 2.3-də göstərilmişdir və nasosun xarakteristikası adlanır.

Adətən, şəkil 2.3-də göstərilən xarakteristikada qeyd olunanlardan başqa qrafikdə buraxıla bilən və böhran kavitasiya ehtiyatları (Δh_{bb} və $\Delta h_{\text{солл}}$) da göstərilir. Bu xarakteristikaları nasosu hazırlayan zavod verir və onlar mütləq nasosun pasportunda, kataloq və preyskurantlarda göstərilir. Mərkəzdənqaçma nasoslarının xarakteristikalarının böyük əhəmiyyəti vardır.

Bu xarakteristikalar verilən şəraitdə işləmək üçün nasosun seçilməsinə imkan verir, onun mümkün iş rejimlərini göstərir. Nəqlin istismar rejimlərinin analitik hesablanması məqsədilə mərkəzdənqaçma nasosunun $Q-H$ xarakteristikasını aşağıdakı kimi ifadə etmək olar:

$$H = a - b \cdot Q^2, \quad (2.5)$$



Şəkil 2.3. Mərkəzdənqaçma nasosunun xarakteristikası

harada ki, a və b -sabit əmsallar olub nasosun pasport xarakteristikasına əsasən müəyyən edilir. Ümumiyyətlə, (2.5) ifadəsində a əmsalı nasosun işə başlayan anda, bağlı siyirtmə halında ($Q = 0$) yaratdığı basqını ($a = H_{b,s}$), b əmsalı isə $(H - Q)$ əyrisinin dikliyini xarakterizə edir və xarakteristikanın işçi hissəsinə əsasən seçilir.

Həllin rahatlığı və hesablamanın dəqiqliyini artırmaq üçün $H = a - bQ^{2-m}$ ifadəsindən istifadə olunur. Burada m - hərəkət rejiminə əsasən seçilir.

Nasosun $(\eta - Q)$ xarakteristikasını aşağıdakı asılılıqla ifadə etmək olar:

$$\eta = kQ - k_1 Q^2, \quad (2.6)$$

harada ki, k və k_1 - nasosun pasport xarakteristikasından təyin edilən sabit əmsallardır.

Nasosun f.i.ə.-nı aşağıdakı kimi də ifadə etmək olar.

$$\eta / \eta_{\max} = 2Q / Q_{\text{nom}} - (Q / Q_{\text{nom}})^2, \quad (2.7)$$

harada ki, η_{\max} – nasosun nominal verimində (Q_{nom}) f.i.ə.-nin maksimal qiymətidir. (2.6) və (2.7) ifadələrini müqayisə etdikdə alırıq.

$$k = \frac{2\eta_{\max}}{Q_{\text{nom}}} ; \quad k_1 = \frac{\eta_{\max}}{Q_{\text{nom}}^2}$$

2.1.3.2. Universal xarakteristikalar

Nasosun universal xarakteristikası onun istismar xüsusiyyətləri haqqında tam məlumat verir və iş rejiminin istənilən nöqtəsini tapmağa imkan yaradır.

Mərkəzdənqaçma nasosunun işçi xarakteristikalarını iki üsulla dəyişmək olar:

- fırlanma tezliyini tənzimləməklə;
- nasosun işçi çarxının xarici diametrini azaltmaqla (yonmaqla).

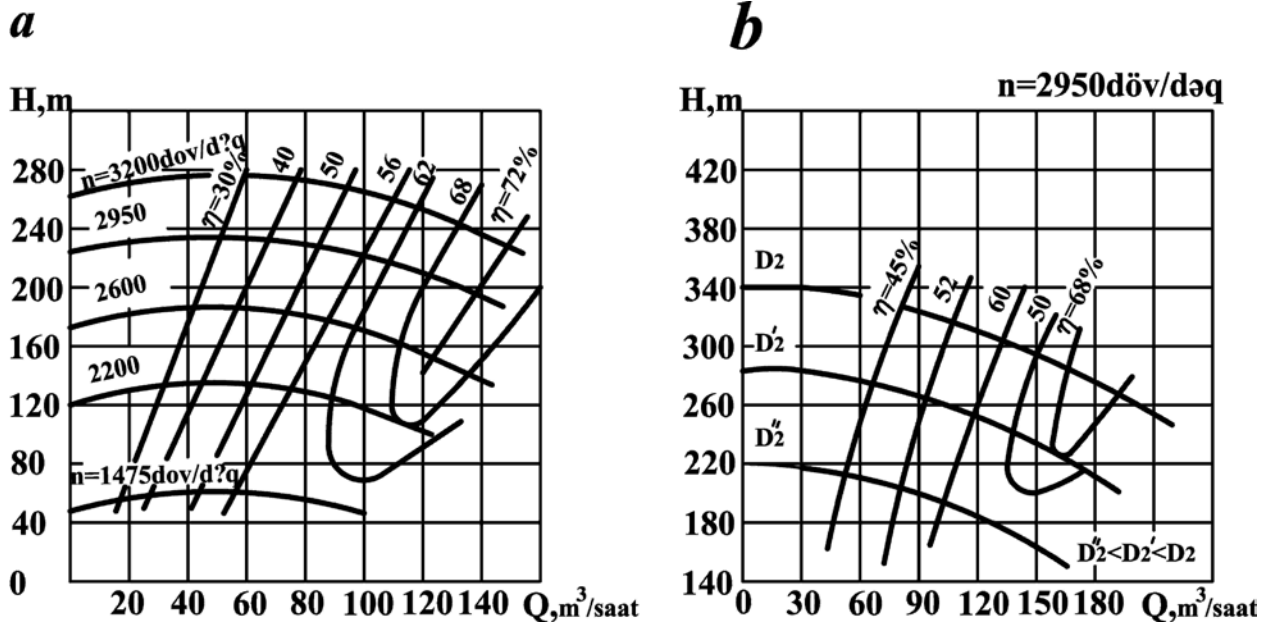
1-ci üsulun mahiyyəti hidravlik oxşarlıq qanunlarına görə verim, basqı və gücün məlum qiymətlərini yenidən hesablamaqdan ibarətdir.

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{n}{n_1} ; \quad \frac{N}{N_1} = \left(\frac{n}{n_1} \right)^3,$$

$$\frac{H}{H_1} = \left(\frac{n}{n_1} \right)^2 ; \quad \frac{\Delta h}{\Delta h_1} = \left(\frac{n}{n_1} \right)^2, \quad (2.8)$$

burada $Q, H, N, \Delta h$ -valın n fırlanma tezliyində nasosun işinin göstəriciləri; $Q_1, H_1, N_1, \Delta h_1 - n_1$ fırlanma tezliyindəki göstəricilərdir.

(2.8) ifadəsinin köməyi ilə və bir fırlanma tezliyində nasosun məlum xarakteristikasına əsasən onun digər fırlanma tezliyinə uyğun xarakteristikasını hesablamaq olar (şəkil 2.4, a).



Şəkil 2.4. Dəyişən (a) və sabit (b) fırlanma tezliyində nasosun universal xarakteristikası

Bu zaman valın fırlanma tezliyinin artması ilə nasosun f.i.ə bir qədər artır. Nasosda hidravliki itkilər isə gücə mütənasib olaraq dəyişir.

Nasosun valının fırlanma tezliyi çoxaldıqda sorma borusunda mayenin hərəkət sürəti də uyğun olaraq artır və nəticə etibarilə kavitasiya hadisəsinə də səbəb ola bilər. Ona görə də fırlanma tezliyinin böyük qiymətinə yenidən hesablama apardıqda buraxıla bilən sorma hündürlüyünü yoxlamaq vacibdir.

Nasosun ikinci universal xarakteristikası valın verilən sabit fırlanma tezliyində işçi çarxın xarici diametrinin dəyişilməsi zamanı əldə olunur. Nasosun ikinci universal xarakteristikası valın verilən sabit fırlanma tezliyində

də işçi çarxın xarici diametrinin dəyişilməsi zamanı əldə olunur.

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{D_2}{D_2^1} ; \frac{H}{H_1} = \left(\frac{D_2}{D_2^1}\right)^2 ; \frac{N}{N_1} = \left(\frac{D_2}{D_2^1}\right)^2 \quad (2.9)$$

burada Q, N, H - nasosun çarxının nominal xarici diametrində (D_2) onun işinin göstəriciləri; Q_1, N_1, H_1 ,- çarxın diametrinin D_2^1 qiymətində nasosun işinin göstəriciləridir. Bu halda xarakteristikada sabit f.i.ə-nın xətləri də çəkilir. (şəkil 2.4, b).

2.1.3.3. Özlülü mayelərin nəqli zamanı nasosların xarakteristikalarının dəyişməsi

Nasosların hazırlandığı zavodların stendləri onların ancaq su ilə sınağını nəzərdə tutduğu üçün nasosun pasportunda xarakteristikalar 20⁰S-də suyun özlülüyünə görə ($\nu = 0,01 \text{ sm}^2/\text{s}$) göstərilir.

Özlülü mayelərin nəqli zamanı maksimal f.i.ə. rejimində nasosun basqısı və verimi suyun nəqli zamanı olan qiymətdən az olur.

Hətta nasosun su ilə işləyən zaman məlum olan xarakteristikasına istinad edərək tək-cə nəzəri nəticələr əsasında özlülü maye nəql edən nasosun xarakteristikasını müəyyən etmək mümkün deyil.

Özlülü mayeləri nəql edən nasosun xarakteristikasını düzləndirici əmsalların köməyi ilə su ilə olan xarakteristikanı yenidən hesablamaqla qururlar. Bunun üçün bir neçə üsul mövcuddur. Ən çox yayılan üsul M.D.Auzenşteyn tərəfindən təklif olunan üsuldur. Valın sabit fırlanma bucaq sürətində və neftin və ya neft məhsulunun dəyişən qiymətində özlülük çoxaldıqca (Q-H) əyrisi aşağı düşür, ancaq bağlı siyirtmə halına uyğun gələn basqı demək olar ki, dəyişməz qalır.

Valın sabit fırlanma tezliyində və mayenin özlülüyü artdıqda (Q-H) əyrisi elə azalır ki, maksimal f.i.ə rejimində tezgedişlilik əmsalı sabit qalır.

$$\sqrt{Q_{su}} / H_{su}^{3/4} = \sqrt{Q_n} / H_n^{3/4},$$

burada Q_{su} , H_{su} , Q_n , H_n - uyğun olaraq su və neft üçün verim və basqıdır. Sonuncu ifadədən,

$$Q_{su} / Q_n = (H_{su} / H_n)^{3/2} \quad (2.10)$$

(2.10) ifadəsi göstərir ki, hesablamalar üçün özlülü mayenin nəqli zamanı basqı və verim üçün təkcə bir təcrübi düzəldici əmsal vacibdir. İkinci əmsal (2.10) ifadəsinə əsasən hesablanı bilər. Lakin praktikada özlülü maye ilə işlədikdə nasosun verimi, basqısı və f.i.ə.-ni K_Q , K_H , K_η düzləndirici əmsallarının köməyi ilə təyin edirlər.

$$Q_n = K_Q \cdot Q_{su} ; H_n = K_H H_{su} ; \eta_n = K_\eta \cdot \eta_{su}$$

Kavitasiyadan buraxılabilən ehtiyat basqısını (Δh_{bb}) da düzləndirici $K_{\Delta h}$ əmsalının köməyi ilə hesablamaq olar:

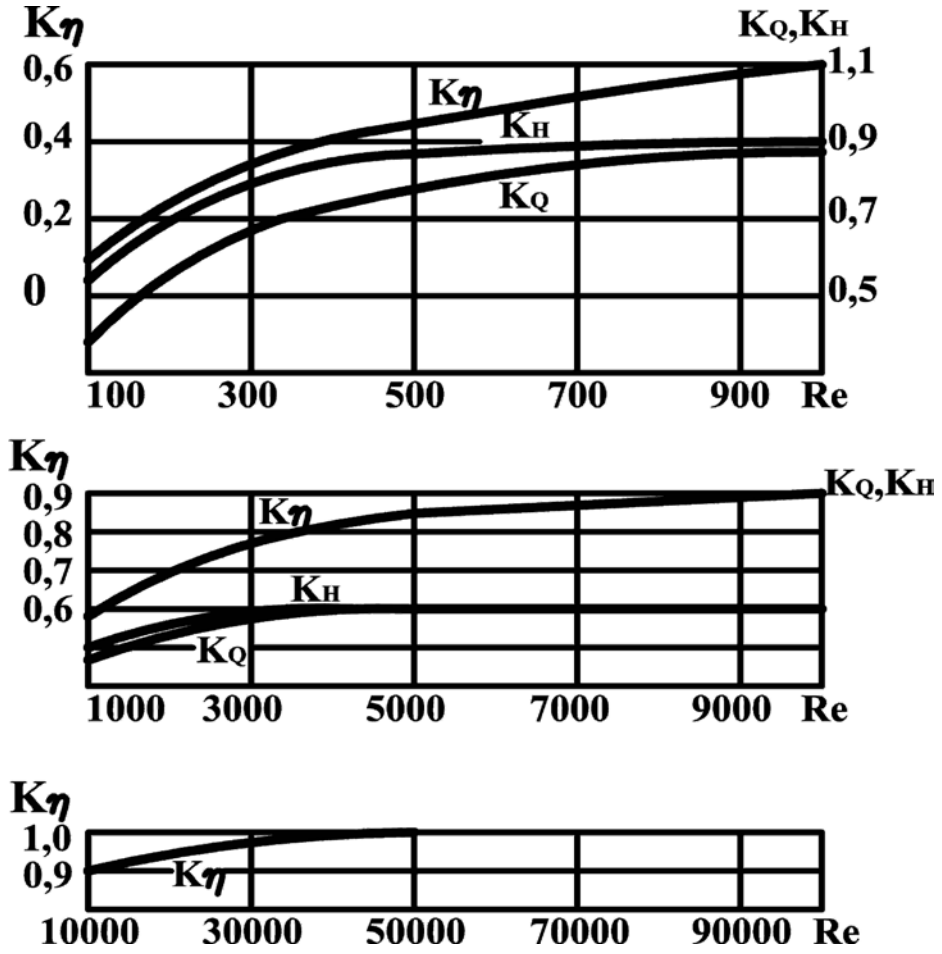
$$\Delta h_{bbn} = k_{\Delta h} \cdot \Delta h_{bb}$$

Tədqiqatlar göstərir ki, K_Q , K_H , K_η , $K_{\Delta h}$ düzləndirici əmsallarını $Q = (0,8 \div 1,2)Q_{nom}$ diapazonunda sabit qəbul etmək olar (burada Q_{nom} – nasosun optimal verimidir) K_Q , K_H və K_η əmsallarını şəkil 2.5-də göstərilən qrafiklərə əsasən təyin edirlər.

Nasosun girişində xüsusi enerjinin lazım olan izafi qiymətini təyin etmək üçün düzləndirici əmsalın Reynolds ədəmindən asılılığı şəkil 2.6-da göstərilmişdir.

Düzləndirici əmsalları təyin etmək üçün lazım olan Reynolds ədədini $R_e = Q_{nom} / (D_{ekv} \cdot \nu_t)$ ifadəsinə əsasən təyin edirlər.

Burada ν_t – nəql temperaturunda mayenin kinematik özlülüyü; D_{ekv} - işçi çarxının ekvivalent diametridir.

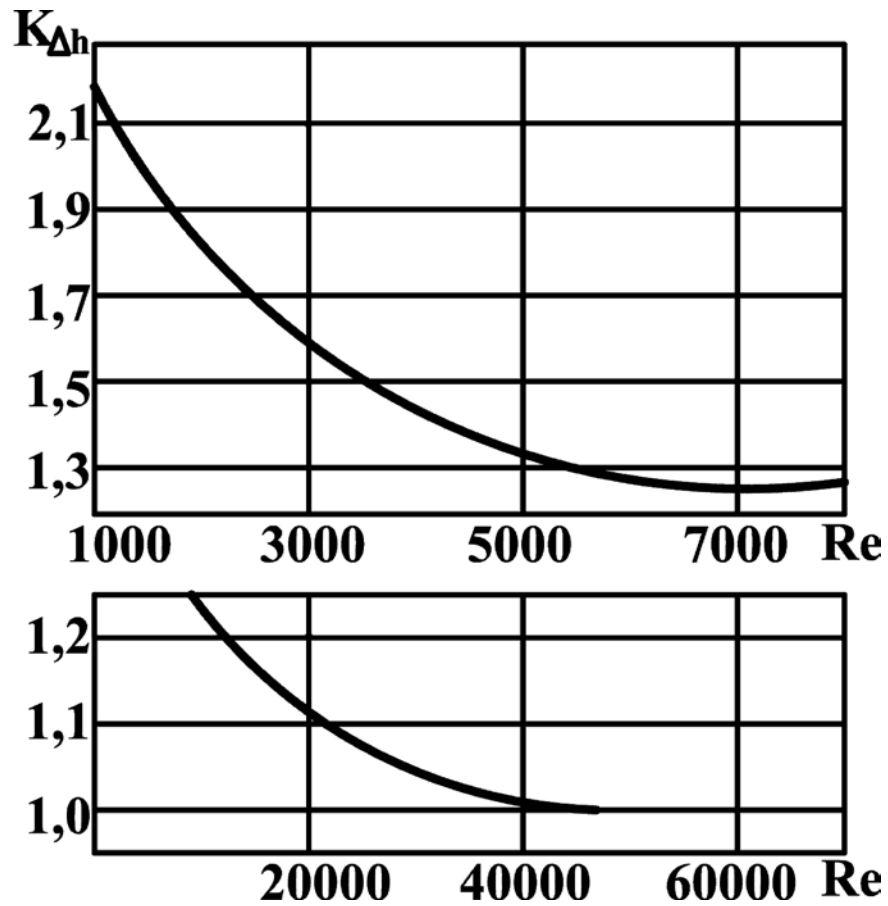


Şəkil 2.5. Düzləndirici əmsalların Reynolds ədədindən asılılığı

$$D_{ekv} = 2\sqrt{D_2 \cdot b_2 \psi},$$

burada D_2 -işçi çarxının xarici diametri, m ; b_2 -xarici diametrdə işçi çarxının kürəyinin eni, m ; ψ -çıxışda kürəyin kanallarının en kəsiyinin sıxılma əmsalıdır ($\psi = 0,9 \div 0,95$).

$Re > 7 \cdot 10^3$ olduqda K_Q və K_H əmsalları vahiddən az fərqlənir, yəni sudan neftə keçəndə hidravliki itkilər çox az artır.



Şəkil 2.6. $K_{\Delta h} = f(Re)$ asılılıqları (nasosun girişində)

k_{η} əmsalı isə Reynolds ədədinin bu qiymətlərində vahiddən xeyli fərqlənir, ancaq $Re=5 \cdot 10^4$ qiymətində k_{η} əmsalı vahidə uyğun gəlir.

Qeyd etmək lazımdır ki, açıq neft məhsulları (benzin, dizel yanacağı və s.) üçün özlülük suyun özlülüyündən az fərqləndiyi üçün nasosların xarakteristikası praktiki olaraq dəyişməz qalır.

2.1.3.4. Boru kəmərinə işləyən nasosların işçi rejimlərinin təyini

Mərkəzdənqaçma nasosunun iş rejimi həmişə boru kəmərinin hidravliki xarakteristikası ilə əlaqəli baxılmalıdır. Nasosun işçi rejimini təyin etmək üçün ən əlverişli üsul onun kəmərlə birgə xarakteristikasını eyni miqyasda quraraq qrafiki yolla ($Q - H$) əyrlərinin kəsişmə nöqtəsinin tapılmasıdır.

Boru kəmərinin hidravliki xarakteristikası kəmərlə mayeni nəql etmək üçün lazım olan tam basqının (h), sərfdən (Q) asılılığını nəzərdə tutur. **Tam basqı** aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$h = h_g + h_{h.i} + h_i,$$

burada h_g – geodezik hündürlük hesabına yaranan basqı ; $h_{h.i}$ -hidravliki müqaviməti dəf edən basqı; h_i -kəmərin sonunda izafi təzyiqli müəyyən edən basqıdır.

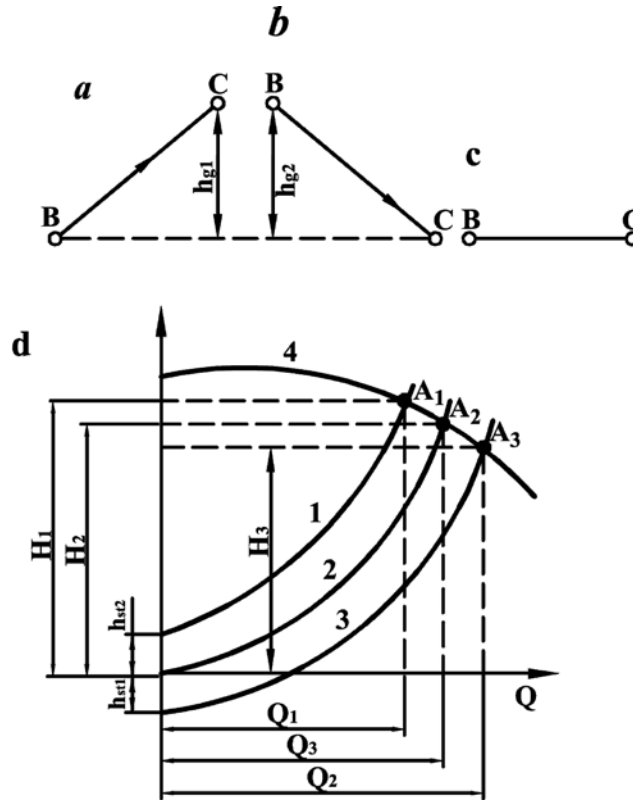
Boru kəmərinə hidravliki müqaviməti dəf edən basqı sərfdən asılıdır. ($h_g + h_i$) isə statik basqını xarakterizə edir və sərfdən asılı deyil. Statik basqı müsbət (şəkil 2.7, a.), mənfi (şəkil 2.7, b) və ya sıfıra bərabər (şəkil 2.7, c) ola bilər.

Onda tam basqı

$$h = h_{st} + fQ^{2-m},$$

harada ki,

$$f = \beta \frac{v^m \cdot L}{D^{5-m}}; \quad \beta = \frac{8A}{4^m \pi^{2-m} \cdot g}$$



Şəkil 2.7. Boru kəməri və mərkəzdənqaçma nasosunun cəm xarakteristikaları

1 – h_{g1} hündürlüyünə qaldıran zaman kəmərin xarakteristikası (a); 2 – h_{g2} mailliyi olduqda kəmərin xarakteristikası (b); 3 – horizontal boru kəmərinin xarakteristikası (c); 4 – mərkəzdənqaçma nasosun xarakteristikası

m , A və β kəmiyyətlərinin qiymətləri cədvəl 2.1- də göstərilmişdir.

Cədvəl 2.1

m , A və β kəmiyyətlərinin qiymətləri
(λ -hidravliki müqavimət əmsəlidir)

<i>Axın rejimi</i>	m	A	β
<i>Laminar</i>	1	64	$128/\pi g$
<i>Turbulent (Blazius zonası)</i>	0,25	0,3164	$0,242/ g$
<i>Turbulent (kvadratik sürtünmə zonası)</i>	0	λ	$8\lambda/(\pi^2 g)$

Horizontal boru kəməri üçün ($h_{st} = 0, h_i \approx 0$) hidravliki xarakteristika koordinat başlanğıcından keçən əyridir (şəkil 2.7, d, 3 əyrisi). Bu zaman nasosun işçi rejimi 3 əyrisi ilə (Q-H)-ın kəsişməsindən alınan A_3 nöqtəsi ilə təyin edilir.

Əgər müqavimətdən əlavə nasos h_{g1} hündürlüyünü də dəf etməlidirsə, onda boru kəmərinin hidravliki xarakteristikası statik basqı (h_{st1}) ilə 3 əyrisinin ordinatını xarakterizə edən basqı ilə toplamaq yolu ilə alınır (şəkil 2.7,d, 1 əyrisi).

Əgər C məntəqəsi nasos stansiyasından aşağı yerləşibsə (şəkil 2.7, b), onda nasosun tam basqısı B və C nöqtələrinin geodezik hündürlüklərinin fərqi qədər azalacaq, yəni sərflərin müəyyən qiymətlərində boru xəttində maye öz-özünə axacaqdır. Bu halda boru kəmərinin hidravliki xarakteristikasını 3 əyrisinin ordinatlarından h_{st2} -nin qiymətini çıxmaqla almaq olar (şəkil 2.7, d, 2 əyrisi).

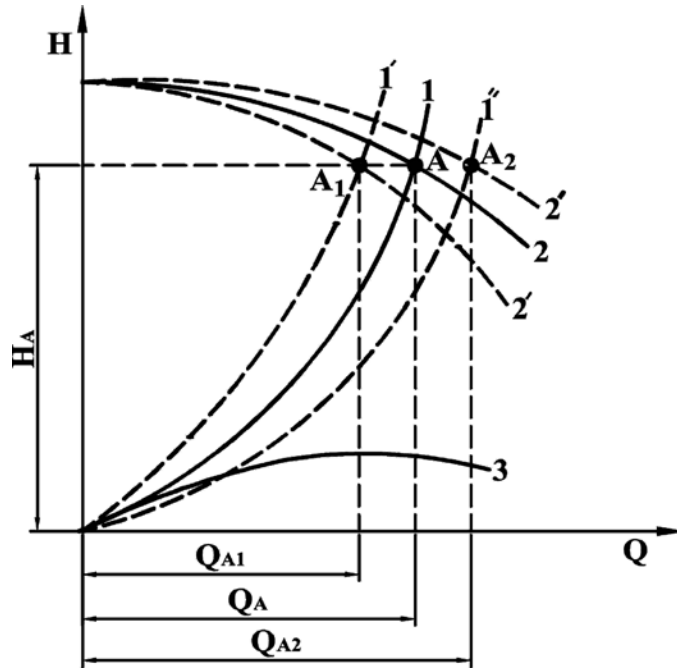
Öz növbəsində $h_{st2} = h_{g2} - h_i$. Hər iki halda nasosun iş rejimi uyğun olaraq 1 və 2 əyrilərinin ($Q-H$) əyrisi ilə kəsişməsindən alınan A_1 və A_2 nöqtələri ilə müəyyən ediləcəkdir.

Nasosun iş rejiminin dəyişmə səbəbləri nəql olunan mayenin dəyişdirilməsi, mayenin temperaturunun mövsümi dəyişməsi və müxtəlif nəql texnologiyaları ola bilər.

Tutaq ki, maye horizontal boru kəməri ilə nəql edilir və şəkil 2.8- də 1 əyrisi bu kəmərin orta illik temperaturu və basdırılma dərinliyi üzrə hidravliki xarakteristikasıdır.

Nəql edilən mayeyə uyğun gələn nasosun xarakteristikası isə şəkildə 2 əyrisi ilə göstərilmişdir. Bu zaman A nöqtəsi nasosun verilən boru kəmərinə işçi rejimini (H_A, Q_A) xarakterizə edən nöqtə olacaqdır. Qış sezonu mayenin

özlülüğü çox olduğu üçün işçi nöqtəsi A_1 nöqtəsinə yerini dəyişəcəkdir (bu nöqtə boru kəmərinin 1' və nasosun 2' xarakteristikalarının kəsişmə nöqtəsidir).



Şəkil 2.8. Nəql olunan mayenin temperaturunun dəyişməsinin boru kəmərinin iş rejiminə təsiri

Yay sezonunda isə əksinə özlülük azaldığı üçün işçi nöqtə A_2 vəziyyətinə-boru kəmərinin 1'' və nasosun 2'' xarakteristikalarının kəsişmə nöqtəsinə yerini dəyişəcəkdir. Sözsüz ki, bu zaman verilən boru kəməri üçün düzgün seçilmiş nasos üçün f.i.ə-nın maksimal qiyməti (3 əyrisi) Q_{A1} və Q_{A2} sərfələrinin arasında olan bir sərfə uyğun gələcəkdir.

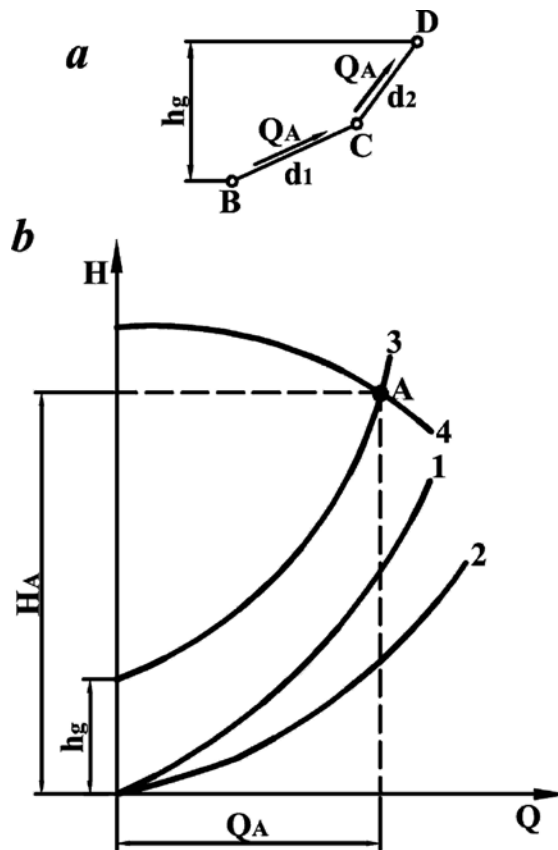
Yuxarıda işçi nöqtəsinin təyini üçün qeyd olunan metod, əgər 1 nasos sabit diametrlili 1 boru kəmərinə işləyirsə, çox sadədir. Ancaq praktikada böyük basqı və ya sərfin əldə olunması üçün bir neçə nasosdan istifadə olunur.

Bundan əlavə, boru kəmərinin özü də müxtəlif diametrlili və geodezik hündürlüyə malik yerlərdə yerləşən bir neçə hissələrdən də ibarət ola bilər.

Hətta yol boyu boru kəmərinə atqı və qoşqu xətləri də mövcud ola bilər. Bütün bu hallarda boru kəmərinin xarakteristikasının qurulması hər bir nasosun və nasos stansiyasının iş rejiminin təyini daha da çətinləşir.

Bəzi hallara baxaq:

- Boru kəməri diametrləri d_1 və d_2 olan iki ardıcıl birləşdirilmiş hissələrdən ibarətdir (şəkil 2.9, a).



Şəkil 2.9. Mərkəzdənqaçma nasosun və ardıcıl birləşmiş hissələri olan boru kəmərinin birgə xarakteristikası

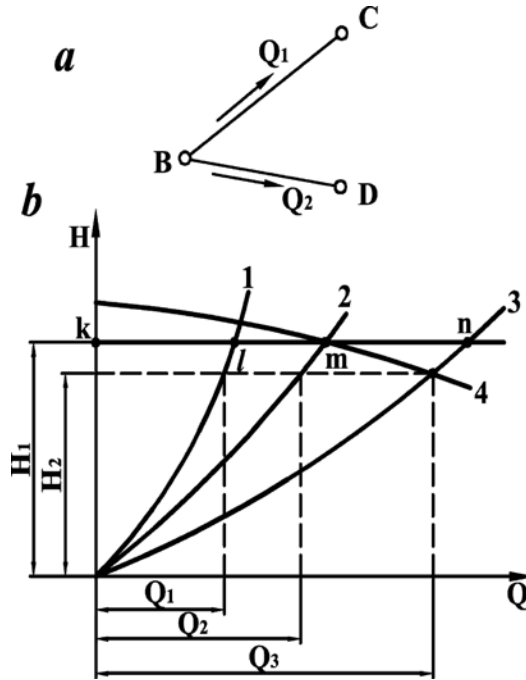
a – boru kəmərinin sxemi; b– işçi nöqtəsinin qrafiki təyini

Maye B məntəqəsindən D məntəqəsinə nəql olunur. Geodezik hündürlüklər fərqi h_g təşkil edir.

Boru kəmərinin 1-ci hissəsinin xarakteristikası 1 əyrisi 2-ci hissənin - 2 əyrisi ilə verilmişdir (şəkil 2.9, b).

- BD boru kəmərinin cəm hidravliki xarakteristikası (3 əyrisi) eyni verimdə 1 və 2 əyriələrinin, həmçinin h_{st} –statik basqısının toplanması ilə alınır. İşçi nöqtə (A), $(h-Q)$ və $(H-Q)$ əyriələrinin kəsişməsinə görə təyin edilir (3 və 4 əyriələri).

- Boru kəməri müxtəlif diametrlili və uzunluqlu iki paralel BC və BD hissələrindən ibarətdir. C və D mənəqələri nasos quraşdırılması mənəqəsi ilə eyni səviyyədə yerləşib (şəkil 2.10, a).



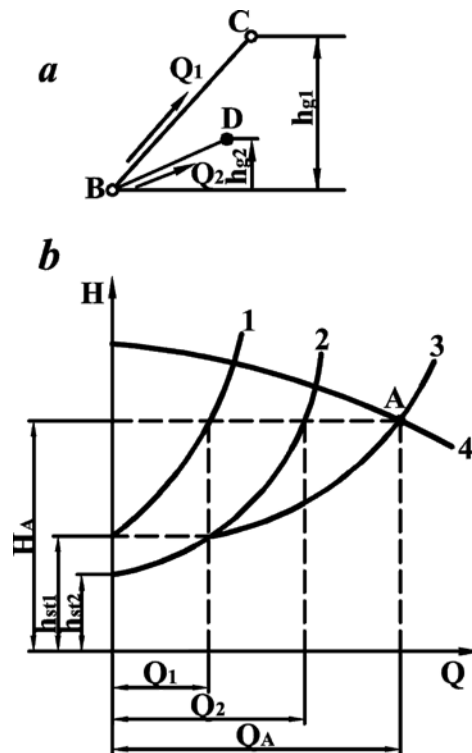
Şəkil 2.10. Mərkəzdənqaçma nasosun və müxtəlif uzunluqlu və diametrlili paralel birləşmiş hissələri olan boru kəmərinin cəm xarakteristikası

a, b – şəkil 2.9-da olduğu kimidir

Şəkil 2.10, b-də 1 əyrisi BC hissəsini, 2 əyrisi isə BD hissəsinin hid-

ravliki xarakteristikasıdır. Boru kəmərinin cəm xarakteristikası (3 əyrisi) eyni basqılar üçün hər iki xarakteristikasının toplanması ilə alınır. Məsələn, H_1 basqısında kl və km parçaları – uyğun sərlər toplanır və bu basqıda cəm sərf $kn = kl + km$ parçasına uyğun gəlir. Bu qayda ilə bütün basqılar diapazonu üçün cəm sərlər müəyyən edilir. İşçi A nöqtəsi cəm 3 əyrisi ilə 4 xarakteristikasının kəsişməsinə görə təyin edilir. Bu zaman boru kəmərindeki sərf A rejimində H_A basqısının əyrisi ilə boru kəmərinin müvafiq hissələrinin xarakteristikalarının kəsişməsinə əsasən müəyyən edilir. Q_A verimi boru kəmərinin BC və BD hissələrinin uyğun Q_1 və Q_2 sərlərinin cəminə bərabərdir.

- Boru kəməri (şəkil 2.11, a) başlanğıc B məntəqəsindən uyğun olaraq h_{g1} və h_{g2} hündürlükdə yerləşən C və D son məntəqələrindən ibarətdir.



Şəkil 2.11. Nivelir

hündürlükləri

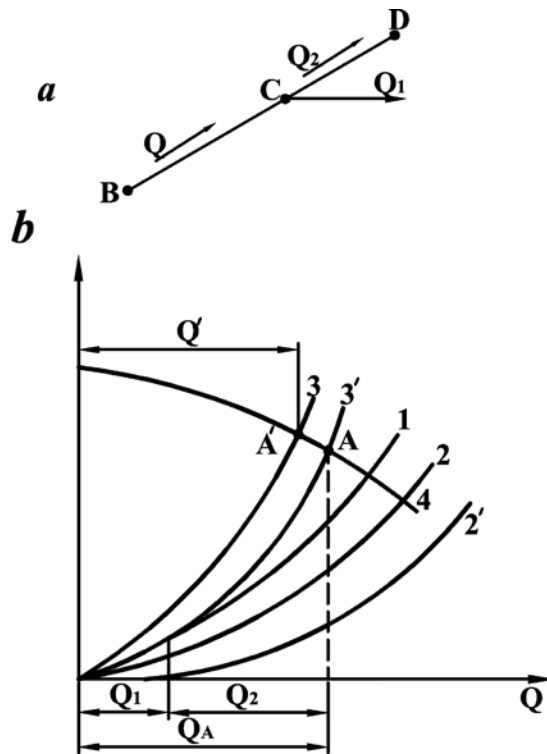
nəzərə alınmaqla

iş rejimi qrafikləri

a, b – şəkil 2.9- da olduğu kimidir

Bu halda boru kəmərinin cəm hidravliki xarakteristikasının və işçi nöqtəsinin təyin olunma qaydası bundan əvvəlki hallarda göstərilən kimidir.

• Boru kəməri (şəkil 2.12, a) başlanğıc *B* məntəqəsindən müəyyən məsafədə sabit Q_1 sərfinə malik *C* atqı xəttinə (məntəqəsinə) malikdir. Nasosun işçi rejimini təyin etmək üçün boru kəmərinin *BC* hissəsinin hidravliki xarakteristikasını (şəkil 2.12, b, 1 əyrisi) sərfin bütün dəyişmə



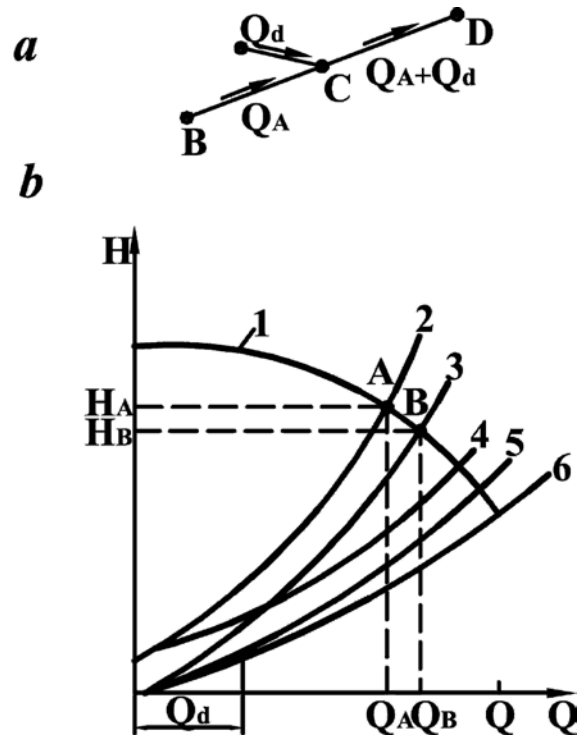
Şəkil 2.12. Atqı xətti olduqda mərkəzdənqaçma nasosunun iş rejimi

a, b – şəkil 2.9- da olduğu kimidir

diapazonu üçün və *CD* hissəsinin hidravliki xarakteristikasını (2 əyrisi) qurmaq zəruridir. *BC* və *CD* hissələri ardıcıl birləşdiyi üçün 1 və 2 əyrilərinin ordinatlarını topladıqda sərfin eyni qiyməti üçün *BD* boru kəmərinin *C*

məntəqəsindəki atqısız hidravliki xarakteristikasını (3 əyrisi) alırıq. A' nöqtəsi atqısız BD boru xəttinə işləyən zaman nasosun iş rejimini təyin edir. Sonra CD hissəsi üçün xarakteristikasını (2' əyrisi) elə qururlar ki, başlanğıc nöqtə koordinant başlanğıcından atqının Q_1 qiyməti qədər sürüşmüş olsun. Mayenin bu miqdarı BC boru kəməri hissəsindən verilir, çünki $Q = Q_1 + Q_2$, ancaq CD hissəsindən keçmir. BD boru kəmərinin mövcud olan atqı xətti nəzərə alınmaqla cəm xarakteristikası (3' əyrisi) sərfin eyni qiymətlərində 1 və 2' əyriələrinin ordinantlarının toplanması zamanı alınır. A işçi nöqtəsi ($H - Q$) əyriələrinin kəsişməsinə əsasən təyin edilir. Qrafikdən D məntəqəsinə daxil olan mayenin miqdarını (Q_2) asan tapmaq olar. Əgər atqı dayandırılarsa, onda nasosun iş rejimi A' nöqtəsinə yerini dəyişəcəkdir. Çünki bu zaman müqavimət çoxalır, nasosun verimi isə Q_A - dan Q' - ə düşür.

Boru kəməri (şəkil 2.13, a) başlanğıc B məntəqəsindən müəyən məsafədə əsas kəməərə sabit Q_d sərfi ilə daxil olan C məntəqəsinə malikdir.



Şəkil 2.13. Kəməyə Q_d sabit sərfi daxil olmaqla nasosun

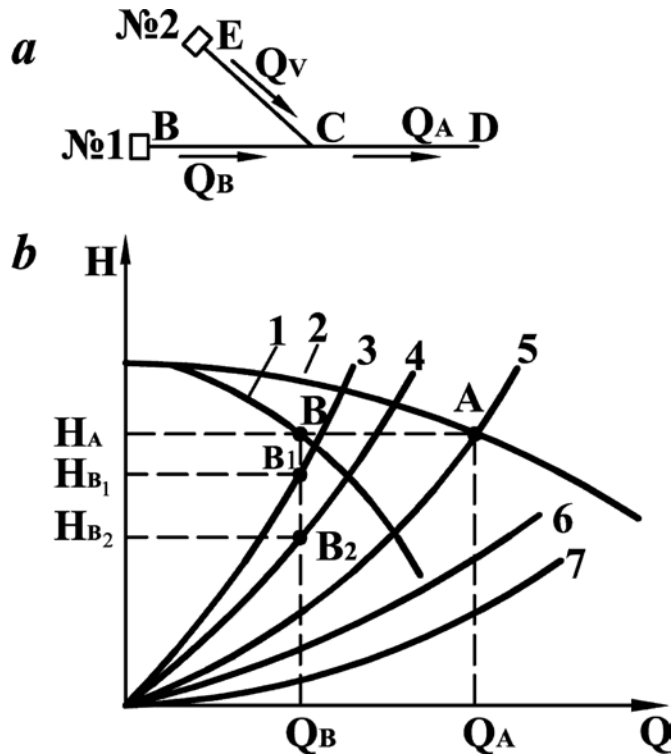
iş rejimi

a, b – şəkil 2.9- da olduğu kimidir

- Bu hal üçün sistemin işçi rejimi aşağıdakı kimi təyin edilir. Sərfələrin bütün diapazonu üçün BC hissəsinin hidravliki xarakteristikası (5 əyrisi) və CD hissəsinin hidravliki xarakteristikası (6 əyrisi) qurulur. Sonra 6 əyrisi sabit Q_d –nin qiyməti qədər sola sürüşdürülür və 4 əyrisi-sərfin bütün dəyişmə diapazonunda sabit Q_d ilə CD hissəsinin iş rejimini xarakterizə edən 4 əyrisi alınır. 4 və 5 əyrlərinin ordinatlarını toplamaqla (C məntəqəsi işlədikdə BC və BD hissələrinin birləşdirilməsi - ardıcıl) 2 əyrisini alırıq. Bu əyrinin 1 əyrisi ilə kəsişməsi olan A nöqtəsi C məntəqəsi işlək olduqda sistemin iş rejimini təyin edir. Bu zaman nasos Q_A verimində H_A basqısını yaradır. D məntəqəsinə daxil olan mayenin miqdarı $Q = Q_A + Q_d$ təşkil edir. C məntəqəsinə dayandırdıqda sistemin iş rejimini B nöqtəsi müəyyən edir. Bu nöqtə 1 və 3 əyrlərinin kəsişməsindən alınır. Şəkildən görüldüyü kimi həmişə $Q < Q_B + Q_d$. Qeyd etmək lazımdır ki, boru kəmərinə C məntəqəsində qoşulmanın səmərəliliyi CD hissəsinin xarakteristikasının dikliyi çoxaldıqca azalacaqdır.

- Mürəkkəb neft kəməri (şəkil 2.14, a) hansı ki, BC və EC paralel hissələrindən və onlara ardıcıl qoşulan CD hissəsindən ibarətdir. B və C məntəqələrində №1 və №2 eyni nasoslar yerləşdirilmişdir. Həmin nasosların basqı xarakteristikası 1 əyrisi ilə təsvir olunub (şəkil 2.14, b). Paralel olaraq işləyən eyni nasosların cəm xarakteristikası isə şəkildə 2 əyrisi ilə verilmişdir. BC, EC və CD hissələrinin hidravliki xarakteristikaları uyğun olaraq 3, 4 və 7 əyrləri ilə verilmişdir. Paralel BC və EC hissələrinin cəm xarakteristikasını 6 əyrisi, bütün paralel və ardıcıl sistemin cəm xarakteristikası isə 5 əyrisi ilə

təsvir olunmuşdur. Bu halda 2 və 5 cəm xarakteristika əyrilərinin kəsişməsindən alınan A nöqtəsi sistemin işçi rejimini təyin edir.

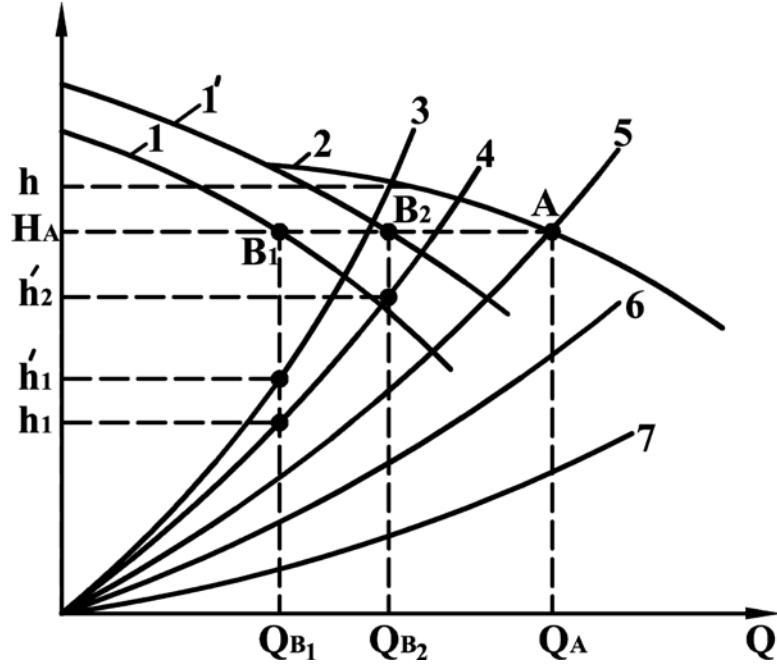


Şəkil 2.14. Paralel və ardıcıl birləşmələri olan kəməyə işləyən eyni nasosların iş rejimi qrafikləri
a, b – şəkil 2.9- da olduğu kimidir

Nasoslardan hər biri H_A basqısını və Q_B sərfini yaradır. Paralel birləşdikləri üçün $Q_A = 2Q_B$. Sərfin Q_B qiymətində BC hissəsində H_{B1} , EC hissəsində isə H_{B2} basqısı tələb olunur. $H_A - H_{B1}$ və $H_A - H_{B2}$ parçaları CD hissəsinin müqavimətinin uyğun nasosa təsirini xarakterizə edir. Hər hansı bir nasosun işdən dayanması zamanı sistemin iş rejimi 1 əyrisinin 3 və 7 və ya 4 və 7 əyrilərinin ordinatlarının toplanması ilə tapılan müvafiq cəm xarakteristikası ilə kəsişməsindən alınan nöqtə ilə təyin edilir.

7 əyrisinin dikliyinin çoxalması ilə nasosun işinin səmərəliliyi azalır. Qeyd etmək lazımdır ki, bu cür mürəkkəb sistemin iş rejimini yoxlayan zaman müxtəlif nasoslar tətbiq olunduqda xüsusilə diqqətli olmaq lazımdır.

Şəkil 2.15-də 1 və 1' əyriləri müxtəlif (№1 və №2) mərkəzdənqaçma nasoslarının (şəkil 2.14, a) basqı xarakteristikalarını müəyyən edir.



Şəkil 2.15. Müxtəlif nasoslar üçün paralel və ardıcıl birləşmələri olan kəməre işləyən eyni nasosların iş rejimi qrafikləri

Yerdə qalan digər qurmalar şəkil 2.14, b -də baxılan haldakı kimidir.

Boru kəməri sisteminin iş rejimini A nöqtəsi müəyyən edir. 1 №-li nasos B_1 nöqtəsi ilə təyin olunan rejimdə, 2 №-li nasos isə B_2 ilə müəyyən edilən rejimdə işləyir.

Nasosların uyğun olaraq verimləri Q_{B1} və Q_{B2} basqıları isə eyni olmaqla H_A təşkil edir. Bu zaman $Q_A = Q_{B1} + Q_{B2}$. Göstərilən verimlərdə BC hissəsində h_1 basqısı, EC hissəsində isə h_2 basqısı tələb olunur və $h_2 > H_A$.

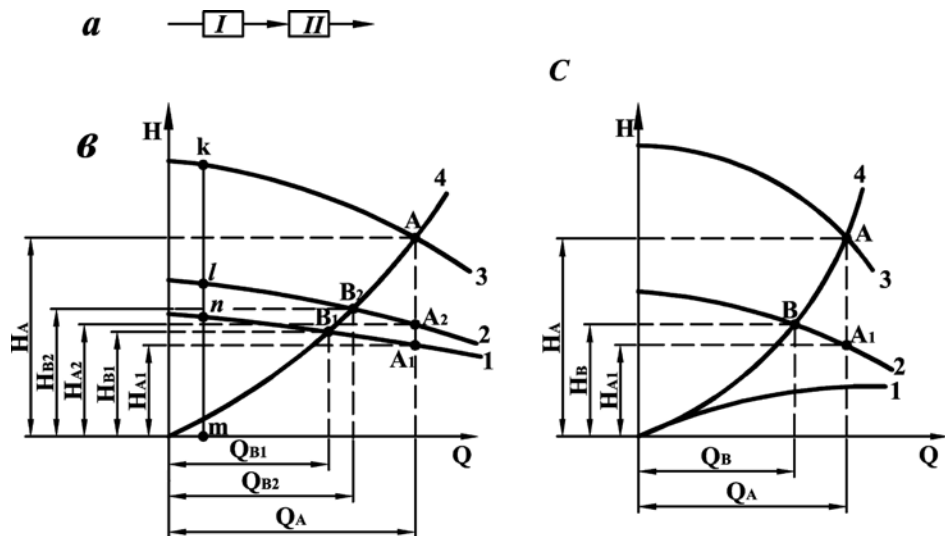
Sonuncu fiziki mahiyyətə uyğun gəlmir. Odur ki, 2-ci nasosu B məntəqəsində, 1-ci nasosu isə E məntəqəsində qoymaq vacibdir. Onda BC hissəsində Q_{B1} sərfində tələb olunan basqı h'_1 , EC hissəsində isə Q_{B2} sərfində $-h'_2$ olacaqdır. Burada qeyd etmək lazımdır ki, aşağı basqılı xarakteristikaya malik nasosu böyük diklikli hidravliki xarakteristikası olan hissədə, yüksək basqılı xarakteristikalı nasosu isə əksinə - az diklikli xarakteristikası olan sahədə qoymaq lazımdır.

$H_A - h'_1$ və $H_A - h'_2$ parçaları CD hissəsinin müqavimətinin uyğun nasosa təsirini xarakterizə edir. 7 əyrisinin dikliyinin artması ilə, yəni CD hissəsində boru kəmərinin müqavimətinin çoxalması hesabına nasosların işinin səmərəliliyi daha da azalacaq.

- Boru kəmərinə nasoslar ardıcıl birləşdirilib və maye bilavasitə nasosdan nasosa sistemi üzrə nəql edilir (şəkil 2.16, a).

Bu zaman nasoslar yan-yanə və ya bir-birindən hər hansı məsafədə yerləşə bilər. Adətən, nasosların bu cür sxemi basqını artırmaq üçün tələb olunur.

Magistral neft kəmərlərində əsas nasoslar basqıaltı ilə işləyən köməkçi nasoslarla ardıcıl olaraq işləyir. Bəzən bir neçə əsas nasosun ardıcıl birləşməsi zərurəti də yaranır.



Şəkil 2.16. Mərkəzdənqaçma nasoslari ardıcıl birləşdikdə iş rejimi qrafikləri

a- nasoslari birləşmə sxemi; b-nasoslari xarakteristikaları müxtəlif olduqda; c-nasoslari xarakteristikaları eyni olduqda

Ardıcıl olaraq birləşdirilmiş iki müxtəlif nasosun cəm xarakteristikasını almaq üçün (şəkil 2.16, b) qrafikdə işləyən nasoslari ayrılıqda xarakteristikaları (1 və 2 əyriləri) çəkilir. Sonra seçilmiş sərlərdə (absis) basqılar (ordinat) toplanır: $mk = mn + ml$. Bundan sonra boru kəmərinin xarakteristikası çəkilir. 3 və 4 əyrilərinin kəsişməsi olan A nöqtəsi birgə iş zamanı nasosla yaradılan tam basqını (H_A) təyin edir. Ardıcıl birləşmə cütlüyündə olan hər bir nasos Q_A sərfi ilə (uyğun olaraq A_1 və A_2 nöqtələri) işləyir və qurulma prinsipinə görə $H_{A1} + H_{A2} = H_A$.

Əgər nasoslar boru kəmərinə ayrılıqda işləsə, onda onların iş rejimləri B_1 və B_2 nöqtələri ilə təyin olunardı və bu zaman $H_{B1} + H_{B2} > H_A$ olardı.

Eyni tipli nasoslari ardıcıl birləşməsi zamanı (şəkil 2.16, c, 1, 2 əyriləri cəm xarakteristika (3 əyrisi) uyğun sərlərdə ordinatların 2 dəfə artırılması ilə alınır və bu cütlüyün iş rejimi A nöqtəsi ilə təyin olunur. Boru kəmərinə bir nasosun işi zamanı iş rejimi B nöqtəsi ilə müəyyən edilir. Verilən boru kəmərinə ardıcıl olaraq işləyən nasoslari düzgün seçilməsi $\eta - Q$ xarakteristikası ilə qiymətləndirilir. Belə ki, sərf f.i.ə-nin maksimal qiymətləri zonasında yerləşməlidir (şəkil 2.16, c, 5 əyrisi).

Qəbul etsək ki, nasos stansiyasında r sayda nasos var, onda stansiyanın xarakteristikası üçün aşağıdakı ifadəni yazmaq olar:

$$H_{st} = a_r - b_r Q^{2-m}, \quad (2.11)$$

harada ki, a_r və b_r – quraşdırılan nasoslari tipindən asılı olan əmsallar olmaqla aşağıdakı ifadələrə əsasən müəyyən edilir:

$$a_r = \sum_{i=1}^r a_i; \quad b_r = \sum_{i=1}^r b_i$$

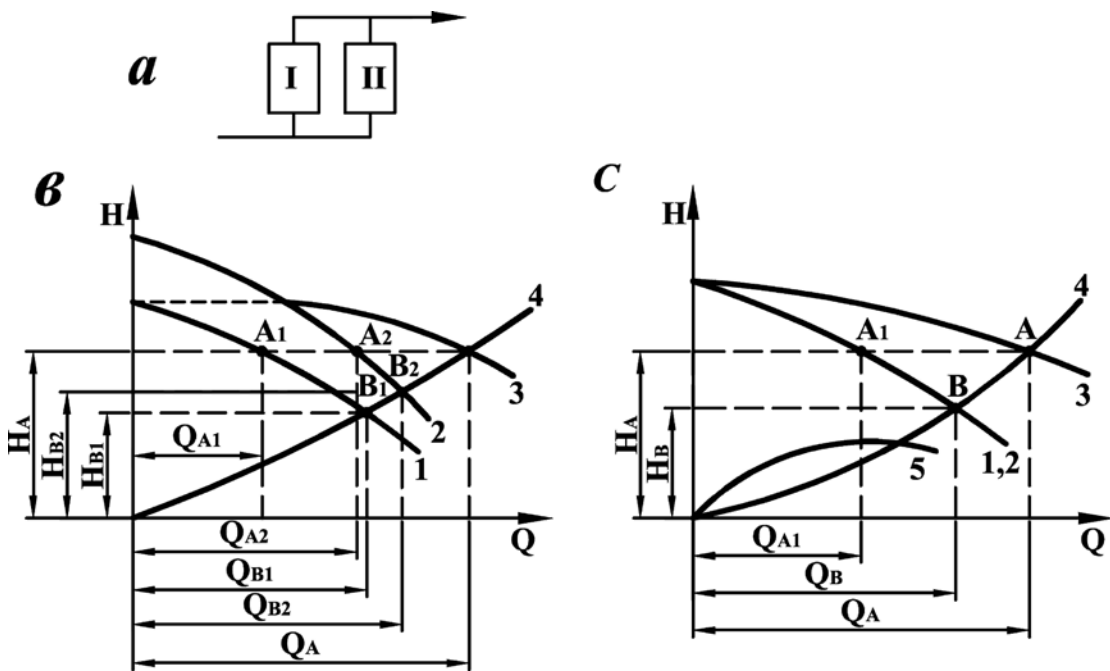
burada a_i , b_i – i – ci nasosun xarakteristikasının əmsallarıdır. Əgər stansiyada eyni nasoslar quraşdırılıbsa, onda $a_r = r \cdot a_i$; $b_r = r \cdot b_i$.

Nasos stansiyasının faydalı iş əmsalı aşağıdakı ifadə ilə təyin edilə bilər:

$$\eta_{st} = \frac{\sum_{i=1}^r H_i}{\sum_{i=1}^r \frac{H_i}{\eta_i}} \quad (2.12)$$

Əgər stansiya eyni nasoslarla təchiz olunubsa, onda $\eta_{st} = \eta_i$, yəni, stansiyanın f.i.ə. verilən rejimdə bir nasosun f.i.ə-na bərabər olacaqdır.

- Nasosların paralel birləşməsi (şəkil 2.17, a). Bir neçə nasos eyni basqıda və müxtəlif verimlərdə (ümumi halda) boru kəmərinə işləyir.



Şəkil 2.17. Nasoslar paralel birləşdikdə iş rejimi

a, b, c – şəkil 2.16-da kimidir

Praktikada bu sxem adətən kəmərə verimi artırmaq məqsədilə tətbiq olunur. Bu halda da işçi rejimi nasosların cəm xarakteristikasının (şəkil 2.17, b) boru kəmərinin xarakteristikası ilə kəsişməsinə əsasən təyin edilir. İki müxtəlif paralel birləşmiş nasosların cəm xarakteristikası seçilmiş basqılarda absislərin (sərfələrin) toplanması ilə tapılır. Boru kəmərinin xarakteristikasının (4) nasosların cəm xarakteristikası (3) ilə kəsişməsi (A nöqtəsi) nasosların yaratdığı eyni basqını (H_A) və birgə iş zamanı cəm verimi (Q_A) müəyyən edir. Bu paralel cütlükdə hər bir nasos A_1 və A_2 rejimində işləyir, həmçinin qurulma prinsipinə görə $Q_{A1} + Q_{A2} = Q_A$.

Nasosların verilən boru kəmərinə ayrılıqda işi zamanı onların iş rejimi B_1 və B_2 nöqtələri ilə müəyyən edilir. Bu zaman $Q_A < (Q_{B1} + Q_{B2})$ olmalıdır.

Əgər nasosların xarakteristikalarında kəskin fərqlənmə olarsa, onda onların paralel işə qoşulması praktiki olaraq məqsədəuyğun sayılmır.

Çünki bu zaman sərfin artması aşağı f.i.ə-na malik rejimdə alınır. Bundan fərqli olaraq eyni tipli nasosların paralel birləşməsi daha məqsədəuyğundur. Ona görə ki, bu nasoslar eyni rejimdə olur və onların istismarı asan və iqtisadi cəhətdən sərfəli olur.

Bu halda da nasos stansiyasının xarakteristikası, mərkəzdənqaçma nasoslarının ardıcıl birləşməsi zamanı istifadə olunan ifadə ilə (2.11) müəyyən edilir. Ancaq əgər nasoslar eynidirsə, onda $a_r = a_i$; $b_r = b_i / r^{2-m}$.

Əgər paralel sxemdə müxtəlif xarakteristikaya malik nasoslardan istifadə olunursa, onda a_r və b_r əmsalları stansiyanın cəm xarakteristikasına ($H_{st} - Q_{st}$) əsasən təyin olunur.

Paralel birləşmə halında nasos stansiyasının f.i.ə aşağıdakı ifadəyə əsasən təyin edilir:

$$\eta_{st} = \frac{\sum_{i=1}^r Q_i H_i}{\sum_{i=1}^r \frac{Q_i H_i}{\eta_i}} \quad (2.13)$$

(2.13) ifadəsindən görüldüyü kimi eyni mərkəzdənqaçma nasosları ilə təchiz olunmuş stansiyanın f.i.ə verilən rejimdə bir nasosun f.i.ə-na bərabər olur.

2.1.4. Mərkəzdənqaçma nasosunun iş rejiminin dəyişməsi

Praktikada boru kəmərləri ilə nəql zamanı nəqlin şəraitinin dəyişməsi (sərfin dəyişməsi, müxtəlif özlülüklü mayelərin ardıcıl nəqli, hər hansı bir nasos stansiyasının müvəqqəti işdən dayanması və s.) neft və ya neft məhsulları kəmərinin normal iş rejiminin pozulmasına gətirib çıxara bilər (məsələn, bəzi stansiyalarda kavitasiyanın yaranmasına, digərlərində basqının həddindən çox artmasına). Belə halların qarşısını almaq üçün nasos stansiyalarının razılaşıdırılmış işinin təmin olunması başqa sözlə, boru kəməri hissələrində buraxma qabiliyyətinin eyniləşdirilməsi çox zəruridir. Bu məsələnin həlli nasosların iş rejimlərinin tənzim olunması ilə əldə olunur.

Nasosun iş rejiminin tənzimlənməsi həm valın sabit fırlanma tezliyində, həm də onun dəyişməsi halında mümkündür.

Valın sabit fırlanma tezliyində nasosun iş rejimini aşağıdakı üsulların köməyi ilə dəyişmək olar:

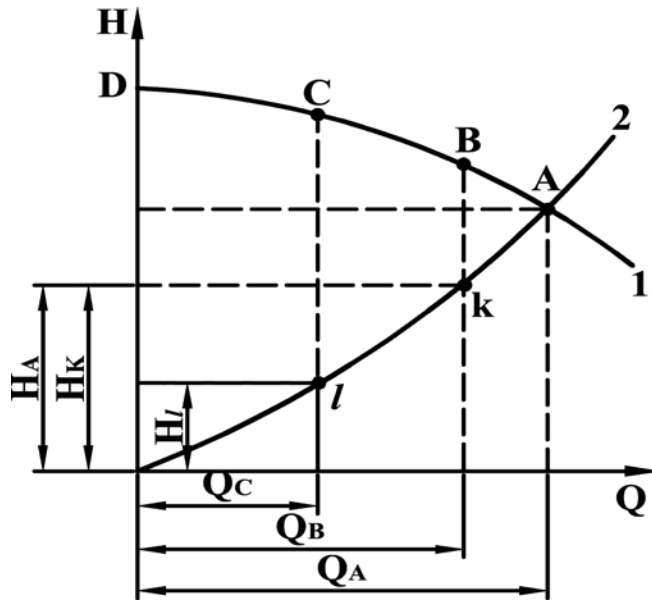
- basqılı boru kəmərinə droselləmə;
- nəql olunan mayenin bir hissəsinin baypasla buraxılması;
- işçi çarxın xarici diametrini azaltmaqla;
- nasosların birləşmə sxemlərini dəyişməklə.

2.1.4.1. Nasosun iş rejiminin droselləmə ilə tənzimlənməsi

Nasosun iş rejiminin droselləmə ilə tənzimlənməsi (şəkil 2.18, A nöqtəsi) nasosun basqı xəttində siyirtmənin qismən bağlanması ilə həyata keçirilir. Bu zaman bağlanma dərəcəsiindən asılı olaraq nasosun istənilən iş rejimini (B, C), hətta verimin tam kəsilməsini ($Q = 0$, D nöqtəsi) əldə etmək olar.

Nasos B, C və D nöqtələri ilə təyin olunan müvafiq basqı və verimləri yaradır. Boru kəmərinin bu hallarda iş rejimi k və l nöqtələri ilə xarakterizə olunur. Bk, Cl parçaları siyirtmədə itirilən basqını təyin edir ki, bu da qurğunun f.i.ə-nı azalmasına səbəb olur.

Bu üsulun mahiyyəti ondan ibarətdir ki, nasosun basqı xətti sorma xətti ilə baypasla (açıq siyirtməli əlavə boru xətti) əlaqələndirilir və vurma borusundan mayenin müəyyən hissəsi sorma borusuna qaytarılır, nəticədə

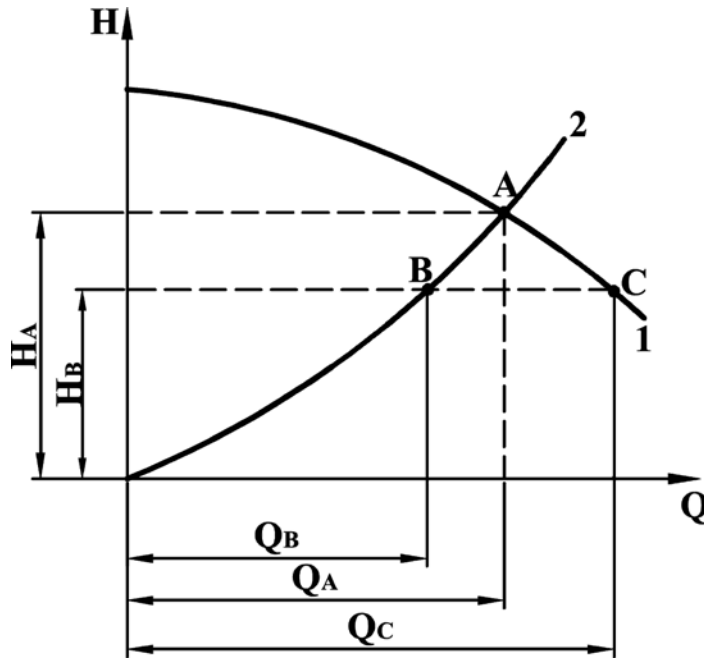


Şəkil 2.18. Basqı xəttində droselləmə ilə nasosun iş rejiminin dəyişməsi qrafiki

1-nasosun xarakteristikası; 2-boru kəmərinin xarakteristikası

2.1.4.2. Nasosun iş rejiminin baypas üsulu ilə tənzimlənməsi

Bu üsulun mahiyyəti ondan ibarətdir ki, nasosun basqı xətti sorma xətti ilə baypasla (açıq siyirtməli əlavə boru) əlaqələndirilir və vurma borusundan mayenin müəyyən hissəsi sorma borusuna qaytarılır, nəticədə nasosdan əvvəl müqavimət azalır. Beləliklə, nasosun iş rejimi A nöqtəsindən C nöqtəsinə yerini dəyişir (şəkil 2.19).



Şəkil 2.19. Baypas üsulu ilə nasosun iş rejiminin dəyişməsi qrafiki

1, 2- uyğun olaraq nasosun və boru kəmərinin xarakteristikası

Bu zaman nasos H_B basqısında Q_C mayesini verir. C nöqtəsindən keçən horizontalın boru kəmərinin xarakteristikası ilə kəsişməsi (B nöqtəsi) boru kəmərinin işçi rejimini təyin edir (Q_B sərfini və H_B basqısını).

Tənzimləmə zamanı $\Delta Q = Q_C - Q_B$ sərfələr fərqlinin qiyməti baypas xətti ilə daima sirkulyasiya edən mayenin miqdarını, eyni zamanda bu üsulun qeyri-səmərəlilik dərəcəsini müəyyən edir.

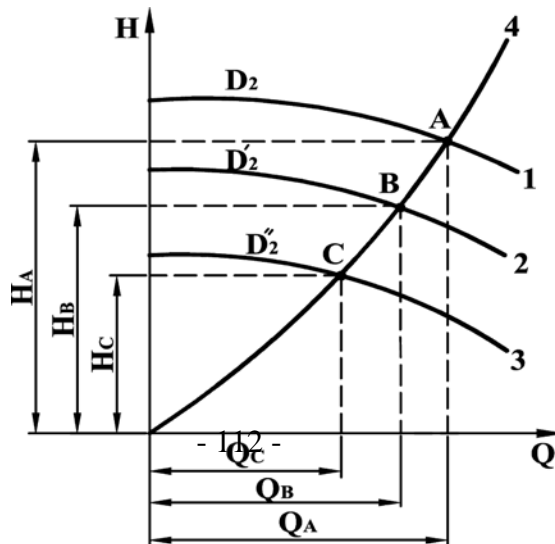
2.1.4.3. İşçi çarxının xarici diametrinin azaldılması ilə tənzimləmə

Boru kəmərinin xarakteristikasının (2.11) ifadəsi ilə alınan $H-Q$ xarakteristikaları ilə kəsişməsindən alınan B, C və s. nöqtələri yeni iş rejimlərini təyin edir (şəkil 2.20).

Qeyd olunan bu üsul yuxarıda göstərilən üsullardan sərfəlidir. Çünki bu zaman enerji ancaq verilən rejimin alınmasına sərf olunur.

Nasosların universal xarakteristikasına uyğun olaraq işçi çarxını yonmaqla onun xarici diametrini azaldırlar. Yonulan çarxın (D_2^*) diametrini (2.5) və (2.9) ifadələrinin birgə həllindən alınan aşağıdakı ifadə ilə təyin edirlər:

$$\frac{D_2^*}{D_2} = \sqrt{\frac{H_B + bQ_B^2}{a}} \quad (2.14)$$



Şəkil 2.20. İşçi çarxını xarici diametrini azaltmaqla nasosun iş rejiminin dəyişməsi qrafiki

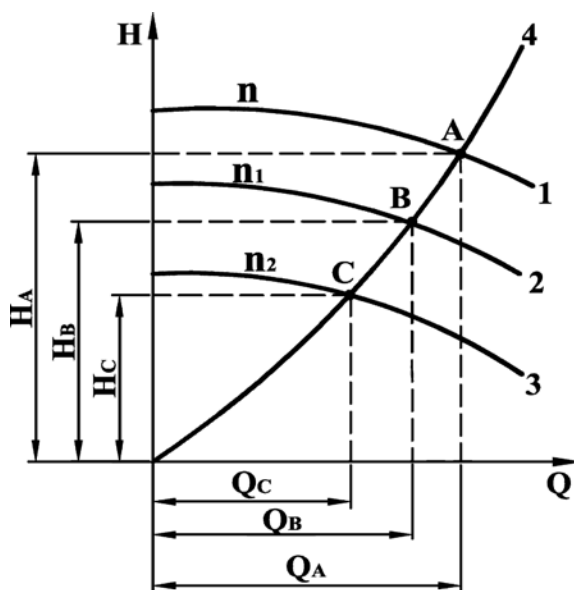
1-3-işçi çarxın diametri D_2 , D_2' , D_2'' olduqda nasosun xarakteristikası;

4-boru kəmərinin xarakteristikası

Bu üsulun çatışmayan cəhəti odur ki, onun həyata keçirilməsi nasosu işdən dayandırmadan mümkün deyil.

2.1.4.4. Nasosun iş rejiminin valın fırlanma tezliyini dəyişməklə tənzimlənməsi

Valın verilən fırlanma tezliyində $n > n_1 > n_2$ (şəkil 2.21, 1-3 əyriləri) $H-Q$ xarakteristikaları (2.9) ifadələrinə əsasən alırlar. Həmin əyrilərin boru kəmərinin xarakteristikası (4) ilə kəsişməsi (şəkil 2.21, B və C nöqtələri) uyğun sərf və basqılı yeni iş rejimlərini müəyyən edir.



Şəkil 2.21. Valın fırlanma tezliyini dəyişməklə nasosun iş rejiminin tənzimlənməsi qrafiki

*1-3 – n , n_1 və n_2 fırlanma tezliyində nasosun xarakteristikası;
4-boru kəmərinin xarakteristikası*

Nasos qurğuları və ya nasos stansiyasının iş rejimlərinin qeyd olunan üsulla tənzimlənməsi ümumiyyətlə ən sərfəli üsul hesab edilir. Ona görə ki, nasoslar yeni, dəyişilən iş rejimində ancaq verilən miqdar mayeni nəql etmək üçün lazım olan enerjini tələb edir. Ancaq bu üsulun tətbiqinin praktiki imkanları çox məhduddur.

2.1.4.5. Nasosların birləşmə sxemini dəyişməklə iş rejiminin tənzimlənməsi

Bir neçə mərkəzdənqaçma nasosunun verilən boru kəmərinə birgə işi zamanı nəqlin rejimini nasosları ardıcıl birləşmə halından paralel birləşməyə və ya əksinə – paralel birləşmədən ardıcılı keçirməklə dəyişmək olar.

Bu tənzimləmə üsulu iqtisadi cəhətdən əlverişli hesab olunmur, çünki bir sxemdən digərinə keçən zaman nasoslar f.i.ə-nın kiçik qiymətlərinə uyğun gələn rejimlərə düşür.

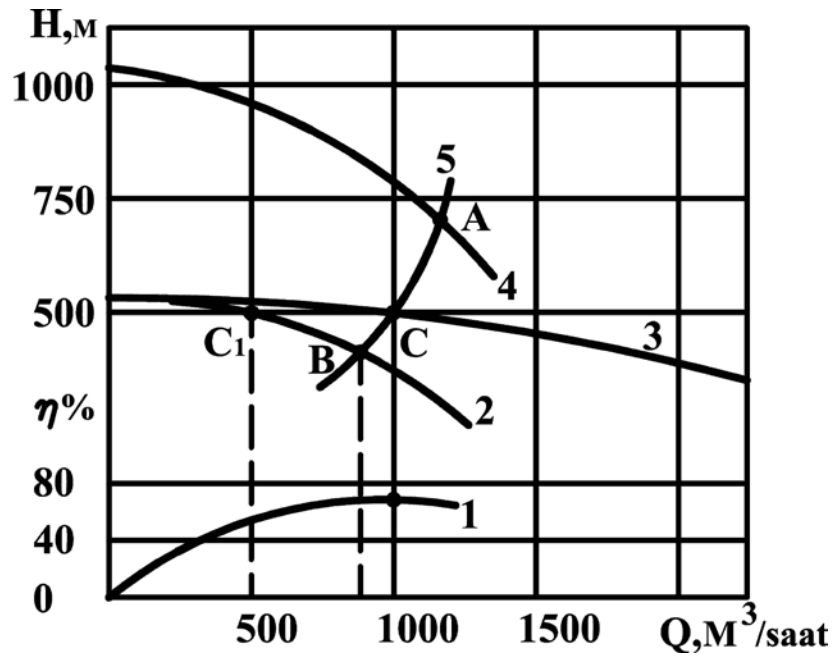
Şəkil 2.22-də iki ardıcıl (4 əyrisi) və paralel (3 əyrisi) birləşdirilmiş nasosların cəm xarakteristikaları göstərilmişdir.

Birinci halda rejim A, ikinci halda isə C nöqtəsi ilə təyin olunur. A rejimində verim $Q_A = 1200 \text{ m}^3 / \text{saat}$, $\eta_A = 0,71$. C rejimində isə cəm verim

$Q_C = 1000 \text{ m}^3 / \text{saat}$, hər bir nasosun verimi (C₁ rejimi) $Q_{C_1} = 500 \text{ m}^3 / \text{saat}$, f.i.ə. isə $\eta_{C_1} = 0,60$.

Mümkündür ki, bir nasosun işdən dayandırılması və işin B rejimində olması daha sərfəli olacaqdır. Bu zaman verim $Q_B = 900 \text{ m}^3 / \text{saat}$, f.i.ə. isə $\eta_B = 0,71$.

Göstərilən sxem üzrə nasosların istismarı zamanı f.i.ə daha da azala bilər.



Şəkil 2.22. Birləşmə sxemi dəyişdikdə nasosların iş rejimi qrafiki

1-nasosun f.i.ə; 2 -bir nasosun xarakteristikası; 3-parallel birləşmiş nasosların cəm xarakteristikası; 4- ardıcıl birləşmiş nasosların cəm xarakteristikası; 5-boru kəmərinin xarakteristikasıdır

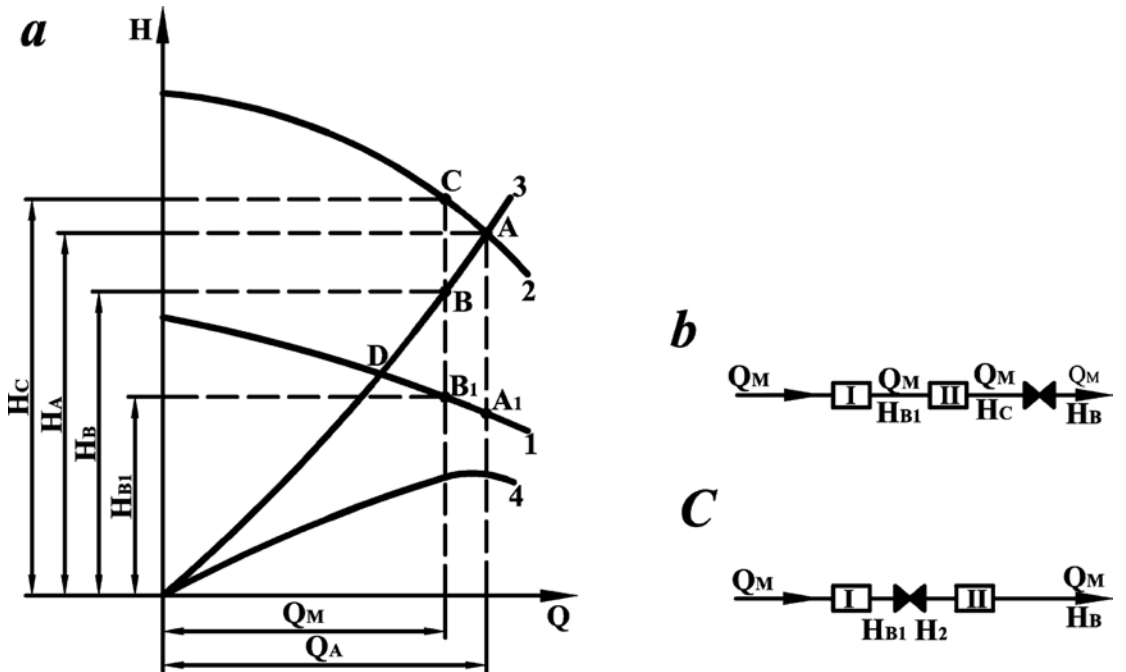
2.1.4.6. İki eyni nasosun ardıcıl birləşməsi zamanı iş rejiminin tənzimlənməsi

Bu hal üçün bir neçə variant mümkündür:

1. Nasos stansiyasının çıxışında siyirtmə ilə droselləmə (şəkil 2.23., a, b). A nöqtəsi Q_A və H_A göstəriciləri ilə nasos cütünün tənzimləməyə qədər iş rejimini, A_1 nöqtəsi ardıcıl birləşmədə hər bir nasosun iş rejimini xarakterizə edir. İkinci nasosdan sonra siyirtmə ilə droselləmədən sonra stansiyanın verimi və ya magistraldakı sərfi almaq zəruridir. Absis oxunda bu qiyməti qeyd edərək perpendikulyar çəkməklə kəmərin xarakteristikası əyrisi ilə kəsişmədən alınan B nöqtəsi H_B basqısını və verilən kəmərlə nəql olunan mayenin sərfini Q_m müəyyən edəcəkdir.

B_1 nöqtəsi tənzimləmədən sonra hər iki nasosun iş rejimini təyin edir. Bu zaman hər bir nasos Q_m verimində H_{B1} basqısı yaradır.

Nasoslarla yaradılan ümumi basqı $H_C = 2H_B$ təşkil edəcək, $H_C - H_B$ basqılar fərqi qiyəti isə siyirtmədə itirilən basqı olacaqdır.



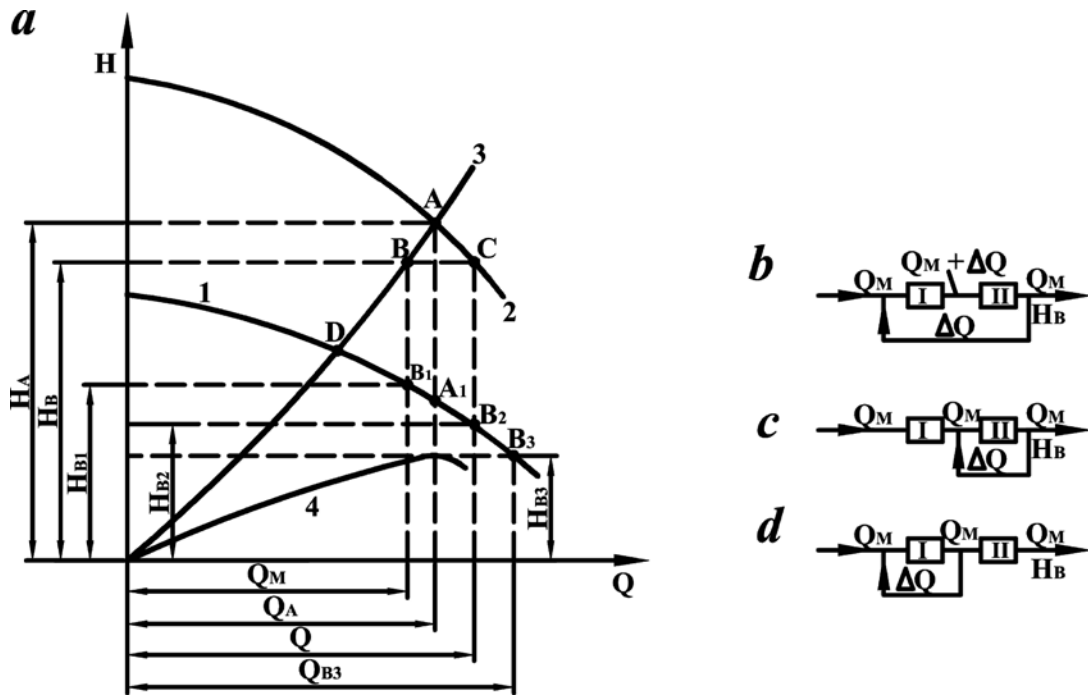
Şəkil 2.23. Nasosların ardıcıl birləşməsində iş rejiminin droselləmə ilə tənzimlənməsi qrafiki

- 1- bir nasosun xarakteristikası; 2-nasosların cəm xarakteristikası;
3-boru kəmərlerinin xarakteristikası; 4- nasosun f.i.ə. ayrısı

2. Birinci nasosdan sonra droselləmə (şəkil 2.23, a, c). Nasosların və boru kəmərini iş rejimi yuxarıda (1-də) göstərildiyi kimi təyin edilir. Bu zaman fərq yalnız ondan ibarətdir ki, 2-ci nasosun girişində basqı $H_2 = H_B - H_{B1}$ azalmağa meyilli olduğu üçün (sıfıra yaxınlaşır) gərək onun kavitasiyasız işini təmin edə bilsin.

Tənzimləmənin hər iki variantında energetik xərclər eyni olduğu üçün iş rejiminin tənzimlənməsini nasoslar arasında droselləmə ilə həyata keçirmək daha məqsəduyğundur.

3. Maqistraldan mayenin bir hissəsini nasosun girişinə yönəltməklə tənzimləmə (şəkil 2.24, a, b).



Şəkil 2.24. Nasoslar ardıcıl birləşdikdə onların iş rejiminin baypas üsulu ilə tənzimlənməsi qrafiki

1-4-şəkil 2.23-də olduğu kimidir

A və A_1 nöqtələri ardıcıl birləşdirilmiş nasosların və bu cütlükdə hər bir nasosun tənzimləməyədək boru kəmərinə işini xarakterizə edir.

Tənzimləmədən sonra magistralda sərf Q_m ilə işarə etsək, hər bir nasosun verimi $Q = Q_m + \Delta Q$, harada ki, ΔQ –magistraldan nasosun girişinə yönəldilən, daim sirkulyasiya edən mayenin miqdarıdır. Bu zaman boru kəmərinin iş rejimi B nöqtəsi ilə müəyyən edilir. Ardıcıl nasos cütünün iş rejimi B nöqtəsindən keçən horizontalın nasosların cəm xarakteristikası ilə kəsişməsinə əsasən təyin edilir (C nöqtəsi). Bu cütün hər bir nasosunun rejimi isə C nöqtəsindən endirilən normalın I nasosun xarakteristikası ilə kəsişməsinə görə müəyyən edilir (B_2 nöqtəsi). H_{B_2} basqısında hər bir nasosun verimi Q olmaqla $H_B = 2H_{B_2}$.

4. II nasosdan sonra mayenin bir hissəsinin onun girişinə yönəltmək (şəkil 2.24, a, b). Tənzimləmədən sonra I nasosun verimi Q_m , II nasosun verimi isə şəkil 2.24, b-dən görüldüyü kimi $Q_m + \Delta Q$ təşkil edir.

I nasosun iş rejimini B_1 nöqtəsi təyin edir. II nasosla yaradılan basqı $H_{B_2} = H_B - H_{B_1}$ təşkil edir. Bu nasosun iş rejimi isə B_3 nöqtəsi ilə müəyyən edilir. Bu zaman sirkulyasiya edən mayenin miqdarı $\Delta Q = Q_{B_3} - Q_m$ olacaqdır.

5. I nasosdan sonra mayenin bir hissəsini onun girişinə yönəltməklə tənzimləmə (şəkil 2.24, a, d). Tənzimləmədən sonra (şəkil 2.24, d) II nasosda verim Q_m , basqı isə H_{B_1} -dir. II nasosun çıxışında basqı H_B təşkil edir. Aydındır ki, I nasosu ilə yaradılan basqı $H_{B_3} = H_B - H_{B_1}$.

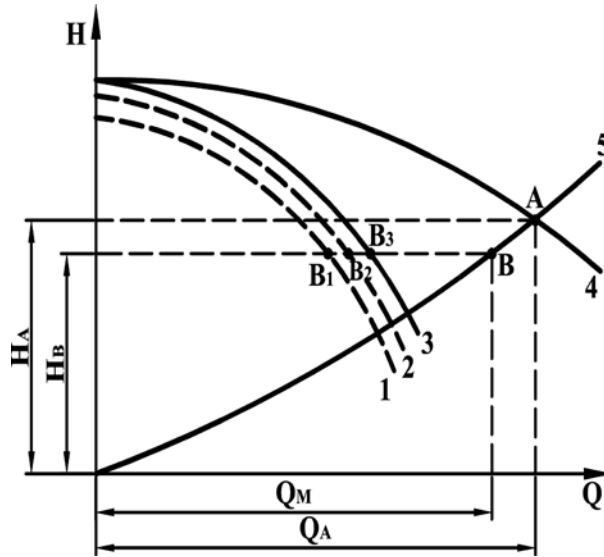
B_3 nöqtəsi I nasosun iş rejimini xarakterizə edir. Tənzimləməyə qədər Q_A verimindən xeyli fərqlənən Q_m verimində II nasosun girişində basqı kavitasiyasız rejimin təmini üçün vacib olan basqıdan az ola bilər. c və d

variantları energetik xərclərə görə eyni olsa da, *b* variantı ilə müqayisədə onlar nasosun iş rejiminin f.i.ə-nın azalması istiqamətinə meyl etmələri ilə xarakterizə edilir (B_2 və B_3 nöqtələri).

6. Çarxın yonulması (şəkil 2.25). Bu halda dəyişdirilmiş iş rejimini bir nasosun, yaxud da hər iki nasosun çarxının yonulması ilə əldə etmək olar.

Birinci halda yonulmuş çarxı olan nasosun iş rejimini B_1 nöqtəsi, nominal diametri (yonulmamış) çarxı olan nasosun iş rejimini isə B_3 nöqtəsi müəyyən edir. Bu zaman $H_B = H_{B_1} - H_{B_3}$. İkinci halda isə hər iki nasosun iş rejimi B_2 nöqtəsi ilə müəyyən edilir ($H_B = 2H_{B_2}$).

Tutaq ki, ardıcıl birləşdirilmiş eyni nasosların sayı $i = 1, 2, 3, \dots$ təşkil edir.



Şəkil 2.25. Ardıcıl birləşmədə nasosların iş rejiminin çarxın yonulması ilə tənzimlənməsi

1-bir nasosun çarxının yonulması ilə B rejimini almaq üçün nasosun xarakteristikası; 2-hər iki nasosun çarxını yonmaqla B rejimini almaq üçün nasosun xarakteristikası; 3-nasosun çarxının nominal diametridə nasosun xarakteristikası; 4-ardıcıl birləşmədə, nominal diametrdə cəm nasosun xarakteristika; 5-boru kəmərinin hidravliki xarakteristikası

Onlardan $r \leq i$ sayda nasosda çarxlar eyni ölçüdə yonulub. Onda

$$r \cdot H_{B1} = H_B - (i - r) \cdot H_{B3}$$

Əgər $H_{B3} = a - bQ_m^2$ olduğunu nəzərə alsaq və H_B -in qiymətini (2.14) ifadəsində yazsaq, bəzi çevirmələrdən sonra r -ci nasosun çarxının yonulmuş diametrini təyin etmək üçün alarıq:

$$\frac{D_2^*}{D_2} = \sqrt{\frac{i \cdot (H_B - h_{st}) b Q_A^2 + [H_B + (i - r) \cdot a] \cdot M}{a \cdot r \cdot M}},$$

harada ki, $M = H_A - h_{st}$.

Nasosların energetik göstəricilərini yaxşılaşdırmaq üçün çalışmaq lazımdır ki, $r = i$ olsun.

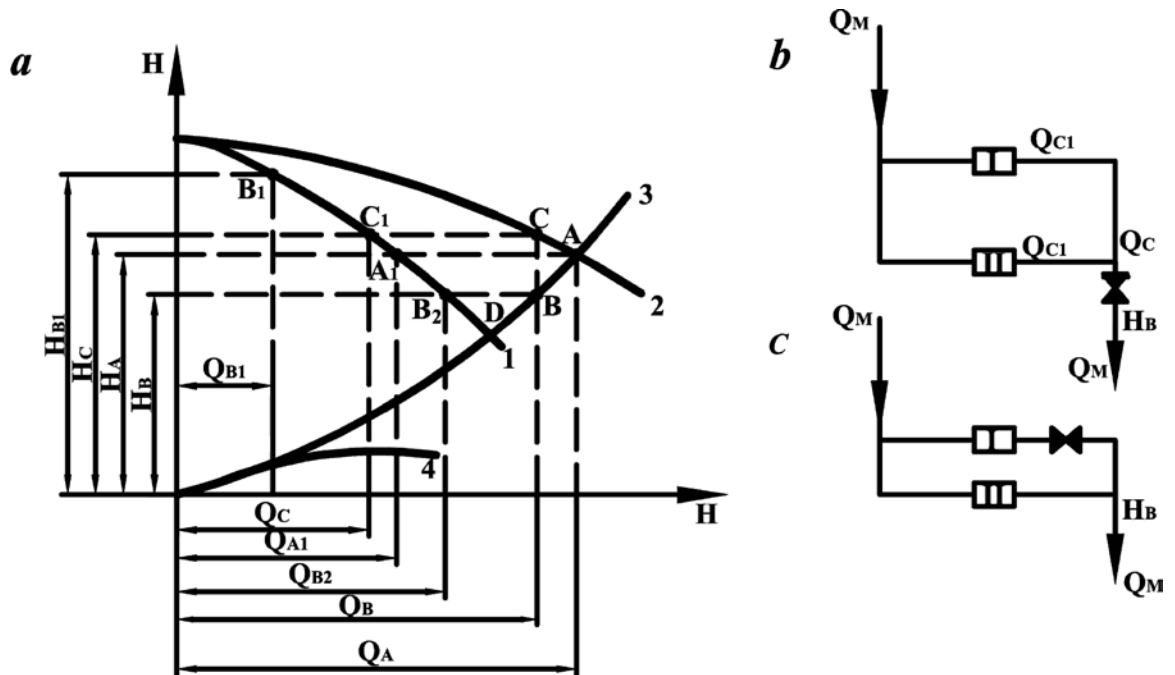
2.1.4.7. Eyni nasosların paralel birləşdirilməsi zamanı iş rejiminin tənzimlənməsi

1. Nasos stansiyasının çıxışında, siyirtmə ilə droselləmə (şəkil 2.26, a,b). A nöqtəsi paralel nasos cütünün boru kəmərinə işini xarakterizə edir (3 əyrisi). Bu cütlüyün hər bir nasosu A_1 rejimində Q_{A_1} və H_A göstəriciləri ilə işləyir. Paralel iş üçün düzgün seçilmiş nasoslar Q_{A_1} sərf zonasında f.i.ə-nın maksimal qiymətinə malik olmalıdır. Droselləmədən sonra boru kəmərinə sərf $Q_m - \text{ə}$ bərabərdir.

Q_m - absisindən qaldırılan perpendikulyarın nasosların cəm xarakteristikası (2) ilə kəsişməsi (C nöqtəsi) nasoslarla yaradılan basqını H_c təyin edir. Bu cütlüyün hər bir nasosunun tənzimləmədən sonra iş rejimini C_1 nöqtəsi müəyyən edir. Bu zaman $H_c - H_B$ basqılar fərqi siyirtmədə itirilən basqını xarakterizə edir.

2. Nasoslardan birinin vurma borusunda qoyulan siyirtmə ilə droselləmə (şəkil 2.26, a,b). II nasosun işlədiyi basqı boru kəmərindeki basqıya (H_B) bərabər olmalıdır. Onda onun verimi (Q_{B2}) B nöqtəsindən çəkilən horizontalın nasosun xarakteristikası (1 əyrisi) ilə kəsişməsindən alınan nöqtə ilə (B_2) müəyyən ediləcəkdir.

I nasosun verimi isə $Q_{B1} = Q_m - Q_{B2}$ olacaqdır. Bu zaman I nasosun yaratdığı basqı (H_{B1}) nasosun xarakteristikası ilə (1 əyrisi) Q_{B1} nöqtəsinin absisindən qaldırılan perpendikulyarın kəsişmə nöqtəsinə əsasən müəyyən ediləcəkdir.



Şəkil 2.26. Paralel birləşmə halında nasoslarda iş rejiminin droselləmə ilə tənzimlənməsi qrafiki
1-4 - şəkil 2.23-də olduğu kimidir

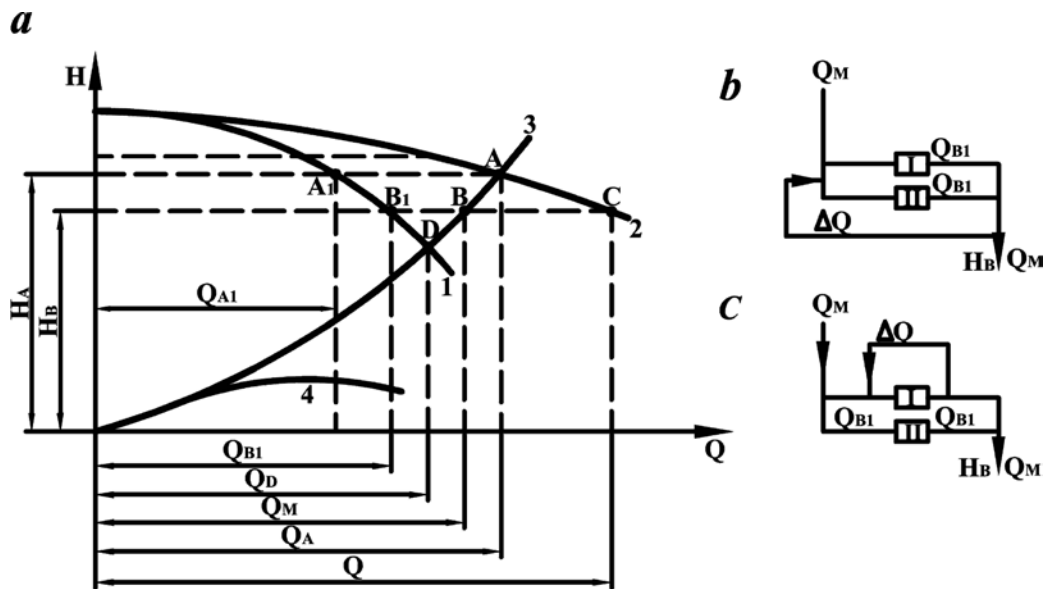
$H_{B1} - H_c$ basqılar fərqi siyirtmədə itirilən basqını xarakterizə edir. Bu halda Δh əvvəlki variantdan gözə çarpacaq dərəcədə çoxdur. Əgər siyirtmə

tam bağlanarsa, onda boru kəmərinə ancaq II nasos işləyəcək ki, onun da rejimini D nöqtəsi xarakterizə edəcəkdir.

Bu iki variantın müqayisəsi göstərir ki, iş rejiminin dəyişdirilməsinin 2-ci üsulu 1-ci üsuldən pisdır. Belə ki, eyni bir Q_m sərfi nasosların əhəmiyyətli dərəcədə fərqli olan iş rejimlərində alınır.

Birinci halda C_1 rejimi A_1 rejimindən çox az fərqlənir, ikinci halda isə həm 1-ci, həm də 2-ci nasosların rejimləri A_1 rejimindən əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənir.

3. Magistraldan mayenin bir hissəsini nasosların qəbuluna yönəltməklə (şəkil 2.27, a,b). .m;



Şəkil 2.27. Paralel birləşmədə baypas üsulu ilə nasosların iş rejimlərinin tənzimlənməsi

1-4-şəkil 2.23-də olduğu kimidir

Tənzimləmədən sonra nasoslar H_B basqısı və $Q = Q_m + \Delta Q$ verimi ilə işləməlidir. Paralel cütliyin iş rejimi C nöqtəsi ilə müəyyən edilir. Paralel cütlikdə hər bir nasosun iş rejimi (B_1 nöqtəsi) B nöqtəsindən çəkilən

horizontalın nasosun xarakteristikalarına (1 əyrisi) ilə kəsişməsinə əsasən müəyyən edilir. Bu zaman nasosların iş rejimi göstəriciləri - Q_{B1} və H_B olacaqdır.

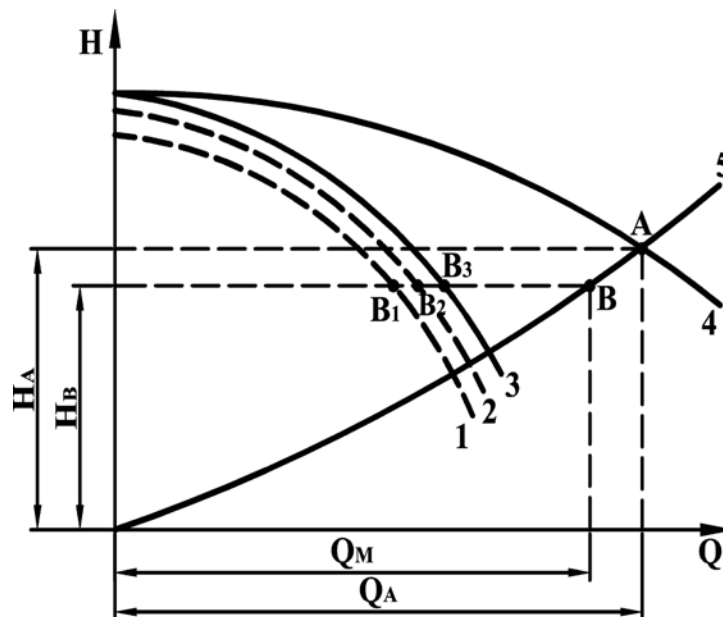
4. Nasosların birləşməsində onlardan birinin çıxışından mayenin bir hissəsini həmin nasosun girişinə yönəltməklə (şəkil 2.27, a,b).

II nasosun iş rejimi tənzimləmədən sonra B_1 nöqtəsi ilə müəyyən olunur. Mayeni Q_m sərfi ilə nəql etmək üçün lazım olan H_B basqısında nasosun verimi Q_B olacaqdır. Bu zaman I nasosun iş rejimi B_1 nöqtəsi ilə təyin olunacaq və yönəldilən mayenin miqdarı $\Delta Q = 2Q_B - Q_m$ təşkil edəcək.

Aydındır ki, mayeni yönəldən xətdə siyirtmə tam bağlandıqda hər iki nasos D nöqtəsi ilə təyin olunan rejimdə işləyəcək və kəməre, həmçinin yönəltmə xəttinə eyni miqdar maye Q_D daxil olacaqdır.

5. Çarxın yonulması (şəkil 2.28). Nasoslardan birinin çarxının yonulmasından sonra alınan dəyişdirilmiş rejim göstəriciləri H_B və Q_m olacaqdır. Çarxı yonulmuş nasos B_1 rejimində, 2-ci nasos isə B_3 rejimində işləyir və $Q_m = Q_{B1} + Q_{B3}$ təşkil edir.

$$Q_{B3} = \sqrt{\frac{a - H_B}{b}}$$



**Şəkil 2.28. Ardıcıl birləşmədə nasosların iş rejiminin çarxın
yonulması ilə tənzimlənməsi**

1-5 şəkil 2.25-də olduğu kimidir

Hər iki nasosun çarxının eyni dərəcədə yonulması ilə rejimin dəyişdirilməsi zamanı onların iş rejimi B_2 nöqtəsi ilə təyin olunur və $Q_m = 2Q_{B2}$. Əgər çarxın nominal diametrlı nasos üçün verimi Q_{B3} olarsa, Onda

$$r \cdot Q_{B1} = Q_m - (i - r) \cdot Q_{B3} \quad (2.15)$$

B_3 nöqtəsi üçün $H_{B3} = H_B = a - b \cdot Q_{B3}^2$ yazmaq olar. Buradan

$$Q_{B3} = \sqrt{\frac{a - H_B}{b}}$$

Sonuncu ifadəni (2.15)-də yerinə yazsaq, (2.14) – də Q_B – nin yerinə Q_{B1} qoysaq, onda (2.5) tənliyinə əsasən nasosların paralel birləşməsi zamanı yonulan çarxın diametrini tapmaq üçün alarıq:

$$\frac{D_2^*}{D_2} = \sqrt{\frac{(h_{st} \cdot Q_A^2 + M \cdot Q_B^2) \cdot r + (a - H_A) \cdot i^2 [Q_B - (i - r) \cdot \varphi]^2}{a \cdot r^2 \cdot Q_A^2}},$$

harada ki,

$$\varphi = \sqrt{\frac{(a - h_{st}) \cdot Q_A^2 - M Q_B^2}{b \cdot Q_A^2}}; \quad M = H_A - h_{st}$$

Qeyd edək ki, $i = r$ olduqda ifadə sadələşir.

2.1.5. Mərkəzdənqaçma nasoslarının normal sırası

Magistral neft və neft məhsulları kəmərləri üçün istifadə olunan mərkəzdənqaçma nasoslarının konstruksiyalarının bir formasının yaradılması,

həmçinin onların ölçülərinin minimuma endirilməsi zərurəti nasosların normal sırasının yaradılmasına səbəb olmuşdur.

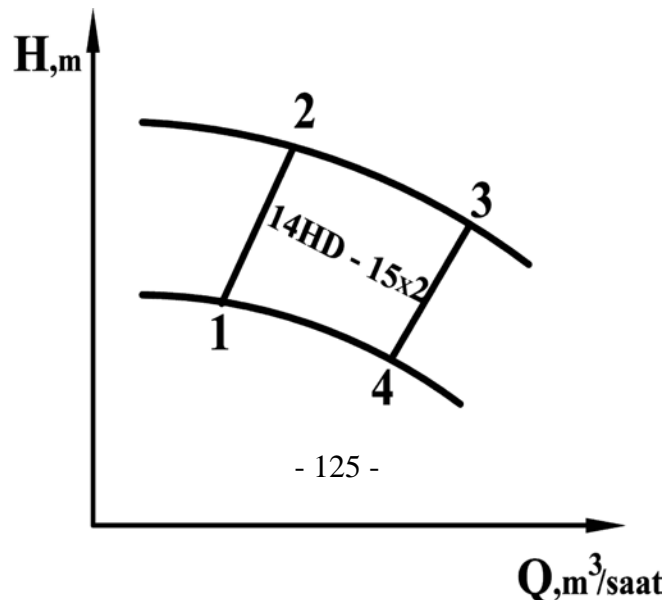
2.1.5.1. Əsas nasoslar

Nasos stansiyasının f.i.ə-nı artırmaq, magistral boru kəmərinin buraxma qabiliyyətindən maksimum istifadə etmək üçün, (hansı ki, müxtəlif sıxlıqlı neft məhsullarının ardıcıl nəqli zamanı çox vacibdir), nasosların ardıcıl birləşdirilməsindən geniş istifadə olunur. Bu zaman ümumi basqı eyni vaxtda əlverişli rejimdə işləyən bir neçə nasosla yaradılır.

Normal sıraya uyğun olaraq verimi $350 \text{ m}^3/\text{saat}$ olan nasoslar lazım olan basqını 2 qurğunun ardıcıl olaraq birləşməsi (3-cü nasos ehtiyatda olmaqla) zamanı yarada bilər. Verim $7000 \text{ m}^3/\text{saat}$ -dək olduqda isə 3 nasosun ardıcıl birləşməsi sxemi tətbiq olunur (4-cü nasos ehtiyatda olmaqla).

Ən yüngül neft məhsulu (benzin) nəql olunduqda əlavə olaraq ehtiyat nasos da işə salınır ki, bu da magistral kəmərdən optimal rejimdə, yüksək f.i.ə.-da istifadə etməyə imkan verir.

Təklif olunan iş rejimi zonaları (f.i.ə-nın böyük qiymətlərində) $H - Q$ sahəsi olmaqla şəkil 2.29- da göstərilmişdir.



Şəkil 2.29. 14HD-15x2 nasosunun H-Q sahəsi

Şəkil 2.29-da yuxarı 2-3 xətti çarxın maksimal diametrində D_2 , aşağı 1-4 xətti isə işçi çarxının xarici diametrinin təklif olunan minimal qiymətində (hansı ki, yonulma ilə əldə olunur), nasosunun iş rejiminə uyğun gəlir.

$H-Q$ sahəsində yazıların şifrinin mənası belədir: 1-ci ədəd-sorma borusunun diametri, hansı ki, 25 dəfə kiçildilib (350 mm); H hərfi – neft; D hərfi–mayenin iki tərəfli girişi olan çarx; növbəti rəqəm – 10 dəfə kiçildilməklə tezgedişlilik əmsalı ($n_s = 150$) və axırını rəqəm–pillələrin sayını göstərir (cədvəl 2.2.).

Cədvəl 2.2

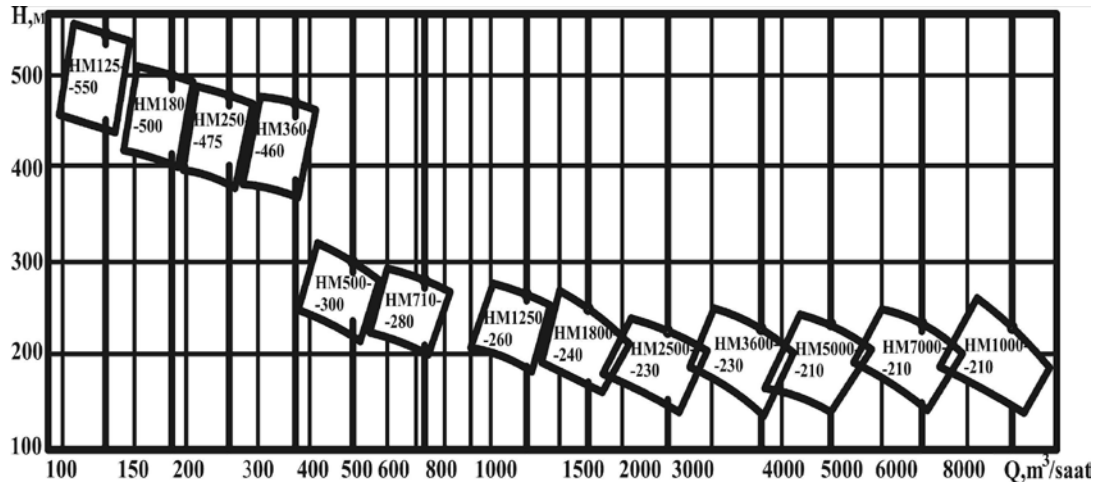
**Nasosların texniki xarakteristikaları (valın fırlanma tezliyi
 $n=3000$ dövr/dəq.)**

Göstəricilər	Nasoslar			
	12 H-10x4*	14H-12x2	10HD-10x2	12HD-11x2
Verim , m³/saat	750	1100	800	1100
Basqı, m	740	370	285	270
F.i.ə., %	0,75	0,75	0,86	0,87
Pillələrin sayı	4	2	2	2
Sorma borusunun diametri, mm	300	350	250	300
Vurma borusunun diametri, mm	250	300	195	220
İşçi çarxın xarici diametri, mm	415	430	330	375
Kürəyin eni, mm	28	42	42,5	47,5
Kütləsi, kq: Mühərriksiz	5000	5370	2740	3000

<i>Mühərriklə</i>	-	-	6275	8870
<i>Ardıcıl birləşən nasosların sayı</i>	1	2	3	3

*- normal sıraya aid olmasa da tətbiq olunur.

Nasosların işarələnməsi (şəkil 2.30) aşağıdakı kimi açıqlanır: *HM* – neft, magistral; 1-ci rəqəm – maksimal f.i.ə-da nasosun verimi; 2-ci rəqəm - *m* – lə ölçülən diferensial basqı.



Şəkil 2.30. Magistral neft məhsulları kəmərləri üçün mərkəzdənqaçma nasoslarının normal sırası

Verimi 1250 m³/saat-dək olan nasoslar çox pilləli seksiyalı verimi 1250 m³/saat-dan çox olanlar isə birpilləli spirallı nasoslar olur (cədvəl 2.3).

Cədvəl 2.3

Nasosların hesablanma rejimlərinin əsas göstəriciləri

<i>Nasos</i>	<i>Verim, m³/saat</i>	<i>Basqı, m</i>	<i>Buraxıla bilən kavitasiya ehtiyatı, m</i>	<i>F.i.ə., % (az olmayaraq)</i>
<i>NM-125-550</i>	<i>125</i>	<i>550</i>	<i>4</i>	<i>68</i>
<i>NM-180-550</i>	<i>180</i>	<i>500</i>	<i>5</i>	<i>70</i>
<i>NM-250-475</i>	<i>250</i>	<i>475</i>	<i>6</i>	<i>-</i>

<i>NM-360-460</i>	360	460	8	74
<i>NM-500-300</i>	500	300	12	78
<i>NM-710-280</i>	710	280	14	83
<i>NM-1250-260</i>	1250	260	20	84
<i>NM-1800-240</i>	1800	240	25	85

2.1.5.2. Basqıaltı ilə işləyən nasoslar

Praktikada magistral neft (neft məhsulları) kəmərlərində lazım olan basqını yaratmaq üçün əsas nasosların girişində basqıaltı (köməkçi) ilə işləyən və ya köməkçi HD_bH və HD_cH (cədvəl. 2.4) tipli nasoslar quraşdırılır. Bu nasosların işarələnmə şifrləri aşağıdakı kimi açıqlanır:

Cədvəl 2.4

Basqıaltı ilə işləyən nasosların texniki xarakteristikaları

Göstəricilər	Nasoslar			
	8ND_bN	12ND_cN	14 HD_cH	18HD_cH
Verim , m³/saat	600	1000	1260	1980
Basqı, m	35	24	37	34
F.i.ə., %	79	85	87	91
Valın fırlanma tezliyi,dövr/dəqiqə	960	930	960	730
Çarxın xarici diametri, mm	525	460	540	700
Kürəyin eni, mm	-	63	67	84
Sorma borusunun diametri, mm	250	350	400	500
Vurma borusunun diametri, mm	200	300	350	450

<i>Buraxıla bilən və- kuumetrik sorma hündürlüyü, m</i>	5,5	5	5	4,8
<i>Kütləsi, kq</i>	865	1592	-	-

1-ci ədəd – 25 dəfə kiçildilən basqı borusunun diametri (mm); H -nasos; D-iki tərəfdən girişli işçi çarxı; B -yüksək basqılı; C -orta basqılı; axırınıcı hərif H -neft .

Bütün köməkçi nasoslar konstruksiyalarına görə eynidir (birpilləli, iki-tərəfli girişi olan işçi çarxlı). HD_cH tipli nasoslar üçün tezgedişlilik əmsalı $n_s = 90 \div 110$, HD_bH nasoslar üçün isə $n_s = 60$ təşkil edir.

2.2. Qazı nəql etmək üçün kompressorlar

2.2.1. Kompressorlar və onların təsnifatı

Kompressor maşınları hava, buxar və qazın 0,2 MPa təzyiqdən aşağı olmayaraq sıxılması və nəqli üçün istifadə olunur. Ümumiyyətlə, kompressorlar soyuducu texnikada, qaz turbin qurğularında, reaktiv mühərriklərdə, təbii qazların və neftin çıxarılması, emalı və nəql edilməsində və digər sahələrdə istifadə olunur. Kompressorlar müxtəlif tipli və konstruksiyalı olurlar. Bunlardan pistonlu (porşenli), mərkəzdənqaçma, vintli, oxlu, rotorlu, membranlı və s. kompressorları misal göstərmək olar.

Qazların sıxılması üçün istifadə olunan bütün kompressorlar iki sinfə – porşenli və mərkəzdənqaçma qurğularına bölünür.

Porşenli kompressorların fəaliyyəti kompressorun silindrinin işçi həcmnin dəyişməsi hesabına qazın sıxlaşdırılması prinsipinə əsaslanır. Belə

ki, həcm çoxaldıqca silindrin işçi tutumu sorma borusu ilə birləşərək qazla dolur, həcm kiçildikdə isə orada olan qaz sıxılır və vurucu boruya sıxışdırılır.

Mərkəzdənqaçma kompressorlarında qazın təzyiqinin artması, ona böyük sürətin verilməsi və sonradan axının kinetik enerjisinin sıxılma işinə çevrilməsi yolu ilə əldə edilir.

Porşenli kompressorlar rotasion və vintli maşınlara bölünür. Bu maşınların da fəaliyyəti sıxışdırma prinsipinə əsaslanır, lakin onlarda çarx qolu-sürgü qolu olmadığı üçün rotor böyük sürətlə fırlana bilir və nəticədə onların kiçik qabarit və çəkirlərinə baxmayaraq nisbətən böyük məhsuldarlıq əldə oluna bilir.

İntiqalın tipinə görə kompressorlar iki qrupa bölünür:

1. Qazmühərrikli – kompressor qaz mühərriki ilə birlikdə hazırlanır;

2. İntiqallı–tələb olunan fırlanma tezliyindən, gücündən və parametrlərinin tənzimləmə diapazonundan asılı olaraq elektrik mühərriklərindən, qaz turbinlərindən və ya daxili yanma mühərriklərindən istifadə olunur.

Məhsuldarlığına görə kompressor qurğuları az ($0,015 \text{ m}^3/\text{s}$ qədər), orta ($0,015-1,5 \text{ m}^3/\text{s}$) və yüksək ($1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ və daha çox) məhsuldarlıqlı olur.

Yaratdığı təzyiqə görə də kompressorlar aşağı ($0,2-1,0 \text{ MPa}$), orta ($1-10 \text{ MPa}$), yüksək ($10-100 \text{ MPa}$) və daha yüksək təzyiqli (100 MPa -dan çox) olurlar.

Sıxılan qazın xarakteristikasına görə kompressor maşınları hava və qaz kompressorlarına bölünür.

Silindrlərinin oxlarının fəzadakı vəziyyətinə görə kompressor maşınları şaquli, üfüqi, bucaq (L , V və W şəkilli) və oppozit tipli (silindrləri horizontal vəziyyətdə oxun iki tərəfində yerləşən) olurlar.

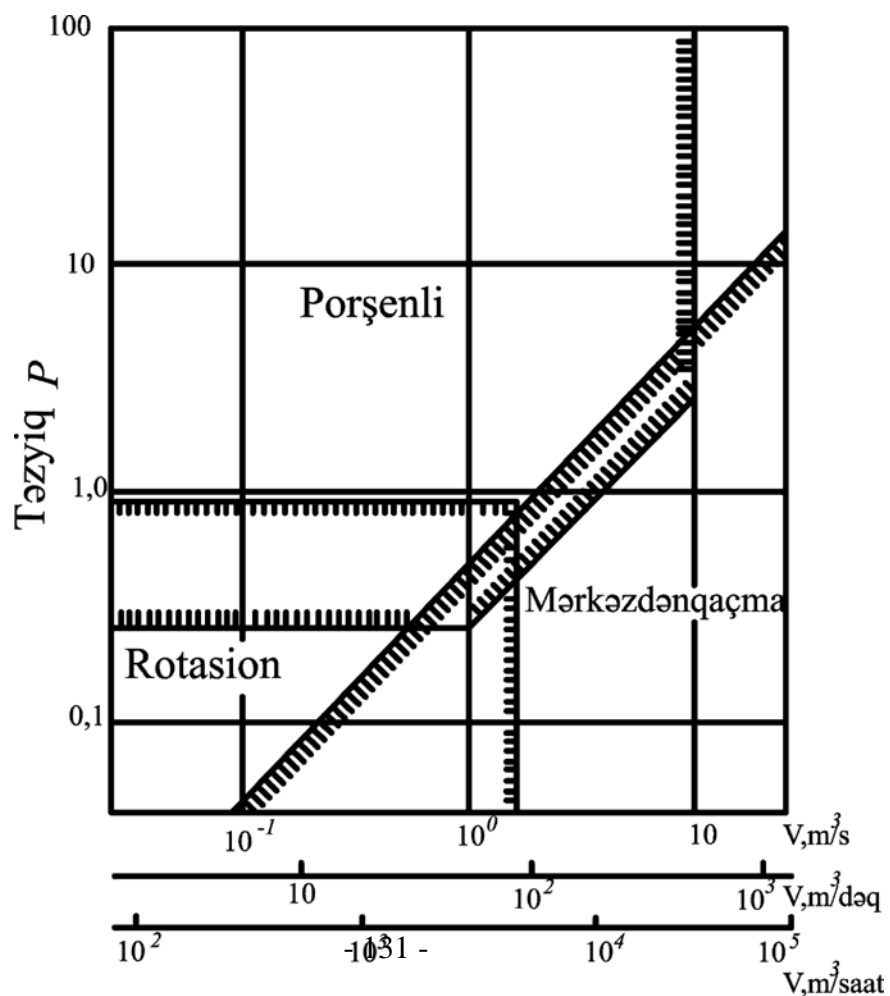
Kompressorlar həm də konstruktiv quruluşuna, təzyiqə, qazın sıxılma dərəcəsi və pillələrinin sayına, məhsuldarlığına və s. görə də fərqlənirlər.

Müxtəlif kompressorların məhsuldarlıq (V) və təzyiqdən asılı olaraq tətbiq sahələri şəkil 2.31-də göstərilmişdir.

Məhsuldarlıq çoxaldıqca mərkəzdənqaçma kompressorların, təzyiqin artması ilə isə porşenli kompressorların tətbiq olunması daha məqsədəuyğundur.

Bəzən, məsələn, qazın sıxlığının dəyişdiyi və ya məhsuldarlığın tənzimlənməsi zərurəti yarandığı hallarda mərkəzdənqaçma maşınları istifadə olunan sahələrdə porşenli kompressorların tətbiq olunması də sərfəli olur. Qeyd olunanlarla yanaşı, bu və ya digər sinfə məxsus olan kompressorların tətbiq sahəsi onların təkmilləşməsindən də asılı olaraq da dəyişə bilər.

Konkret layihələr üçün kompressorların sayı və tipinin seçilməsi onların



Şəkil 2.31. Müxtəlif sinfə məxsus kompressorların tətbiq sahəsi

sənayedə buraxılan nomenklaturasını da nəzərə almaqla, mümkün variantların texniki-iqtisadi təhlilinə əsasən həyata keçirilir.

Kompressorların təsnifatı və növləri cədvəl 2.5-də göstərilmişdir.

Cədvəl 2.5

Qazı nəql etmək üçün kompressorlar

<i>Kompressorların markaları</i>	<i>Mühərrik</i>	<i>Gücü</i>	<i>Məhsuldarlıq m³/dəq</i>	<i>Qazın təzyiqi, kqs/sm²</i>	
				<i>Girişdə</i>	<i>Çıxışda</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Porşenli kompressorlar (qaz-mühərrikli)					
<i>10 QKM1/25-55</i>	<i>Qaz mühərrikli</i>	<i>1000 a.q.</i>	<i>385</i>	<i>25</i>	<i>55</i>
<i>10 QKM1/23-42</i>	“-----”	“-----”	<i>504</i>	<i>23</i>	<i>42</i>
<i>10 QKM1/11-26</i>	“-----”	“-----”	<i>277</i>	<i>11</i>	<i>26</i>
<i>10 QKM1/17-35</i>	“-----”	“-----”	<i>409</i>	<i>17</i>	<i>35</i>
<i>10 QKM1/3,5-14</i>	“-----”	“-----”	<i>190</i>	<i>3,5</i>	<i>14</i>
<i>10 QKM1/55-125</i>	“-----”	“-----”	<i>400</i>	<i>55</i>	<i>125</i>
<i>10 QKM1/6-16</i>	“-----”	“-----”	<i>293</i>	<i>6</i>	<i>16</i>
<i>10 QKM1/1,7-6</i>	“-----”	“-----”	<i>225</i>	<i>1,7</i>	<i>6</i>
<i>10 QKM1/14-40</i>	“-----”	“-----”	<i>280</i>	<i>14</i>	<i>40</i>
<i>10 QKM2/1,5-17,4-1</i>	“-----”	“-----”	<i>112</i>	<i>1,5</i>	<i>17,4</i>
<i>10 QKM2/2-25</i>	“-----”	“-----”	<i>95</i>	<i>2</i>	<i>25</i>
<i>(4-25)</i>	“-----”	<i>1000 a.q.</i>	<i>(136)</i>	<i>(4)</i>	<i>(25)</i>

10 QKM2/4-35	“-----”	“-----”	118	4	35
10 QKM2/1,3-28,5	“-----”	“-----”	60	1,3	28,5
10 QKM2/1,3-14,3	“-----”	“-----”	81,6	1,3	14,3
10 QKM2/1,1-14	“-----”	“-----”	53,5	1,1	14
10 QKM2/1,6-11,1	“-----”	“-----”	44,4	1,6	11,1
0,79-15	“-----”	“-----”	35	0,79	15
10 QKH1/25-55-1	“-----”	1500 a.q.	595	25	55
10 QKH1/6-16	“-----”	“-----”	415	6	16
10 QKH1/17-35	“-----”	“-----”	625	17	35
10 QKH1/3,5-14	“-----”	“-----”	260	3,5	14
10 QKH1/11-26	“-----”	“-----”	490	11	26
10 QKH1/55-125	“-----”	“-----”	586	55	125
10 QKH1/31-64	“-----”	“-----”	700	31	64
10 QKH1/47,4-56	“-----”	“-----”	2083	47,4	56
10 QKH1/24-38,6	“-----”	“-----”	883	24	38,6
10 QKH1/36,5-55	“-----”	“-----”	1133	36,5	55

Cədvəl 2.5-in ardı

1	2	3	4	5	6
10 QKH1/16-50	Qaz mühərrikli	1500 a.q.	353,5	16	50
10 QKH1/9,5-12,5	“-----”	“-----”	1208	9,5	12,5
10 QKH1/4-16 (5-16)	“-----”	“-----”	<u>225</u> (308,3)	<u>4</u> (5)	<u>16</u> (16)
10 QKH1/16-40	“-----”	“-----”	483,3	16	40
10 QKH2/1,69-15	“-----”	“-----”	109,5	1,69	15
10 QKH2/2-25	“-----”	“-----”	140	2	25
10 QKH2/1,5-17,4	“-----”	“-----”	155	1,5	17,4
10 QKH2/4-35	“-----”	“-----”	173,3	4	35
10 QKH2/5-55	“-----”	“-----”	170	5	55
10 QKH2/4-35	“-----”	“-----”			
10 QKH2/25-250	“-----”	“-----”	153	25	250
10 QKH2/50-250	“-----”	“-----”	225	50	250
10 QKH2/50-150	“-----”	“-----”	390	50	150
10 QKH3/5-100	“-----”	“-----”	130	5	100
10 QKH4/2-150	“-----”	“-----”	91	2	150
10 QKH4/1-55	“-----”	“-----”	88	1	55
10 QKHA1/25-55	“-----”	“-----”	595	25	55
10 QKHA1/36,5-55	“-----”	“-----”	1133	36,5	55
10 QKHA1/30-56 (38-56)	“-----”	“-----”	<u>683</u> (866,6)	<u>30</u> (38)	56
10 QKHA1/31,7-56 (47,4-56)	“-----”	“-----”	<u>750</u> (2083)	<u>31,7</u> (47,4)	56

10 QKHA2/(46-50)- (320-350)	“-----”	“-----”	196,7 (175)	50 (46)	350 (320)
MK8/(25-43)-56	Qaz mühərrikli	2800 a.q.	1068- 3800	25-43	56
MK8/50-150	“-----”	“-----”	850	50	150
Mərkəzdənqaçma kompressorları					
K-380-102-1	Elektrik mühərrikli	6000 Kvt	360	1,5	42
K-380-103-1	“-----”	“-----”	345	1,9	39
K-400-51-1	“-----”	“-----”	5	1,01	400
520-12-1	“-----”	10000	525	35,4	56-75
370-14-1	“-----”	6000	341	37,5	56-75
370-17-1	“-----”	6000	341	37,5	56-75
370-15-1	“-----”	4400	363	25,5	56,0
340-81-3	“-----”	3200	350	1,01	13,2
340-81-2	“-----”	2500	340	1,17	12

Cədvəl 2.5-in ardı

1	2	3	4	5	6
260-21-1	Qaz turbini	400	218	1	2
260-12-1	“-----”	4400	245	37,5	56
170-71-1	“-----”	1250	165	1,5	6,6
102-11-1	“-----”	1900	93	35,4	56
75-51-1	“-----”	820	156	2	15
40-51-1	“-----”	2000	44	12	36
QTK-7/5M	“-----”	630	117	1	5
22ÜKO-42/8-38	“-----”	1500	42	8	38
ÜKO-90/17-57	“-----”	6000	90	17	57
280-11-1	“-----”	4500	260	35	57
280-11-6	“-----”	4000	260	37,5	57
280-11-2	“-----”	4000	260	37,5	57
280-12-4	“-----”	4250	260	36	57
Porşenli kompressorlar (qaz-mühərrikli)					
H-300-1,23	“-----”	6000	400	57	75
NQ-280-9	“-----”	9000	680	34,5	57
Rotasion kompressorlar					
DRK28	“-----”	100 kVt	22,2	1	3,5
DRK50	“-----”	320	50	1	7
Vintli kompressorlar					
7VKQ-25/5	“-----”	124 kVt	27	0,8	5
VK-4/5-13	“-----”	65	20	5	13

- Qeyd:** 1. Kompessorların məhsuldarlığı standart şəraitdə göstərilib.
2. Qazmühərrikli kompessorlarında «H» indeksi turboüfurmə, «A»-avtomatlaşdırılmış deməkdir.

2.2.2. Kompessorun əsas parametrləri

Həcmi verim – kompessorun vahid zamanda sıxdığı qazın həcmidir, m³/s. Sorma şəraitinə gətirilmiş məhsuldarlıq – vurma qısa borusunda ölçülmüş və sorma şəraitinə hesablanmış qazın həcminə deyilir. Normal şəraitdə məhsuldarlıq –kompessorun vurma qısa borusunda ölçülmüş və normal şəraitə (təzyiq 0,1 MPa və temperatura 0°C) hesablanmış məhsuldarlıqdır.

Kütlə verimi – vahid zaman ərzində kompessorun sıxdığı qazın kütləsidir, kq/s.

Kompessorun girişində qazın təzyiqi – kompessor girişindəki qısa boruda ölçülmüş qazın mütləq təzyiqidir.

Kompessorun girişində qazın temperaturası – kompessorun girişindəki qısa boruda qazın temperaturudur.

Kompessorun çıxışında qazın temperaturası – kompessorun çıxışındakı qısa boruda qazın temperaturudur.

Sıxılma dərəcəsi – kompessorun çıxışında və girişində olan mütləq təzyiqlərin nisbətidir.

Güç – qaz mühitinin müəyyən həcmi üçün kompessorun vahid zaman ərzində gördüyü işdir.

Nəzəri güc – müəyyən termodinamiki prosesdə verilmiş miqdarda qazın sıxılması üçün vahid zaman ərzində tələb olunan işdir.

İndikator güc (pistonlu kompressorlar üçün) – tsiklin indikator işinə uyğun olan gücdür.

Qazdinamiki güc – verilmiş işçi qazın vahid zaman ərzində sıxılmasına və nəql edilməsinə lazım olan faktiki işdir. Bu iş mexaniki sürtünmədən başqa bütün növ itkiləri nəzərə almalıdır: termodinamiki itkilər, sızmadan alınan itkilər, hidravliki müqavimətlərdən alınan itkilər.

Kompressorun sərf etdiyi güc – qazın sıxılmasına, nəql edilməsinə və eləcə də kompressorlarda bütün növ itkilərə, mexaniki itkilər də daxil olmaqla, sərf edilən gücdür.

Kompressorun maksimal gücü – kompressorun işi zamanı sərf edilən maksimum gücdür: kompressorun girişindəki təzyiq sabit və çıxışında dəyişən olduqda və ya kompressorun çıxışındakı təzyiq sabit və girişindəki dəyişən olduqda.

Kompressor qurğusunun gücü – verilmiş həcmdə qazın sıxılması və nəql edilməsi zamanı kompressorlarda sərf edilən bütün növ itkiləri, birləşdirici bəndlərdə (muftada, reduktorda və s.) və intiqal mühərriklərində itkiləri dəf etmək üçün tam gücdür.

Kompressorun faydalı iş əmsali – verilmiş miqdarda qazın sıxılması üçün tələb olunan faktiki sərf olunan gücün nəzəri gücə olan nisbətidir.

2.2.3. Səmt qazlarının yığılması və nəqli sistemlərində tətbiq olunan qurğular

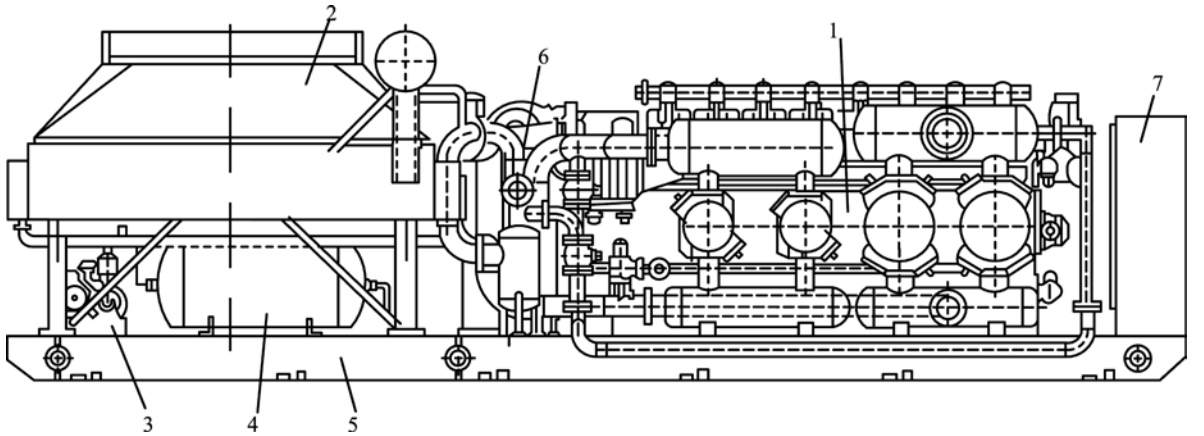
QM-8 kompressorunun bazasında gücü 550 a.q olan KS -550 çoxbloklı avtonom kompressor stansiyası istehsal edilir və bu stansiya mədənlərdə neft qazının (səmt qazın) yığılması, hazırlanması və nəqli üçün nəzərdə tutulur.

KS-550 kompressor stansiyasının ümumi görünüşü şəkil 2.32-də göstərilmişdir.

Stasionar kompressor stansiyaları ilə müqayisədə bu stansiyanın üstün cəhətləri ondan ibarətdir ki, onu tez quraşdırmaq və demontaj etmək, bir yerdən başqa yerə daşımaq, dəfələrlə istifadə etmək mümkündür. Bundan əlavə, xüsusi kapital qoyuluşu və istismar xərcləri aşağıdır.

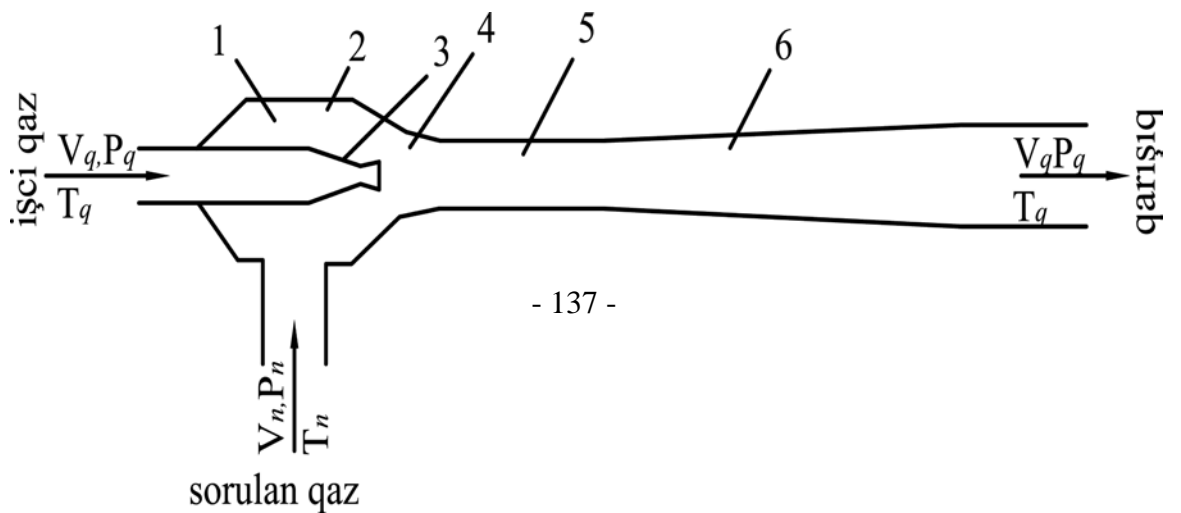
KS-550 kompressor stansiyasının komplektinə qazmühərrikli kompressoru, radiator-ventilyasiya qurğusu, separatorlar, yağ süzgəcləri, hava təmizləyici və səsboğucu blokları həmçinin boru kəmərləri, birləşdirici bloklar və digər hissələr daxildir.

Qazın nəql edilməsi üçün istifadə olunan qurğulardan biri şırnaqlı kompressorlar və ya qaz ejektorlarıdır.



Şəkil 2.32. KS-55 kompressor stansiyasının ümumi görünüşü

1-qazmühərrikli kompressorlar; 2-radiator-ventilyator qurğusu;
3-işəsalma kompressoru; 4-işəsalma balonu; 5-rama; 6 -sıxılan qazın
boru xətti; 7-nəzarət-ölçü cihazlarının şiti



Şırnaqlı kompressorun (qaz ejektorunun) prinsipial sxemi şəkil 2.33-də göstərilmişdir.

Şəkil 2.33. Qaz ejektorunun prinsipial sxemi

1-qəbul kamerası; 2-konfuzor; 3-fəal saplo borusu; 4-passiv saplo (həlqəvi yarıq); 5-quraşdırma kamerası; 6-diffuzor

Bu kompressorun əsas elementləri qəbul kamerası (1), konfuzor (2), yüksək təzyiqli işçi qazın lazım olan şırnağını yaratmağa imkan verən fəal saplo borusu (3), aşağı təzyiqli, sorulan qazın şırnağını yaradan passiv saplo (həlqəvi yarıq) (4), qarışdırma kamerası (5) və qazın sonradan nəqli üçün onun lazımı təzyiqli qarışığını formalaşdıran diffuzordan (6) ibarətdir. Saplarda (3) yüksək basqılı işçi qaz kəskin olaraq axma sürətini artırır. Bu zaman onun temperaturu ani olaraq, aşağı düşür. Qaz axımının böyük sürətli olması ilə əlaqədar olaraq şırnaq ejektorun divarları və ətraf mühitlə istilik mübadiləsində olmur və ona görə də temperatur qazın ejektora daxil olma temperaturundan xeyli aşağı olur.

İşçi qaz şırnağı, böyük sürətə malikdir və onun ətrafında aşağı təzyiqli yarandığı üçün qəbul kamerasından (1) aşağı təzyiqli qazın sorulmasına imkan yaranır. Qarışdırma kamerasında və diffuzorda aktiv və sorulan qazın qarışması baş verir. Bu zaman onların temperaturu və axma sürəti bərabərləşir, qurğudan çıxış yolunda qazların tormozlanması zamanı isə həmin parametrlərin artması baş verir. Ejeksiya prosesi işçi qazın enerji və təzyiqinin itməsi ilə müşahidə olunur.

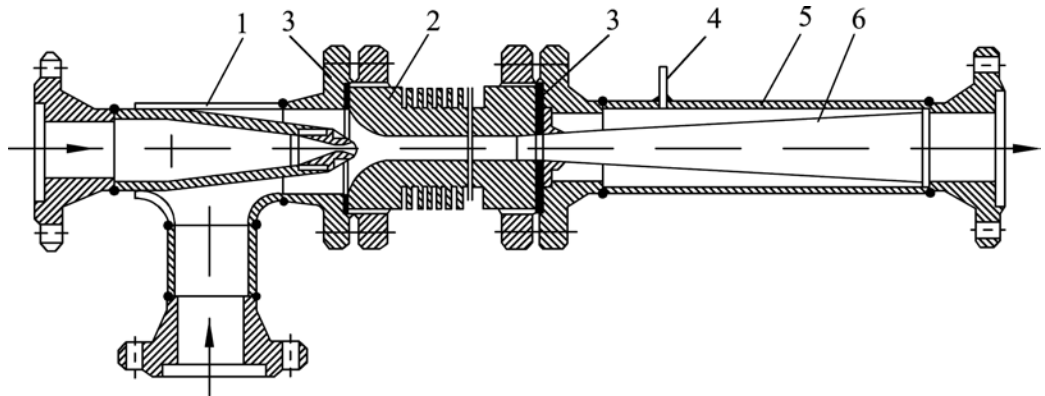
Qazşırnaqlı qurğuların işinin səmərəliliyini xarakterizə edən əsas parametrlər aşağıdakılardır:

- ***Ejeksiya əmsalı.*** Bu əmsal sorma və işçi qazların çəki sərtlərinin nisbətini xarakterizə edir;

• **Faydalı iş əmsalı**, hansı ki, sorma qazının sıxılması işinin işçi qazın genişlənməsi zamanı yaranan işə olan nisbətini xarakterizə edir. Bu əmsal ejektorlar üçün faktiki olaraq 30 %-dən çox olmadığı üçün onların tətbiq sahəsini xeyli məhdudlaşdırır. Lakin izafi təzyiqli işçi qazı olduqda əksər hallarda ejektorların tətbiqi iqtisadi cəhətdən əlverişli ola bilər, çünki, onlar çox sadə konstruksiyaya malik olmaqla mexaniki kompressorlardan çox ucuz başa gəlir və quraşdırmaları çox asandır.

Ejektorlar əsasən, aşağı təzyiqli neft (səmt) qazların sıxılması üçün yüksək basqılı təbii qazların istifadəsi zamanı, aşağı təzyiqli qazın təzyiqini artırmaq üçün magistral qaz kəmərlərində qazın izafi enerjisindən istifadə olunduqda, separasiyanın birinci pilləsində qazın enerjisindən istifadə etmək hesabına aşağı pilləli separasiyadan neft qazlarının yığılımı və nəqli zamanı və başqa hallarda istifadə olunur.

Ən sadə və ən geniş tətbiq olunan ejektorlardan EQ-P/D tipli qurğunu göstərmək olar (şəkil 2.34). Burada *E*-ejektor; *Q*-qaz; *P*-işçi təzyiq; *D*-qəbul kamerasının sorma borusunun diametrini göstərir.



Şəkil 2.34. EQ -P/D qaz ejektoru

Ejektorun kamerası (1) standart hissələrdən qaynaq edilərək yığılır. Qarışdırma kamerası (2) qızdırma zamanı istiliyin yaxşı qəbulu və hidratyaranmanın qarşısını almaq üçün xüsusi quruluşa malikdir.

Diffuzor (6) nazik list poladdan hazırlanmaqla yüksək təzyiqli xarici örtüklə (5) təchiz olunur. 1 və 2 kameralarının flənsləri və diffuzorun örtüyü arasında kipləşdiricilərdən (3) istifadə olunur ki, qızdırma zamanı hermetiklik yaxşı təmin olunsun. Ejeksiyanın rejimlərinin dəyişilməsi, yəni fəal saplonun diametrinin və diffuzorun giriş ölçüsünün azaldılması və ya artırılması zamanı diffuzor dəyişməz qalır.

Qızdırıcının alışqanına qaz ştuserdən (4) götürülür. Diffuzor və onun örtüyü arasında qalan boşluq qızdırıcıya daxil olan qazın hazırlanması üçün sadə gravitasiya separatoru kimi istifadə olunur. EQ-P/D tipli ejektorların müxtəlif növləri cədvəl 2.6- da göstərilmişdir.

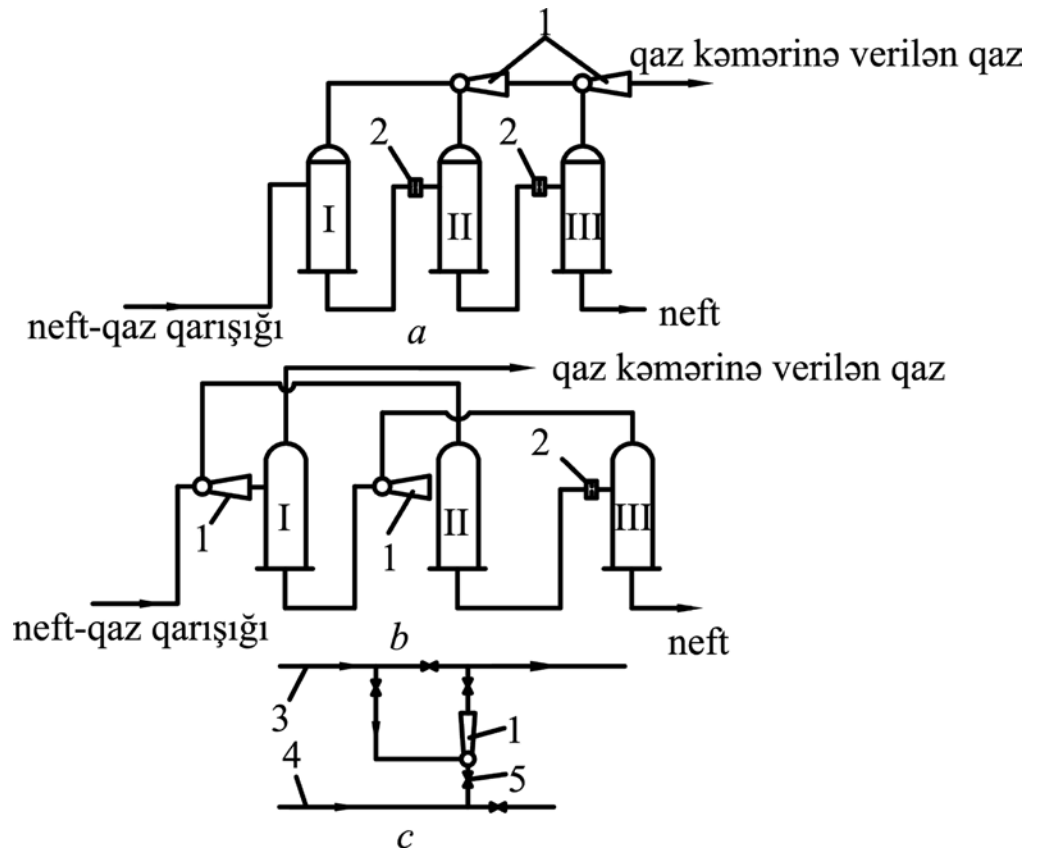
Cədvəl 2.6

EQ-P/D tipli ejektorların növləri və göstəriciləri

<i>Ejektor</i>	<i>Maksimal işçi təzyiqi, MPa</i>	<i>İşçi qazının maksimal sərfi, min m³/gün</i>	<i>Qabarit ölçüləri (uzunluğu, hündürlüyü, eni), mm</i>	<i>Çəkisi, kq</i>
<i>EQ-200/70</i>	200	100	900x400x300	125
<i>EQ-40/125</i>	40	450	1500x400x300	250
<i>EQ-100/125</i>	100	900	1792x400x616	280
<i>EQ-160/125</i>	160	950	1800x800x650	300
<i>EQ-25/250</i>	25	1900	3000x900x700	600
<i>EQ-64/250</i>	64	3500	3500x900x750	700

<i>EQ-100/250</i>	100	4500	3500x900x800	800
--------------------------	-----	------	--------------	-----

Neft qazının sıxılması üçün ejektorların tətbiqinin bəzi prinsiplial texnoloji sxemləri şəkil 2.35-də göstərilmişdir. Səmt qazının yığılması və nəqli sistemlərində ejektorlardan istifadə edilməsinin başqa sxemləri də mümkündür.



Şəkil 2.35. Neft qazlarının sıxılması üçün tətbiq olunan ejektorların prinsiplial texnoloji sxemləri

a- separasiyanın II və III pillələrində neft qazının sıxılması üçün ejektorun tətbiqi; b –eyni vaxtda ejektorlardan droselləmə kimi istifadə olunmaqla; c-ejektorun qaz kəmərinə tətbiqi; 1-ejektor; 2-təzyiq tənzimləyicisi; 3-aşağı təzyiqli qaz kəməri; 4-yüksək təzyiqli qaz kəməri; 5-siyirtmə

2.2.4. Porşenli qaz-mühərrikli və mərkəzdənqaçma qazvurucu qurğularla təchiz olunmuş kompressor stansiyaları

Kompressor stansiyaları magistral qaz kəmərlərinin əsas tərkib hissələrindən biridir. Kompressor stansiyalarının vəzifəsi qazın sıxılması ilə təzyiqini qaldırmaq hesabına qaz kəmərinin buraxma qabiliyyətinin artırılması, həmçinin qazı nəqlə hazırlamaqdan ibarətdir. Təyinatı və qaz kəmərinin hansı hissəsində yerləşməsindən asılı olaraq kompressor stansiyaları baş və aralıq stansiyalara ayrılır. Baş kompressor stansiyaları qaz kəmərinin başlanğıcında yerləşir burada qazın nəqlə hazırlanması və hesablanmış təzyiqə kimi sıxılması həyata keçirilir.

Aralıq kompressor stansiyaları qaz kəmərinin trası boyu 100-200 km məsafədə yerləşir. Baş və aralıq stansiyaların texnoloji sxemlərində prinsipial fərq yoxdur. Fərq ancaq qazın nəqlə hazırlanması qurğularının fərqlənməsindədir. Belə ki, baş stansiyada qazın nəqlə hazırlanması tam həyata keçirilirsə, aralıq stansiyalarda bu hazırlıq qazın mexaniki qarışıq, kondensat və sudan təmizlənməsi ilə məhdudlaşır.

Kompressor stansiyalarının əsas avadanlıqları kompressor qurğuları hesab edilir. Magistral qaz kəmərlərində tələb olunan şəraitdən asılı olaraq əsasən porşenli qaz-mühərrik kompressorları və mərkəzdənqaçma qazvurucu qurğulardan istifadə olunur.

Porşenli qaz-mühərrik kompressorları bir qurğuda güc hissəsini və kompressoru birləşdirməklə yüksək etibarlılığa malik olur. Lakin gücü nisbətən az (3700 kVt-dək) olduğu üçün bu kompressorlar məhsuldarlığı böyük olmayan qaz kəmərlərində tətbiq olunur.

Konstruktiv icrasına görə porşenli (pistonlu) kompressorlar aşağıdakı təsnifata malikdir:

- sıxılma pillələrinin sayına görə - birpilləli, ikipilləli, üçpilləli və s;
- silindirlərin yerləşmə sıralarına görə-bir, iki və çoxsıralı;
- hərəkət mexanizminin konstruksiyasına görə-kreskoplu, kreskopsuz;
- təsir prinsipinə görə-sadə və ya iki təsirli və diferensial təsirli;
- soyuducu agentin növündən asılı olaraq-hava və ya su ilə soyudulan.

Mərkəzdənqaçma qaz-turbin kompressorları yüksək məhsuldarlıqlı qurğular hesab edilir. Ona görə də bu kompressorlar əsasən, güclü qaz kəmərlərində tətbiq olunur. Porşenli kompressorlarla müqayisədə qaz-turbin kompressorlarının digər müsbət cəhətləri də vardır. Belə ki, bu kompressorlar yağı az işlədir və güclü su soyuducu qurğusu olmadan işləyə bilər. Bundan əlavə, onlar az vibrasiyaya uğrayır, havanın aşağı temperaturunda gücünü xeyli artırır və məsafədən asanlıqla idarə oluna bilər. Lakin porşenli kompressorlarla müqayisədə bu kompressorların f.i.ə. aşağıdır. Qazturbin mərkəzdənqaçma kompressor maşınlarının gücü 4000-25000 kVt intervalında dəyişə bilər.

Elektrik mühərriki ilə işləyən mərkəzdənqaçma kompressorları daha ucuz, kompakt olmaqla az yanğın təhlükəlidir. Bu qurğularda sıxılma dərəcəsi 1,2-1,3, f.i.ə isə 0,21-0,28 intervalındadır.

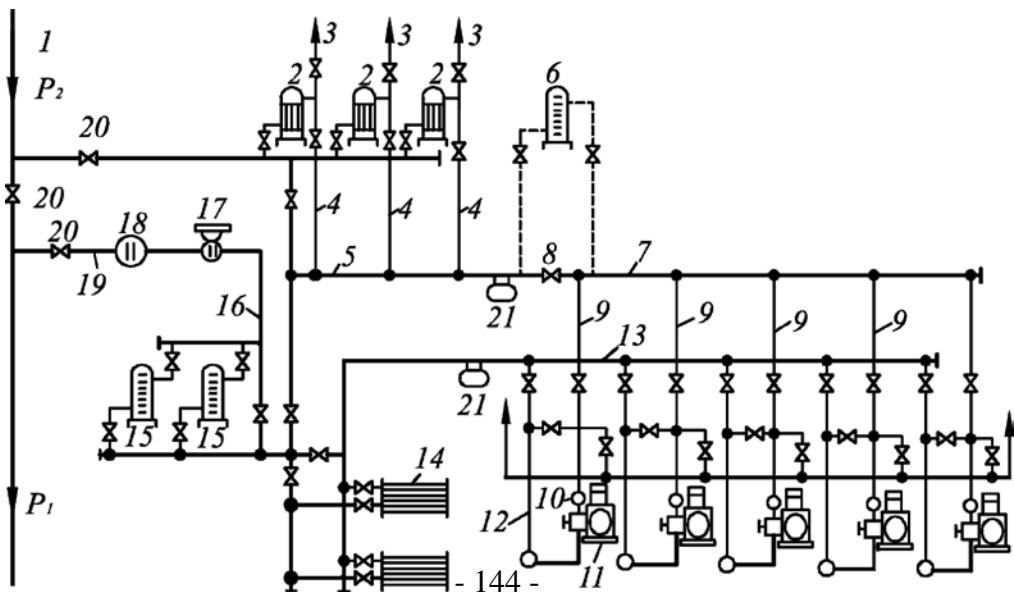
Qaz kompressorlarının seçilməsi zamanı onların növü və xarakteristikalarından, həmçinin kompressor stansiyasında quraşdırılan köməkçi avadanlıqlardan asılı olaraq texniki-iqtisadi göstəriciləri nəzərə

alınır. Bu zaman istismar xərclərinin nəzərə alınmasının çox əhəmiyyəti vardır.

Qaz kəmərlərində tikilən kompressor stansiyaları tətbiq olunan kompressorların növündən asılı olaraq qaz-mühərrik, qaz-turbin, elektrik-mühərrikli, sıxılma dərəcəsinə görə isə bir və çox pilləli olur. Stansiyaların texnoloji sxemləri əsasən kompressorların tipi və növü, qazın keyfiyyəti, nəqlə hazırlanma qurğuları, həmçinin köməkçi avadanlıqlardan və sistemlərdən asılıdır

Şəkil 2.36-da birpilləli sıxılma halı üçün qaz-mühərrik kompressorları ilə təchiz olunmuş baş kompressor stansiyasının texnoloji sxemi göstərilmişdir.

Şəkildə göstərilən sxemlə aşağıdakı əsas əməliyyatların aparılması nəzərdə tutulub; qaz kəməri (1) ilə stansiya daxil olan qaz şamlarla (3) təchiz olunmuş toztutucusuna (2) daxil olur və təmizlənmiş halda boru kəməri (4) ilə kollektora (5) qəbul olunur. Buradan qaz kükürd təmizləyicisinə (6) (əgər kükürdün miqdarı hər 100m^3 qazda 2 q-dan çox olarsa), sonra isə sorma kollektoruna (7) verilir. Əgər qazın tərkibində kükürd yoxdursa, o, kollektordan (5) açıq siyirtmə (8) vasitəsilə kükürd təmizləyicisindən yan keçməklə sorma kollektoruna ötürülür və oradan boru kəməri (9) ilə kompressorların (11) sorma kollektoruna (10) verilir.



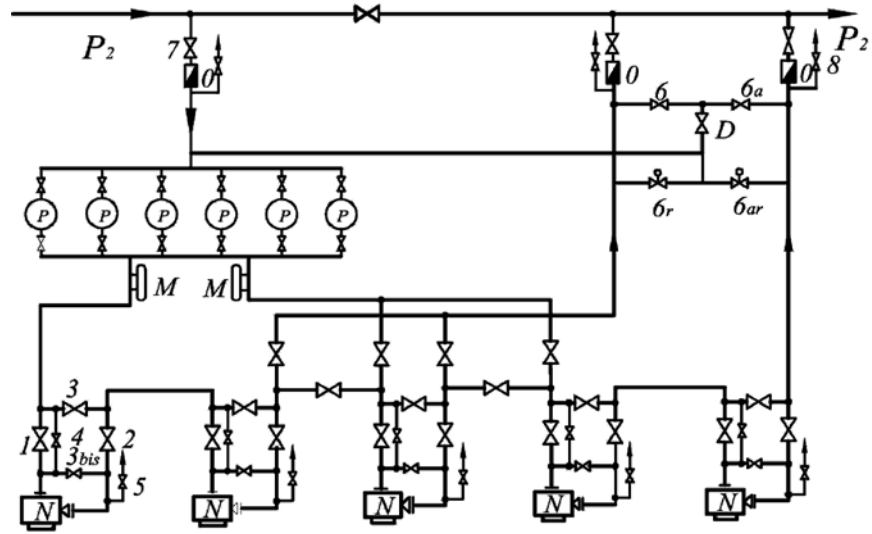
Şəkil 2.36. Porşenli qaz-mühərrik kompressorları ilə təchiz olunmuş kompressor stansiyasının texnoloji sxemi

Sıxılan qaz boru kəməri (12) ilə təzyiq altında vurucu kollektora (13), oradan isə zərurət yarandıqda suvarma soyuducusuna (14) və ya ondan yan keçməklə qurudulmaq məqsədi ilə qurğuya (15) daxil olur. Quru qaz boru kəməri ilə (16) odorizasiya olunmaq üçün qurğuya (17), sonra isə ölçü sahəsinə (18), daha sonra isə boru xətti ilə (19) açıq siyirtmədən (20) magistral qaz kəmərinə verilir. Sorma və vurma kollektorlarında quraşdırılan yağ tutucuları (21) qazla aparılan yağların bir hissəsini tutur.

Birpilləli kompressor stansiyalarının əsas xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, bütün kompressorlar həm sorma, həm də vurma kollektorlarına paralel olaraq qoşulduğu üçün onlardan hər birini istənilən vaxt ehtiyat kompressoruna çevirmək mümkündür.

Çoxpilləli sxemdə isə ehtiyata kompressorları qrup halında çıxarmaq lazım gəlir.

Şəkil 2.37-də vurucu qazın ikipilləli sıxılması üçün mərkəzdənqaçma tipli kompressor maşınlarla təchiz olunmuş kompressor stansiyasının texnoloji sxemi göstərilmişdir. Texnoloji sxemə uyğun olaraq magistral qaz kəməmindən təbii qaz krandan (7) keçərək şaquli yağlı toz tutucusuna (II) daxil olur, yağ tutucusundan (M) keçir və vurucu qurğularda sıxıldıqdan sonra əks klapən və krandan (8) keçməklə magistral qaz kəmərinə daxil olur. Sxemdə göstərilən kranlar (1,2) kompressor maşınlarını boru kəmərləri sistemindən ayırmaq üçün nəzərdə tutulub.



Şəkil 2.37. Mərkəzdənqaçma vurucularla təchiz olunmuş, qazın ikipilləli sıxılması üçün kompressor stansiyasının texnoloji sxemi
D-drossel kranı; H-turbovurucu; P- toztutucu; M-yağtutucu; O- əks klapan

Yoxlama sualları

1. Hansı prinsiplərə görə nasoslar bir-birindən fərqlənir?
2. Mərkəzdənqaçma nasoslarının hidravliki parametrlərini göstərin.
3. Nasosun yaratdığı tam basqı nədir?
4. Nasosun faydalı iş əmsalı necə tapılır?
5. Buraxıla bilən kavitasiya ehtiyatı nədir?
6. Magistral kəmərlərdə istifadə olunan əsas nasoslara hansı tələblər qoyulur?
7. Mərkəzdənqaçma nasosunun iş xarakteristikasını ($Q-H$) hansı analitik ifadə ilə qeyd etmək olar?

8. *Nasosların universal xarakteristikaları nədir və onları necə dəyişmək olar?*
9. *Nasosla boru kəmərinin cəm xarakteristikasının qurulmasında məqsəd nədir?*
10. *Boru kəmərinə mayelərin hansı hərəkət rejimləri mövcuddur?*
11. *Temperaturun dəyişməsi nasosun iş rejiminə necə təsir göstərir?*
12. *Ardıcıl və paralel birləşmiş boru xətləri ilə nasosun cəm xarakteristikalarını təhlil edin.*
13. *Atqı xəttinin boru kəməri ilə nasosun cəm xarakteristikasına təsiri necədir?*
14. *Ardıcıl və paralel birləşdirilmiş eyni və müxtəlif tipli nasoslarının cəm xarakteristikasını qurun.*
15. *Mərkəzdənqaçma nasoslarının iş rejimini hansı üsullarla dəyişmək olar?*
16. *Droselləmə ilə iş rejiminin tənzimlənməsi necə aparılır?*
17. *Baypas üsulu nədir?*
18. *Nasosun işçi çarxının xarici diametrinin azaldılması ilə tənzimləmə nə deməkdir?*
19. *Birləşmə sxemini dəyişməklə tənzimləmə necə aparılır?*
20. *Nasosların texniki xarakteristikasının və hesablama rejimlərinin əsas göstəriciləri hansılardır?*
21. *Qazları nəql etmək üçün hansı maşınlardan (qurğulardan) istifadə olunur?*
22. *Kompressor maşınlarının tətbiq sahəsi hansı göstəricilərdən asılıdır?*
23. *Kompressorların əsas parametrlərini göstərin.*
24. *Kompressorun faydalı iş əmsalı necə tapılır?*

25. *Porşenli kompressorların təsnifatı necədir?*

26. *Mərkəzdənqaçma qaz-turbin kompressorları haqqında nə bilirsiniz?*