

Hidravlik maşınlar və intiqallar

Hidravlik maşınlar və onların texnikada rolu

Hidravlika qanunları işləyən maşınlara **hidravlik maşınlar** deyilir. Hidravlik maşınlar iki yerə bölünürlər:

I. *Turbinlər* – mayenin enerjisini mexaniki enerjiyə çevirirlər;

II. *Nasoslar* – mexaniki enerjini yeri dəyişən mayenin enerjisinə çevirirlər. İş prinsiplərinə görə nasoslar iki yerə bölünürlər:

1) Dinamik nasoslar;

2) Həcmi nasoslar.

Dinamik nasoslar işçi orqanın mayeyə etdiyi təsirlərinə görə iki yerə bölünürlər: kürəkli nasoslar və sürtünmə nasosları.

Bu nasoslarda işçi orqanın formalarına görə bölünürlər:

I. Kürəkli nasoslar: 1. Mərkəzdən qaçan nasoslar;

2. Diaqonal nasoslar;

3. Oxlu nasoslar.

III. *Sürtünmə nasoslar*: 1. Qasırğa nasosları;

2. Lüləli nasoslar;

3. Hava qaldırıcıları.

Həcmi nasoslar işçi orqanın hərəkətinə görə bölünürlər:

1. İşçi orqanı irəli-geri hərəkət edən nasoslar;

2. İşçi orqanı fırlanan nasoslar (rotorlu).

Bu iki qrup nasosda öz növbəsində işçi orqanın formasına görə bölünürlər:

I. *İşçi orqanı irəli-geri hərəkət edən nasoslar*:

1. Porşenli nasoslar;

2. Plunjerli nasoslar;

3. Diaqramalı nasoslar;

4. Pnevmatik nasoslar.

II. *İşçi orqanın formasına görə rotorlu nasoslar bölünürlər*:

1. Dişli çarxlı nasoslar;

2. Vintli nasoslar;

3. Lövhəli nasoslar.

Bunlardan başqa hidravlik taran vakuum nasos, həcmi hidravlik ötürmə, hidrodinamik ötürmə (hidromufta və hidrotrasformator) və bəzi xüsusi mayeləri vurmaq üçün olan nasoslar da hidravlik maşınlara aiddir.

Texnikanın elə bir sahəsi yoxdur ki, orada hidravlik maşınlardan istifadə olunmasın. Maşınqayırma sənayesində metalkəsən dəzgahların sistemləri hidravlik ötürmədən ibarətdir.

İlk nasos porşenli nasos olmuşdur. Porşenli nasosdan buxar maşını ixtira edildikdən sonra geniş istifadə olunmuşdur. Mərkəzdənqaçan nasosların nəzəriyyəsini Eyler onların ixtirasından 100 il əvvəl vermişdir. Mərkəzdənqaçan nasoslardan geniş istifadə elektrik mühərriki ixtira olunduqdan sonra olunmuşdur.

Nasosların əsas parametrləri

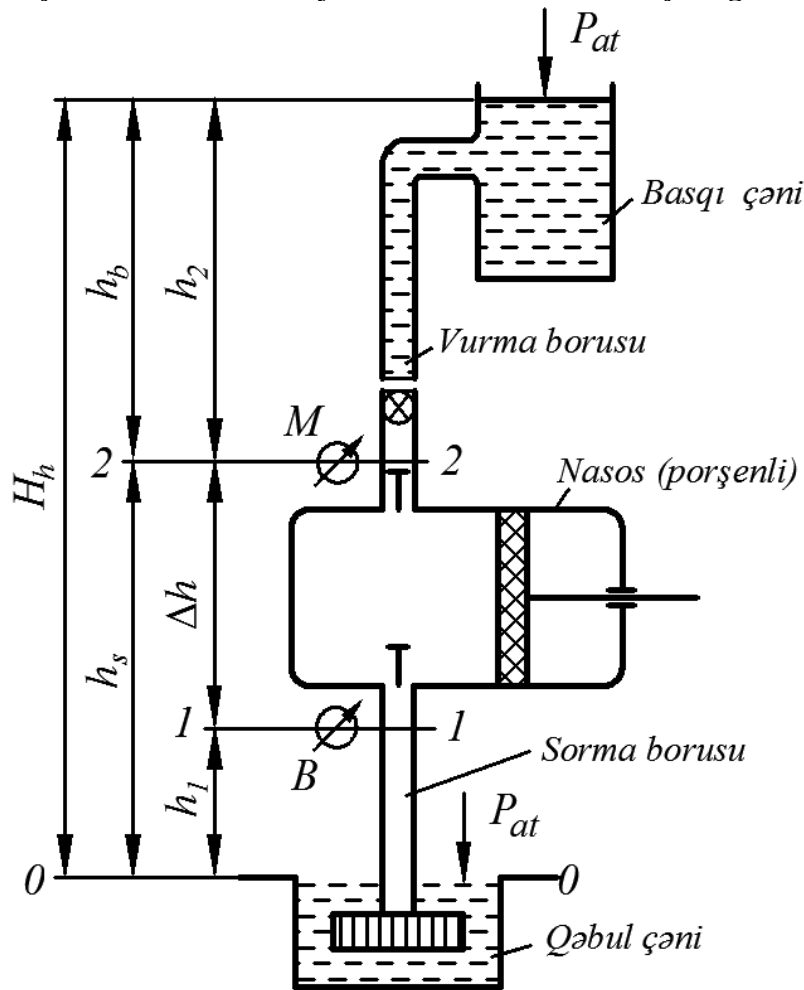
Şəkildə nasos qurğusunun sxemi göstərilmişdir:

h_c - sorma hündürlüyüdür; h_v - vurma hündürlüyüdür; $H_h = h_c + h_v$ - həndəsi hündürlük adlanır. Δh -monometrlərlə vakuummetrik oxları arasındakı məsafədir.

Nasos mayeyə enerji verdiyi üçün nasosun tam basqısı onun çıxışındakı və girişindəki xüsusi enerjilərinin fərfinə bərabərdir

$$H = H_2 - H_1.$$

H_2 - 2 - 2 kəsiyində monometr birləşən yerdə tam xüsusi enerji; H_1 - isə 1 - 1 – kəsiyində vakuummetr birləşən yerdə tam xüsusi enerjidir. Bunları Bernulli tənliyinə görə tapaq



Şəkil

$$H_2 = h_1 + \Delta h + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_v^2}{2g};$$

$$H_1 = h_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_v^2}{2g};$$

$$H = \Delta h + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_v^2}{2g} - \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_v^2}{2g}.$$

P_2 - 2 – 2 kəsiyində tam təzyiqdir.

$$P_2 = P_{at} + P_m.$$

P_1 - 1 – 1 kəsiyindəki tam təzyiqdir

$$P_1 = P_{at} - P_v.$$

Qiymətləri yerinə yazsaq

$$H = \Delta h + \frac{P_m}{\rho g} + \frac{P_v}{\rho g} + \frac{v_v^2 - v_c^2}{2g}.$$

$$\frac{P_m}{\rho g} = h_m - \text{monometrik hündürlük};$$

$$\frac{P_v}{\rho g} = h_v - \text{vakuummetrik hündürlük}.$$

$$H = h_m + h_v \pm \Delta h + \frac{v_v^2 - v_c^2}{2g}.$$

Əgər monometr nasosun oxundan yuxarıda yerləşərsə Δh -nı işarəsi müsbət, aşağıda yerləşərsə - olacaqdır.

Əgər sorma borusu ilə vurma borusunun diametri eyni olarsa, yəni borusunun $v_b = v_c$ olsa onda

$$H = h_m + h_v \pm \Delta h.$$

Nasosun yaratdığı təzyiq

$$P = \rho g H = P_m + P_v \pm \rho g \Delta h + \rho \frac{v_b^2 - v_a^2}{2}.$$

Nasosun vahid zamanda vurduğu mayenin miqdarına onun **məhsuldarlığı** deyilir.

$$Q = \frac{W}{t} = \frac{sm^3}{san} = \frac{m^3}{saat}.$$

Çəki məhsuldarlığı isə

$$G = \rho g Q = \frac{kq}{san} = \frac{H}{san}.$$

Nasosun vahid zamanda gördüyü işə **faydalı güc** deyilir.

$$N_f = \rho g Q H = kVt = \frac{kq \cdot m}{san}.$$

$$N_f = \frac{\gamma Q H}{75} \text{ a.q.}$$

$$N_f = \frac{\gamma Q H}{102} \text{ kv.t}$$

Nasosun faydalı gücünü təzyiqə görə aşağıdakı kimi tapa bilərik

$$N_f = P Q \text{ kv.t}$$

Nasosun gücünü N ilə işarə edək. Buna tələb olunan və yaxud **valdakı güc** də deyilir. Nasosda itkilər olduğu üçün

$$N > N_f \text{ olur.}$$

$$\eta = \frac{N_f}{N} < 1 \text{ nasosun f.i.ə. adlanır.}$$

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

η_0 - həcmi f.i.ə. itkiləri nəzərə alır;

η_h - hidravlik f.i.ə.;

η_m - mexaniki f.i.ə.

$$\eta = 0,6 \div 0,9 .$$

Nasosun ölçüləri artdıqca onun f.i.ə.-da böyük olur. Mayeni qabın çəmindən basqı çəninə vurmaq üçün tələb olunan basqı

$$H_0 = h_c + h_v + h_{wc} + h_{wb} .$$

h_{wc} və h_{wb} - sorma və vurma borularındakı hidravlik itkilərdir

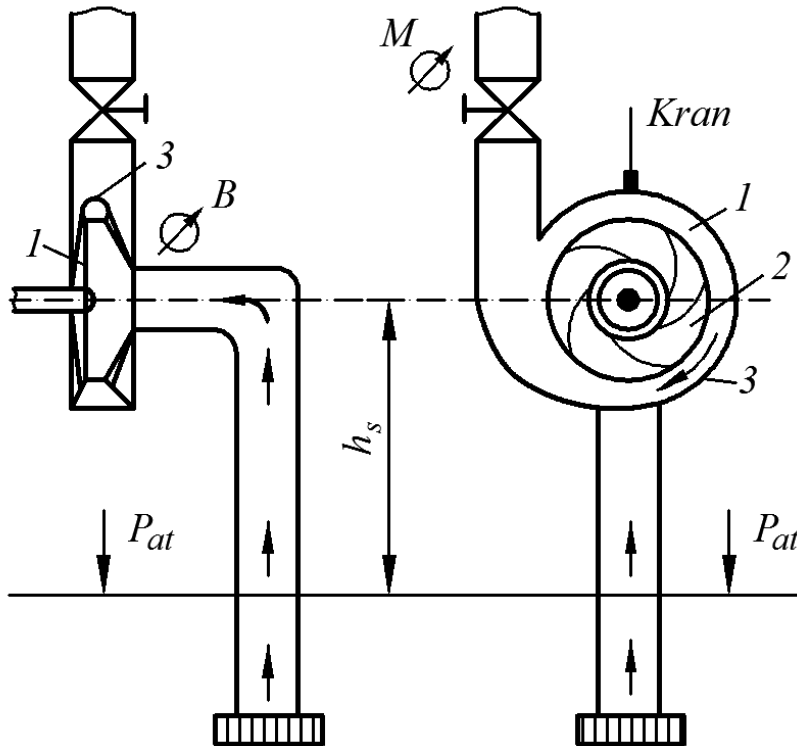
$$h_{wc} + h_{wb} = \sum H_w \text{ onda}$$

$$H_0 = H_h + \sum H_w .$$

H_0 - boru kəmərinin xarakteristikasıdır. Nasosun normal işləməsi üçün tələb olunan basqı ilə, nasosun yaratdığı basqı bərabər olmalıdır, yəni $H = H_0$.

Mərkəzdənqaçan nasoslar, sxemi və iş prinsipi

Mərkəzdənqaçan nasosların əsas hissəsi içmi çarxdır (1). İşçi çarx tərpənməz kürəklər sistemindən ibarətdir (2). İşçi çarx ilbizə oxşar kamera içərisində yerləşir (3).



Şəkil

Mərkəzdənqaçan nasosların cəhəti ondan ibarətdir ki, o ilk dəfə mayeni sora bilmir. Onun içərisini maye ilə doldurmaq lazımdır. Bunun üçün kiçik nasoslarda krandan istifadə olunur. Böyük nasoslarda isə vakuumnasosdan istifadə olunur. Nasosun içərisi maye ilə doluqdan sonra elektrik mühərriki işə salınır. İşçi çarx fırlanmağa başlayır. Mərkəzdənqaçma qüvvəsi yaranır

$$F = ma = m\omega^2 R.$$

Bu qüvvənin təsirindən maye mərkəzdən kənara verilir. Kənara verilən mayenin yerini mayenin üzülməməzliyinə görə yeni maye tutur. Beləliklə, maye sorulub vurulur. Odur ki, bəzən bu nasoslara **axar nasoslar** deyilir. Buna görə də nasoslarda klapanlara ehtiyac olmur.

Mərkəzdənqaçan nasosların növləri

I. 1 – 2 və çox çarxlı nasoslar.

Bir val üzərində yerləşən işçi çarxlara maye ardıcıl verilsə, nasosun məhsuldarlığı sabit qalar, təzyiqi isə işçi çarxların sayından asılı olaraq pillə-pillə artar. Belə nasoslara **pilləli nasoslar** deyilir. Əgər işçi çarxlara maye paralel verilsə, onda məhsuldarlıq artacaq, təzyiq sabit qalacaq. Belə nasoslara **çox axarlı nasoslar** deyilir.

II. Mayenin işçi çarxa daxil olmasına görə bir və iki tərəfli girişli nasoslar.

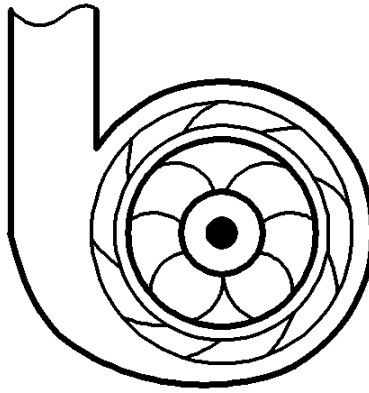
Əgər maye işçi çarxa bir tərəfdən daxil olarsa, ox istiqamətində qüvvə yaranır. Bu qüvvə də işçi çarxı sorma tərəfə itələyər. İşçi çarx ilbizə oxşar kameraya sürtünər və get-gedə sıradan çıxar. Odur ki, bu qüvvənin alınmaması üçün mayeni işçi çarxa iki tərəfdən verirlər.

III. Üfqə və şaquli vallı nasoslar.

IV. Alçaq təzyiqli (2 və 3 atm.), orta təzyiqli (3 və 6 atm.) və yüksək təzyiqli (6 atm-dən çox).

V. İstiqamətverici aparatlı və istiqamətverici aparatsız nasoslar.

Maye işçi çarxdan çox yüksək sürətlə xaric olunur. Deməli kinetik enerji də çox olur. Kinetik enerjini potensial enerjiyə çevirmək lazımdır. Yəni təzyiqi artırmaq lazımdır. Kiçik nasoslarda bu vəzifəsini ilbizəox^oar kamera yerinə yetirə bilir. Böyük nasoslarda bunun üçün istiqamətverici aparatdan istifadə edirlər. İstiqamətverici aparat tərپənməz güyrəklər sistemindən ibarətdir.

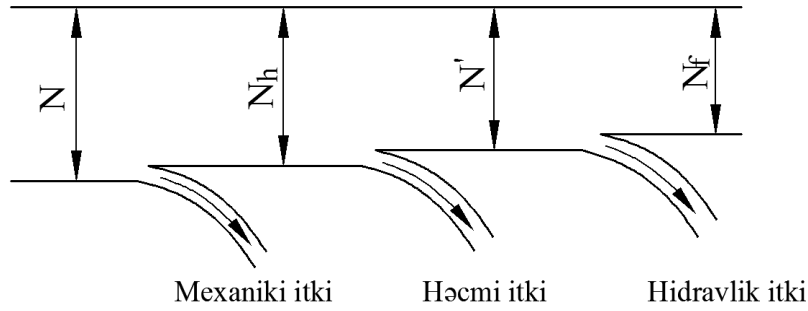


Şəkil

İstiqamətverici aparatın kürəklərinin forması işçi çarxın güyrəklərinin əksinə olur, sayı isə ya bərabər ya da 1 – 2 dənə artıq olur.

Mərkəzdənqaçan nasoslarda enerji balansı

Nasoslarda əsasən üç cür enerji itkisi olur: mexaniki, həcmi də hidravliki.



Şəkil

Nasosda olan bütün itkiləri nasosun tam f.i.ə. nəzərə alır

$$\eta = \frac{N_f}{N},$$

$N_f = \rho g Q H$ - faydalı güc;

$N = \frac{\rho g Q H}{\eta}$ - nasosun gücü.

Nasosda olan mexaniki itkiləri mexaniki f.i.ə.-ı nəzərə alır.

$$\eta_m = \frac{N - N_m}{N}$$

N_m - mexaniki itkilərə sərf olan gücdür.

$$N - N_m = N_m = \rho g Q_n H_n -$$

hidravlik güc adlanır. Q_n - nasosun nəzəri məhsuldarlığıdır; H_n - nasosun nəzəri basqısıdır.

$$\eta_m = \frac{\rho g Q_n H_n}{\rho g Q H} \eta,$$

$$\eta = \eta_m \frac{QH}{Q_n H_n}. \quad (1)$$

Nasosda olan həcmi itkiləri həcmi faydalı iş əmsalı nəzərə alır

$$\eta_0 = \frac{N_h - N_0}{N_h}.$$

$N_0 = \rho g H_n \Delta Q$ - həcmi itkilərə sərf olan gücdür.

ΔQ - həcmi itkilərdir.

$$\begin{aligned} N' &= N_h - N_0 = \rho g H_n Q_n - \rho g H_n \Delta Q = \\ &= \rho g H_n (Q_n - \Delta Q) \end{aligned}$$

$Q_n - \Delta Q = Q$ - nasosun həqiqi məhsuldarlığıdır

$$N' = \rho g H_n Q,$$

$$\eta_0 = \frac{\rho g H_n Q}{\rho g H_n Q_n} = \frac{Q}{Q_n}. \quad (2)$$

Nasosda olan hidravlik itkiləri hidravlik f.i.ə. nəzərə alır

$$\eta_h = \frac{N_f}{N'} = \frac{\rho g Q H}{\rho g H_n Q} = \frac{H}{H_n}. \quad (3)$$

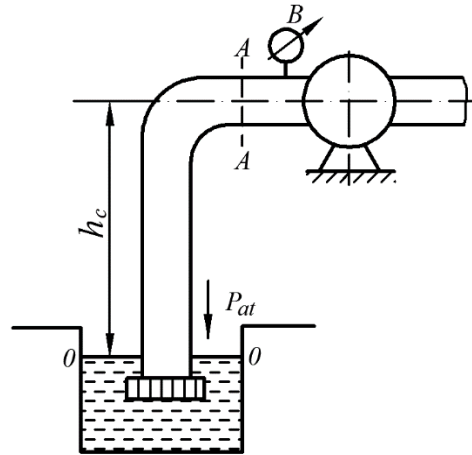
(2) və (3)-dən qiymətləri 1-də yerinə yazaq

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

$$\eta_{üm} = (0,6 \div 0,92).$$

Mərkəzdənqaçan nasoslarda sorma prosesi

Sorma hündürlüyünün tapılması vacib məsələlərdən biridir. Bu nasosun düzgün qurulması üçün çox vacibdir.



Şəkil

h_c - sorma hündürlüyünü tapmaq üçün 0 – 0 və 1 – 1 kəsikləri üçün Bernulli tənliyini yazaq.

$$\frac{P_{at}}{\gamma} = h_c + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_c^2}{2g} + h_{wc},$$

$$h_c = \frac{P_{at} - P_1}{\gamma} - \frac{v_c^2}{2g} - h_{wc}.$$

$$\frac{P_{at} - P_1}{\gamma} = \frac{P_v}{\gamma} = h_v - \text{vakuometrik sorma hündürlüyü deyilir}$$

$$h_c = h_v - \frac{v_c^2}{2g} - h_{wc}.$$

h_{wc} - sorma borusundakı hidravlik itkilərdir.

$$P_{atm} = 1 \text{ atm.};$$

$$\frac{P_{atm}}{\gamma} = 10 \text{ m.}$$

$P_1 > 0$ - əks halda mayenin bütövlüyü pozula bilər

$$P_v < 1 \text{ atm} \text{ və ya } h_v < 10 \text{ m.}$$

Deməli $h_c < 10 \text{ m.}$

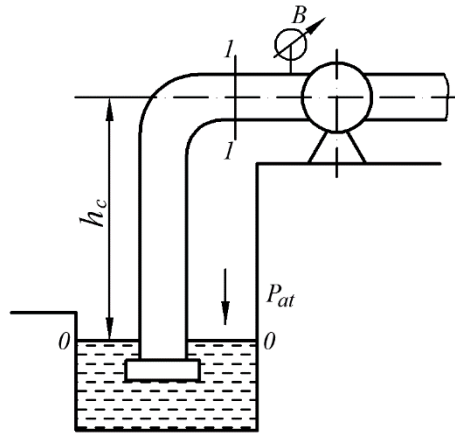
Mərkəzdənqaçan nasoslarda kavitasiya

Kavitasiya boşluq əmələ gətirmə deməkdir. Nasosun girişində 1 – 1 kəsiyindəki təzyiq (P_1) mayenin buxarlanma təzyiqindən (P_{iyx}) az olarsa maye qaynayar buxar əmələ gəlir. Buxar hissəcikləri axınla hərəkət edərək nasosun içərisində yüksək təzyiqli yerlərdə mayeləşirlər (kondensasiya olunurlar). Bu proses çox sürətlə gedir. Prosesin axırında hissəciklər qəflətən dayanırlar. Yerli hidravliki zərbə əmələ gəlir. Yəni ayrı-ayrı yerlərdə təzyiq qəflətən birdən birə çox artır. Bütün bunlara **kavitasiya hadisəsi** deyilir. Bu hadisə zamanı nasosda bərk səslər əmələ gəlir. Nasosun hissələri korroziyaya yarayır. Nasosun məhsuldarlığı təzyiqi gücü, f.i.ə.-ı azalar.

Get-gedə nasos sıradan çıxır. Odur ki, hadisənin qarşısını almaq lazımdır. Bunun üçün P_1 təzyiqini düzgün tədqiq etmək lazımdır. Nasosun normal işləməsi üçün

$$P_{at} > P_1 > P_{bux}$$

olmalıdır.



Şəkil

Müəyyən edək ki, P_1 təzyiqi nədən asılıdır. Bunun üçün 0 -0 və 1 – 1 kəsikləri üçün Bernulli tənliyini yazaq

$$\frac{P_{at}}{\gamma} = h_c + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_c^2}{2g} + h_{wc},$$

$$\frac{P_1}{\gamma} = \frac{P_{at}}{\gamma} - h_c - \frac{v_c^2}{2g} - h_{wc}.$$

Buradan görünür ki, P_1 , h_c -dən və h_{wc} -dən asılıdır. Odur ki, kavitasiyanın olmaması üçün sorma hündürlüyünü düzgün müəyyənləşdirmək lazımdır.

$$h_c = \frac{P_{at} - P_1}{\gamma} - \frac{v_c^2}{2g} - h_{wc},$$

$$\frac{P_{at} - P_1}{\gamma} = \frac{P_v}{\gamma} = h_v,$$

$$h_c = h_v - \frac{v_c^2}{2g} - h_{wc}.$$

Nasosun girişindəki mayenin tam xüsusi enerjisi $\left(\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_c^2}{2g} \right)$ -dir.

Bu enerji kavitasiyanın alınmaması üçün buxarlanma təzyiqindən hər hansı bir Δh qədər çox olmalıdır.

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_c^2}{2g} = \frac{P_{bux}}{\gamma} + \Delta h.$$

Δh - kavitasiya ehtiyatı adlanır; $\frac{P_1}{\gamma}$ -nin yerinə qiymətini yazaq.

$$\frac{P_1}{\gamma} = \frac{P_{at}}{\gamma} - h_v,$$

$$\frac{P_{at}}{\gamma} - h_v + \frac{v_c^2}{2g} = \frac{P_{bux}}{\gamma} + \Delta h;$$

$$h_v = \frac{P_{at} - P_{bux}}{\gamma} + \frac{v_c^2}{2g} - \Delta h;$$

$$h_c = \frac{P_{at} - P_{bux}}{\gamma} - h_{wc} - \Delta h.$$

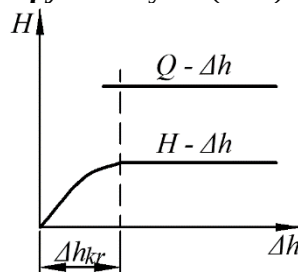
Δh -ı tapmaq üçün nasosu kavitasiya sınağından çıxarmaq lazımdır. Bu sınaq sabit dövrlər sayında və sabit məhsuldarlıqda aparılır

$$n = const, \quad Q = const.$$

Sınağın nəticəsində $H = f(\Delta h)$ - asılılığı qurulur. Δh -ı aşağıdakı düsturla tapmaq olar

$$\Delta h = \frac{P_{at}}{\gamma} - \frac{P_v}{\gamma} - \frac{P_{bux}}{\gamma} + \frac{v_c^2}{2g}.$$

Qrafikadan görünür ki, Δh -ın elə bir qiyməti vardır ki, o qiymətdən kiçik qiymətlərdə kavitasiya yaranır. Bu qiymətə **kritik qiymət** deyilir (Δh_{kr}).



Şəkil

Deməli, Δh_{kr} -ə uyğun h_v və h_c -nin qiymətlərinə buraxıla bilən vakuummetrik sorma hündürlüyü və **sorma hündürlüyü** deyilir.

$$h_{v \text{ bur}} = \frac{P_{at} - P_{bux}}{\gamma} + \frac{v_c^2}{2g} - \varphi \Delta h_{kr}.$$

$$h_{c \text{ bur}} = \frac{P_{at} - P_{bux}}{\gamma} - h_{wc} - \varphi \Delta h_{kr}.$$

$\varphi = 1,2 \div 1,4$ - **ehtiyat əmsalı** adlanır. İş prosesində kavitasiyanın alınmaması üçün vakuummetrə nəzarət etmək lazımdır. Bu halda

$$h_v \leq h_{v \text{ bur}}.$$

Δh - Rubnefin aşağıdakı düsturu ilə də tapmaq olar

$$h_{kr} = 10 \left(\frac{n \sqrt{Q}}{c} \right)^{4/3}.$$

$c = 600 \div 1200$ - Rudnef əmsalıdır. c -nin qiyməti nasosun konstruksiyasından asılı olaraq götürülür.

Mərkəzdənqaçan nasosların əsas tənliyi

Mərkəzdən qaçan nasosların əsas tənliyini çıxarmaq üçün aşağıdakı fərziyyələri qəbul edirik. Fərz edilir ki, işçi çarxın kürəklərinin sayı ∞ -dur. Bu o deməkdir ki, işçi çarxda mayenin hərəkətini oxa simmetrik götürmək olar. Bu zaman nisbi hərəkətdəki hissəciklərin trayektoriyası eynidir və kürəkin formasına uyğundur. Eyni çevrə üzərində olan hissəciklərin sürəti bərabərdir və kürəkə toxunandır. Həqiqətdə isə işçi çarxın kürəklərinin sayı müəyyən miqdarda olur və küəkin qabaq tərəfində təzyiq çox, arxa tərəfdə az olur. Bernulli tənliyinə görə deməli kürəkin qabaq tərəfində azdır, arxa tərəfdə çoxdur. Yalnız kürəkə yaxın hissəciklərin sürəti və trayektoriyası kürəyə toxunan və onun formasındadır.

II. Hidravlik itkiləri nəzərə almırıq. Bu iki fərziyyəyə görə nasosun yaratdığı basqı nəzəri olacaqdır. Əsas tənliyi çıxarmaq üçün hərəkət miqdarı momentinin dəyişməsi qanunundan istifadə edilir.

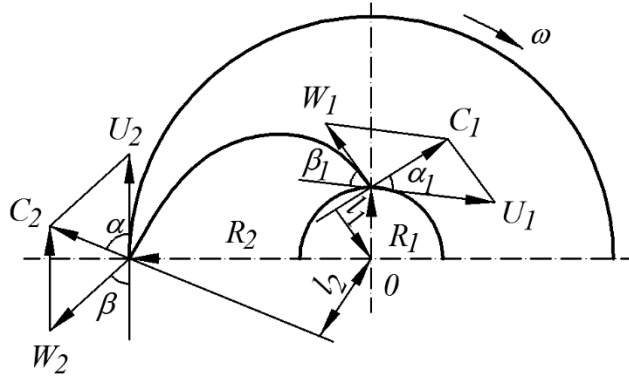
$$M = M_2 - M_1.$$

M - mayeyə təsir edən kürəkin reaksiya qüvvəsinin fırlanma oxuna nəzərən momentidir. M_1 - işçi çarxa mayenin daxil olduğu yerdə hərəkət miqdarı momenti; M_2 - xaric olan yerdə hərəkət miqdarı momentidir.

Vahid zamandakı mayenin kütləsi

$$m = \rho Q_n.$$

Q_n - nasosun nəzəri məhsuldarlığıdır vahid zamandakı hərəkət miqdarı



Şəkil

$$m_c = \rho Q_n c,$$

c – mütləq sürətdir.

$$\bar{c} = \bar{W} + \bar{U}.$$

W - nisbi hərəkətin sürəti; $U = \omega R$ - fırlanma hərəkətinin köçürmə sürəti.

Fırlanma oxuna nəzərən hərəkət miqdarı momenti

$$mcl = \rho Q_n \cdot cl.$$

Şəkildən yazsaq

$l = R \cdot \cos \alpha$ onda

$$mcl = \rho Q_n \cdot R \cos \alpha.$$

Yuxarıdakı teoremdən istifadə etsək

$$M = \rho Q_n (c_2 R_2 \cos \alpha_2 - c_1 R_1 \cos \alpha_1).$$

Nasosun hidravlik gücünü aşağıdakı kimi tapmaq olar

$$N_n = \rho g Q_n \cdot H_n.$$

Digər tərəfdən həmin güc

$$N_n = M \omega \text{ və ya}$$

$$\rho g Q_n H_n = M \cdot \omega.$$

M -in qiymətini yerinə yazsaq

$$\rho g Q_n H_n = \omega \rho Q_n (c_2 R_2 \cos \alpha_2 - c_1 R_1 \cos \alpha_1),$$

$$\omega R_2 = u_2; \quad \omega R_1 = u_1;$$

$$H_n = \frac{c_2 R_2 \cos \alpha_2 - c_1 R_1 \cos \alpha_1}{g}.$$

H_n -in maksimum alınması üçün $\cos \alpha_1$ bərabər olmalıdır. Odur ki, müasir nasoslarda $\alpha_1 = 90^\circ$ götürülür.

Onda

$$H_n = \frac{c_2 u_2 \cos \alpha_2}{g}.$$

Bu düsturu Eyler vermişdir.

Bu mərkəzdənqaçan nasosun əsas tənliyidir. Kürəklərin sayını nəzərə alsaq onda

$$H_{nk} = \varepsilon H_n.$$

Əgər kürəklərin sayı $z = 6 \div 12$ olarsa ε - kürəklərin sayını nəzərə alan əmsal $\varepsilon \approx 0,8$ götürmək olar. Hidravlik itkiləri nəzərə alsaq onda nasosun yaratdığı basqı həqiqi olacaq

$$H = \eta_h \cdot H_{nk} = \varepsilon \eta_h \cdot H_n$$

η_h - hidravlik f.i.ə.-dir.

H_n -in qiymətini yerinə yazsaq.

$$H = \frac{\varepsilon \eta_h c_2 u \cos \alpha_2}{g}.$$

Mərkəzdənqaçan nasosun işçi çarxının kürəklərinin forması

İşçi çarxın kürəklərinin forması əsasən β_1 və β_2 bucaqları ilə müəyyən olunur. **Şəkil 1**-də $\beta_2 < 90^\circ$ -dir kürəkin forması keriyyə əyilmişdir. **Şəkil 2**-də $\beta_2 = 90^\circ$. Kürək radial istiqamətdədir. **Şəkil 3**-də $\beta_2 > 90^\circ$. Kürək irəliyə əyilmişdir. **Şəkillərdən** görünür ki, β_2 bucağı artdıqca c_2 sürəti artır α_2 azalır. Deməli

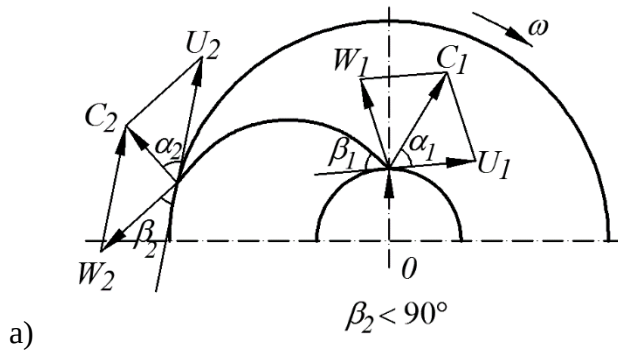
$$\cos \alpha_2 \rightarrow 1.$$

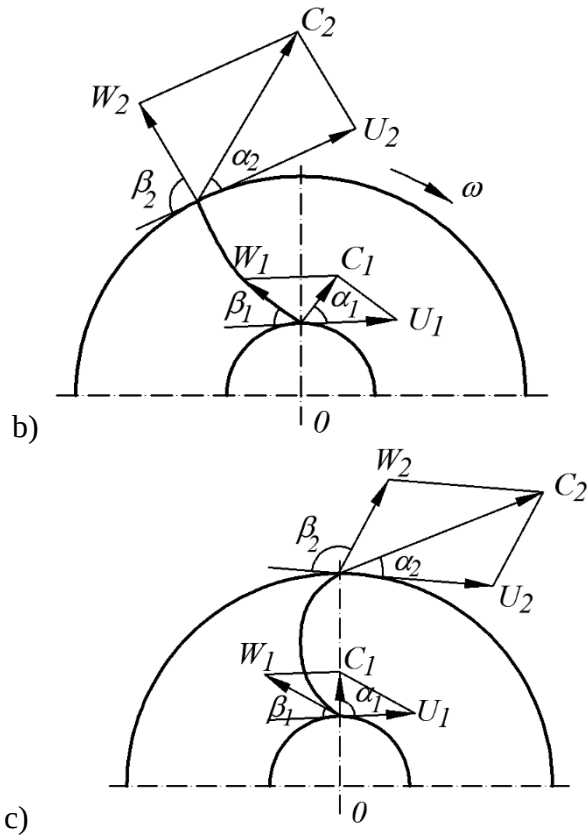
Mərkəzdənqaçan nasosun aşağıdakı əsas tənliyinə görə

$$H = \varepsilon \eta_h \frac{c_2 u \cos \alpha_2}{g}$$

H artır.

Deməli β_2 bucağının artması ilə nasosun yaratdığı təzyiqdə artmalıdır. Digər tərəfdən c_2 sürətinin artması ilə hidravlik itkilərdə artır. Bunun nəticəsində də hidravlik f.i.ə. azalır. Deməli, β_2 bucağının artması heç də nasosun təzyiqinin artmasına səbəb olmur. Odur ki, belə məsələni nəzəri yolla yox praktiki yolla həll edirlər. Praktikadan müəyyən olunmuşdur ki





Şəkil

$$\beta_2 < 90^\circ$$

olduqda, yəni kürəyin forması geriye əyildikdə əlverişli olur. Praktikadan müəyyən olunmuşdur ki, $\alpha_1 = 90^\circ$, $\alpha_2 = 8^\circ \div 15^\circ$, $\beta_1 = 25^\circ \div 30^\circ$, $\beta_2 = 25^\circ \div 40^\circ$ arasında götürmək lazımdır. İşçi çarxın kürəklərinin sayını təxminən aşağıdakı kimi tapmaq olar

$$z = 6,5 \frac{R_2 + R_1}{R_2 - R_1} \sin \frac{\beta_2 + \beta_1}{2}.$$

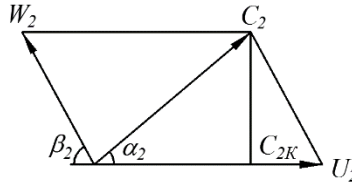
Praktikada $z = 6 \div 12$ olur. İşçi çarx əsasən çuqundan hazırlanır, bürünçdən də hazırlanır. Son zamanlar kiçik çarxların işçi çarxını polietilendən hazırlayır. İşçi çarxın kürəyinin qalınlığı $3 \div 8$ mm olur.

Mərkəzdənqaçan nasosların məhsuldarlığı

Sərfin sabitlik tənliyinə görə mərkəzdənqaçan nasosun nəzəri məhsuldarlığı

$$Q_n = \omega_n C_{2R}.$$

Burada $C_{2R} = C_2 \sin \alpha_2$. C_2 - sürətinin radial proyeksiyasıdır.



Şəkil

$\omega_n = \pi D_2 b_2$ - çıxışda işçi çarxın sahəsi b_2 - işçi çarxın çıxışdakı qalınlığı D_2 çarxın xarici çevrəsinin diametri.

Kürəklərin olması sahəni müəyyən qədər azaldır. Onda həqiqi sahə

$$\omega = \psi_2 \omega_n = \psi_2 \pi D_2 b_2 .$$

$\psi_2 = 0,9 \div 0,95$ - kürəklərin olması nəticəsində sahənin olmasını nəzərə alan əmsəldir.

Mərkəzdənqaçan nasosun həqiqi məhsuldarlığı

$$Q = \eta_0 Q_n .$$

$$\eta_0 = 0,90 \div 0,96 .$$

Qiymətləri yerinə yazsaq

$$Q = \eta_0 \psi_2 \pi D_2 b_2 c_2 \sin \alpha_2 .$$

İşçi çarxın giriş parametrlərinə görə məhsuldarlığı aşağıdakı kimi olur

$$Q = \eta_0 \psi_1 \pi D_1 b_1 c_1 \sin \alpha_1 .$$

$$\psi_1 = 0,77 \div 0,83 .$$

ψ_1 və ψ_2 -nin kiçik qiymətləri kiçik nasoslara, böyük qiymətləri isə böyük nasoslara aiddir.

Mərkəzdənqaçan nasosların oxşarlığı

Hər bir yeni nasosun konstruksiyası verildikdə və yaxud işçi çarxın kürəkinin yeni forması verildikdə onun modeli üzərində təcrübə aparılır. Təcrübədə nasosun işçi müəyyən faktorların təsiri öyrənilir.

Əgər təcrübədən alınan nəticələr kifayətləndirici olursa, onda həmin nasosun naturasını hazırlayırlar. Modelin hansı ölçüdə hazırlanması və modeldən alınan nəticələrin naturaya köçürülməsi oxşarlıq nəzəriyyəsiindən istifadə olunaraq yerinə yetirilir.

Hidravlika bəhsindən məlum olduğu kimi (oxşarlıq) tam hidravlik oxşarlıq olması üçün həndəsi kinematik və dinamik oxşarlıq olmalıdır.

I. *Həndəsi oxşarlıq.*

Eyni adlı həndəsi parametrlərin model və naturadakı nisbətləri sabit olmalıdır.

$$\frac{R_n}{R_m} = \frac{D_n}{D_m} = \frac{b_n}{b_m} = \dots = \lambda = const .$$

$$\frac{R_n}{b_n} = \frac{R_m}{b_m} = \dots = const .$$

Bundan başqa α_1 , α_2 , β_1 və β_2 bucaqların həm modeldə və həm də naturada eyni olmalıdır. Yəni hissəciyin trayektoriyası model və naturada eyni olur.

II. Kinematik oxşarlıq.

Burada sürətlərin nisbəti götürülür

$$U \sim nD, \quad c \sim Q/D^2 \text{ (asıllıq)}$$

Sürətlərin nisbəti

$$\frac{c_n}{c_m} = \frac{w_n}{w_m} = \frac{u_n}{u_m} = \frac{n_n D_n}{n_m D_m} = \lambda \frac{n_n}{n_m} = \text{const}$$

və ya

$$\frac{c_n}{u_n} = \frac{c_m}{u_m}; \quad \frac{Q_n}{D_m^2 n_n D_n} = \frac{Q_m}{D_m^2 n_n D_m}; \quad \frac{Q_n}{D_n^3 n_n} = \frac{Q_m}{D_m^3 n_m}.$$

Bundan başqa tam kinematik oxşarlıq olması üçün həndəsi oxşarlığın olması vacibdir.

III. Dinamik oxşarlıq.

Məlum olduğu kimi dinamik oxşarlıqda qüvvələrin nisbəti götürülür. Hidravlika bəhsində qüvvələrin növündən asılı olaraq bir çox parametrlər çıxarılmışdır.

Nasoslarda əsas qüvvə təzyiq qüvvəsidir. Odur ki, burada Eyler parametrlərindən istifadə olunur

$$E_u = \frac{P}{\rho c^2},$$

$$P = \rho g H;$$

$$c \sim \frac{Q}{D^2}.$$

$$E_u = \frac{\rho g H D^4}{\rho Q^2} = \frac{g H D^4}{Q^2}.$$

Eyler parametrlərini nasoslara tətbiq etdikdə

$$\frac{Q_n}{D_n^2 \sqrt{H_n}} = \frac{Q_m}{D_m^2 \sqrt{H_m}}.$$

Bundan başqa tam dinamik oxşarlıq olması üçün həndəsi və kinematik oxşarlıq olmalıdır.

Mərkəzdənqaçma nasosların parametrlərinin fırlanma tezliyindən asılılığı (çevrilmə düsturları)

1. Məhsuldarlıq

$$Q = \eta_0 \psi_2 \pi D_2 b_2 c_2 \sin \alpha_2.$$

$\eta_0, \psi_2, \pi, \sin \alpha_2$ -ni həm model həm də naturada eyni götürmək olar

$$\frac{Q_n}{Q_m} = \frac{D_{2n} b_{2n} c_{2n}}{D_{2m} b_{2m} c_{2m}} = \lambda \cdot \lambda \cdot \lambda \cdot \frac{n_n}{n_m},$$

$$\frac{Q_n}{Q_m} = \lambda^3 \cdot \frac{n_n}{n_m}.$$

2. Bacqı

Mərkəzdənqaçan nasosun əsas tənliyinə əsasən

$$H = \frac{\varepsilon \eta_h c_2 u_2 \cos \alpha_2}{g}.$$

$\varepsilon, \eta_h, g, \cos \alpha_2$ - model və naturada eyni götürülür.

$$\frac{H_n}{H_m} = \frac{c_{2n} u_{2n}}{c_{2m} \cdot u_{2m}} = \lambda \frac{n_n}{n_m} \cdot \lambda \frac{n_n}{n_m}.$$

$$\frac{H_n}{H_m} = \lambda^2 \left(\frac{n_n}{n_m} \right)^2.$$

III. Nasosun gücü

$$N = \frac{\rho g Q H}{\eta}.$$

ρ, g, η - model və naturada eyni götürülür

$$\frac{N_n}{N_m} = \frac{Q_n H_n}{Q_m H_m} = \lambda^3 \frac{n_n}{n_m} \cdot \lambda^2 \left(\frac{n_n}{n_m} \right)^2.$$

$$\frac{N_n}{N_m} = \lambda^5 \left(\frac{n_n}{n_m} \right)^3.$$

IV. Nasosun momenti

$$N = M \cdot \omega; \quad M = \frac{N}{\omega}; \quad \omega = \frac{\pi n}{30};$$

$$\frac{M_n}{M_m} = \frac{N_n n_m}{n_n N_m} = \lambda^5 \left(\frac{n_n}{n_m} \right)^3 \cdot \frac{n_m}{n_n} = \lambda^5 \left(\frac{n_n}{n_m} \right)^2.$$

$$\frac{M_n}{M_m} = \lambda^5 \left(\frac{n_n}{n_m} \right)^2.$$

Eyni bir nasosun dövrlər sayını dəyişdirdikdə

$$\lambda = \text{const}.$$

Nasosun parametrləri aşağıdakı kimi dəyişəcək

$$\lambda = 1; \quad \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{n_2}{n_1}; \quad \frac{H_2}{H_1} = \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^2; \quad \frac{N_2}{N_1} = \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^3; \quad \frac{M_2}{M_1} = \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^2;$$

$$h_{b_2} = 10 - \left(10 - h_{b_1} \right) \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^2.$$

**İşçi çarxın diametrinin kiçikdilməsinin
nasosun parametrlərinə təsiri**

Nasosun işçi çarxını iki halda kiçiltmək olar:

1. İşçi çarxın kənar tərəfləri korroziyaya uğradıqda, yeyildikdə.

2. Nasosun parametrlərinin dəyişdirməyə məcbur olduqda, daha doğrusu nasosun xarakteristikasını dəyişdirmək lazım olduqda.

Hər halda işçi çarxın diametrini 10 – 20%-dən artıq kiçiltmək olmaz. Bu zaman nasosun f.i.ə. 1 – 2% azalmış olur. İşçi çarxın diametrinin kiçildilməsindən asılı olaraq nasosun əsas parametrləri aşağıdakı kimi dəyişilir

$$\frac{Q_2'}{Q_2} = \frac{D_2'}{D_2}, \quad Q_2' = Q_2 \frac{D_2'}{D_2}.$$

Burada Q_2 , H_2 , N_2 işçi çarxın xarici çevrəsinin D_2 diametrinə uyğundur.

Q_2' , H_2' , N_2' - işçi çarxın xarici çevrəsinin kiçildilmiş D_2' diametrinə uyğun parametrlərdir.

Bu yuxarıdakı düsturlarda həndəsi oxşarlıq pozulur. Bu düsturlar praktikadan alınmışdır.

Mərkəzdən qaçan nasosun iti getmə əmsalı

İti getmə əmsalı elə bir etalon nasosun dövrlər sayına deyilir ki, o həndəsi oxşar olduğu başqa nasoslarla eyni f.i.ə.-na malik olmaqla bir at qüvvəsi güc yaratdıqda basqısı 1 m olur.

İti getmə əmsalı bir qrup həndəsi oxşar nasoslar üçün eyni olur. Deməli etalon nasos üçün parametrlər aşağıdakı kimi olacaqdır

$$H_s = 1 \text{ m}; \quad N_s = 1 \text{ a.q.}; \quad Q_s = 0,075 \text{ m}^3/\text{san}.$$

İti getmə əmsalı və ya etalon nasosun dövrlər sayı n_s -lə işarə olunur. Nasosun gücü

$$N_s = \frac{\gamma Q_s H_s}{75} \text{ a.q.};$$

$$Q_s = \frac{75 \cdot N_s}{\gamma \cdot H_s} = \frac{75 \cdot 1}{\gamma \cdot 1} = 0,075 \frac{\text{m}^3}{\text{san}}.$$

n_s - tapmaq üçün çevirmə düsturlarından istifadə edirik

$$\frac{Q}{Q_s} = \lambda^3 \frac{n}{n_s}; \quad \frac{H}{H_s} = \lambda^2 \frac{n^2}{n_s^2}.$$

Buradan λ -nı tapmaq

$$\lambda = \sqrt{H} \frac{n_s}{n};$$

$$\frac{Q}{0,075} = \frac{n}{n_s} \left(\frac{n_s}{n} \right)^3 \sqrt{H^3} = \frac{n_s^2}{n^2} \sqrt{H^3};$$

$$n_s = \frac{1}{\sqrt{0,075}} \cdot \frac{n \sqrt{Q}}{H^{3/2}}.$$

$$\frac{1}{\sqrt{0,075}} = 3,65,$$

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

İti getmə əmsalına görə nasoslar bölünürlər.

1. Yavaş gedişli nasoslar

$$n_s = (50 \div 80) \frac{D_2}{D_1} = 2,5 \div 3.$$

İşçi çarxın kürəklərinin əmələ gətirdiyi kanalların forması silindrikdir.

2. Normal gedişli nasoslar

$$n_s = (80 \div 150) \frac{D_2}{D_1} = 2.$$

İşçi çarxın kürəklərinin əmələ gətirdiyi kanalın forması girişdə fəza, çıxışda isə silindrikdir.

3. İti gedişli nasoslar.

$$n_s = (150 \div 350) \frac{D_2}{D_1} = 1,4 \div 1,8.$$

İşçi çarxın kürəklərinin əmələ gətirdiyi kanallar dəza formasındadır.

4. Diaqonal və ya yarımoxlu nasoslar.

$$n_s = (350 \div 500) \frac{D_2}{D_1} = 1,1 \div 1,2.$$

Kanalın forması fəza formadadır.

5. Oxlu və yaxud pərli nasoslar

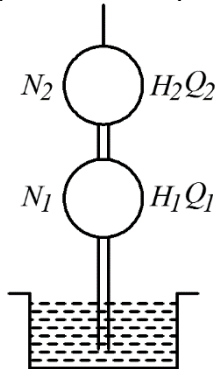
$$n_s = (500 \div 1500) \frac{D_2}{D_1} = 1.$$

Kanal fəza formasındadır.

n_s -in düsturundan görünür ki, yavaş gedişli nasoslar az məhsuldarlıqda yüksək təzyiq yaradırlar, ərsinə iti gedişli nasoslar az təzyiqli çoxlu maye vururlar.

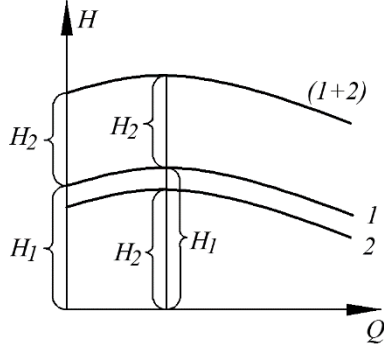
Mərkəzdən qaçan nasosların ardıcıl və paralel birləşməsi

Ardıcıl birləşmə. Təzyiqi artırmaq üçün nasosları ardıcıl birləşdirirlər. Ardıcıl birləşmədə I nasosun vurma borusu, II nasosun sorma borusu ilə birləşdirilir. Beləliklə, basqı nasosların sayından asılı olaraq artır. Məhsuldarlıq isə 1 nasosun məhsuldarlığına bərabərdir. Nasosları birdə eyni xarakteristikalı yaxud xarakteristikaları təxmini bərabər yaxın olan nasosları birləşdirmək lazımdır. Əks halda nasoslar bir-birinə mane olaraq. Ardıcıl birləşmədə yeni xarakteristikanı almaq üçün eyni absisli nöqtələrin ordinatlarını ν -mək lazımdır.



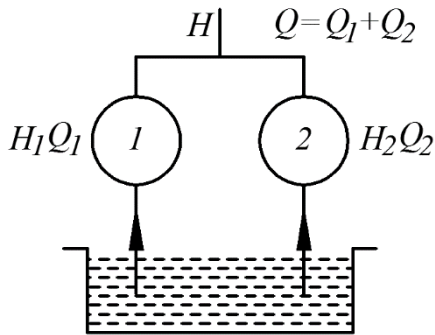
Şəkil

Paralel birləşmə. Ardıcıl birləşmədə yeni xarakteristikalarını tapmaq üçün eyni absisli nöqtələri toplamaq lazımdır.

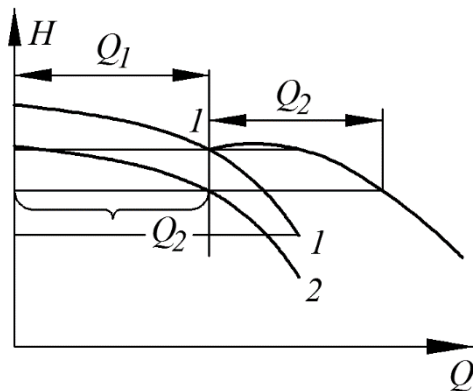


Şəkil

Paralel birləşmədə məhsuldarlıq artır, təzyiq sabit qalır. Cəm xarakteristikasını almaq üçün eyni ordinatlı nöqtələrin absislərini (Q -ni) toplamaq lazımdır. Nasoslar arası məsafə çox olarsa hidravlik itkini də nəzərə almaq lazımdır. Çalışmaq lazımdır ki nasosları ν -də onların xarakteristikaları eyni və yaxud bir-birinə yaxın olsun. Əks halda nasoslar bir-birlərinə mane ola bilər.



Şəkil



Şəkil

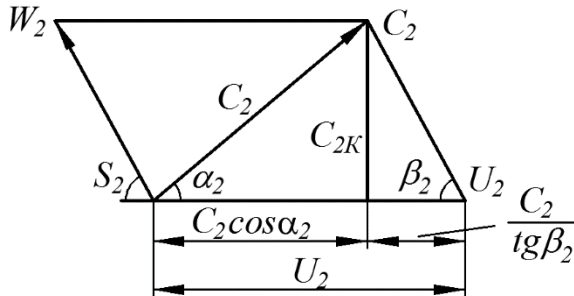
Mərkəzdən qaçma nasosların nəzəri xarakteristikası

$n = \text{const}$ olduqda basqı $H_n = f(Q_n)$ asılılığına mərkəzdənqaçma nasosların əsas xarakteristikası deyilir. Əvvəldən məlumdur ki, mərkəzdənqaçma nasosların nəzəri məhsuldarlığı belə tapılır

$$Q_n = \pi D_2 b_2 c_2 R.$$

Mərkəzdənqaçan nasosun əsas tənliyindən

$$H_n = \frac{c_2 u_2 \cos \alpha_2}{g}.$$



Şəkil

Bunların birinin digərindən asılılıq düsturu çıxaraq

$$\cos \alpha_2 = u_2 - \frac{c_2 R}{tg \beta_2};$$

$$c_2 R = \frac{Q_n}{\pi D_2 b_2};$$

$$c_2 \cos \alpha_2 = u_2 - \frac{Q_n}{\pi D_2 b_2 tg \beta}.$$

Bunu əsas tənlikdə yerinə yazsaq

$$H_n = \frac{u_2^2}{g} - \frac{u_2}{g \pi D_2 b_2 tg \beta_2} Q_n.$$

$$\frac{u_2^2}{g} = A$$

ilə işarə etsək

$$\frac{u_2}{g \pi D_2 b_2 tg \beta_2} = B$$

ilə işarə etsək nəzəri basqı

$$H_n = A - B Q_n.$$

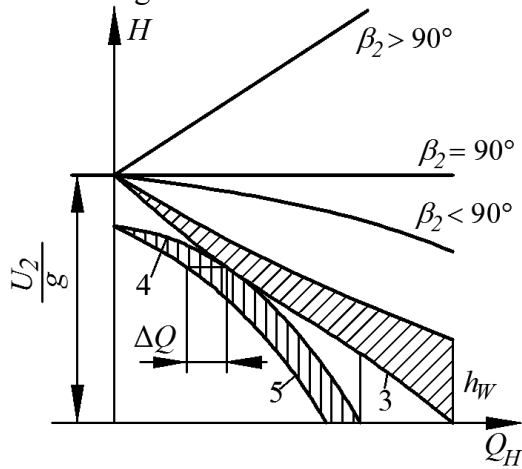
Deməli mərkəzdənqaçan nasoslarının nəzəri xarakteristikasıdır

$$\beta_1 = 90^\circ; \quad tg \beta_2 = \infty; \quad B = 0; \quad H_n = \frac{u_2^2}{g}.$$

$\beta_1 > 90^\circ; \quad tg \beta_2 < 0; \quad B > 0$ yəni Q_n artdıqca H_n artacaqdır. Praktikada $\beta_2 < 90^\circ$. Bu asılı-

lıqdan istifadə olunur. Kürəklərin sayını nəzərə alsaq $\beta_2 < 90^\circ$ -yə uyğun olan asılılıq absis oxuna

yaxınlaşmağa, yəni II dərəcəli düz xətt alınacaqdır. III hidravlik itkiləri nəzərə alır. IV əyri məhsuldarlığın dəyişməsi mayenin daxil və xaric olunmasında yaranan ayrıləri nəzərə alır. V əyri nasosdakı həcmi itkiləri nəzərə alır. Deməli V əyri nasosun həqiqi məhsuldarlığı ilə həqiqi basqısı arasındakı asılılığı ifadə edir.



Şəkil

Yuxarıdan məlum olur ki nəzəri olaraq nasosun xarakteristikası qurduqda bütün faktları nəzərə almaq olmur. Odur ki, nasosun işçi xarakteristikaları qururlar.

Mərkəzdən qaçan nasosların xarakteristikası

Mərkəzdən qaçan nasosları sabit dövrlər sayında basqınının və məhsuldarlığının asılılığına nasosun əsas xarakteristikası deyilir. Nəzəri olaraq bu xarakteristika düz xətdir. Lakin nasosda itkilər olduğu üçün bu asılılıq praktikada əyri xətti verir

$N = const$ olarsa

Nasosun basqısı

$$H = f_1(Q);$$

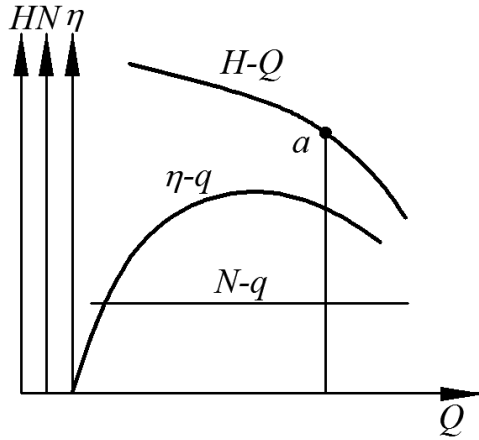
$$N = f_2(Q);$$

$$\eta = f_3(Q).$$

Bu asılılıqlara universal xarakteristikalar deyilir.

Universal xarakteristika nasos sınaqdan çıxarırlarkən qurulur. Odur ki bəzən universal xarakteristikaya nasosun işçi xarakteristikası da deyilir. Nasosun işçi xarakteristikası çalışmaq lazımdır ki nasos maksimum f.i.ə.-də işlədilsin.

η -nın maksimum qiymətinə uyğun gələn nasosun başqa parametrlərinə optimal parametrlər deyilir.



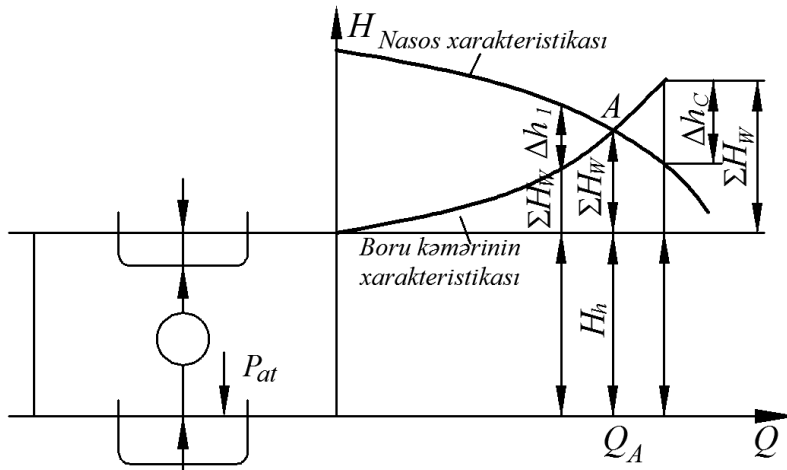
Şəkil

Nasos ilə boru kəmərinin birlikdə işi

Nasosun normal işləməsi üçün nasos ilə boru kəmərinin hesabətını birlikdə aparmaq lazımdır. Yəni nasosun əsas xarakteristikası ilə boru kəmərinin xarakteristikasını bir yerdə qurmaq lazımdır. Boru kəmərinin xarakteristikası aşağıdakı düsturla tapmaq olar

$$H = H_h + \sum H_w,$$

$$\sum H_w = BQ^2.$$



Şəkil

B - sorma və vurma borusunun xüsusi müqavimətidir

$$B = \left(\lambda_c \frac{l_c}{d_c} + \sum \zeta_c \right) \frac{1}{\omega_c^2 2g} + \left(\lambda_b \frac{l_b}{d_b} + \sum \zeta_b \right) \frac{1}{\omega_b^2 2g},$$

$$H = H_h + BQ^2.$$

A nöqtəsi nasos və boru kəmərinin normal işləməsi üçün əlverişli nöqtədir. Boru kəməmindən axan mayenin miqdarını Q ilə işarə etsək.

1) $Q < Q_A$. Bu halda nasos Δh_1 qədər artıq basqı yaradacaqdır. Bunun üçün vurma borusu üzərində əlavə yerli itki yaratmaq lazımdır ki, Δh_1 aradan götürülsün.

2) $Q > Q_A$. Onda nasosun yaratdığı basqı tələb edilən basqıdan Δh_2 qədər az olacaqdır. Onda nasos bu miqdarda mayeni vura bilməyəcək. Bu halda ən yaxşı üsül ondan ibarətdir ki, yeni nasos seçilsin, ya da əgər mümkünsə nasosun dövrlər sayını artıraraq onun xarakteristikasını dəyişdirmək ya da boru kəmərinin diametrini artıraraq onun xarakteristikasını dəyişdirmək lazımdır.

Mərkəzdənqaçan nasoslarının konstruksiyasından misallar

I. 3K-B

3 – sorma borusunun diametrinin 25 dəfə azaldılmasını göstərir (75 mm); K – nasosun tipi – konsolnu; 6 – iti getmə əmsalı 10 dəfə azaldılıb ($n_s = 60$); 3KM-6 (M – monoblok).

Bu nasoslar çuqundan hazırlanır. Maye işçi çarxa bir tərəfdən daxil olur

$$Q = 2,4 \div 80 \text{ l / san};$$

$$H = 10 \div 87 \text{ m};$$

$$\eta = (62 \div 83)\%;$$

$$H_v = (5 \div 6) \text{ m};$$

$$H_s = 60 \div 250.$$

II. 20 NDS

20 – vurma patrubkasının diametri 25 dəfə azaldılıb; N – nasos deməkdir; D – (двухсторонний) maye işçi çarxa iki tərəfdən verilir; S – (средний напорный) orta basqılı.

$$Q = 90 \div 12500 \text{ m}^3 / \text{saat};$$

$$H = 10 \div 137 \text{ m};$$

$$\eta = (73 \div 88)\%;$$

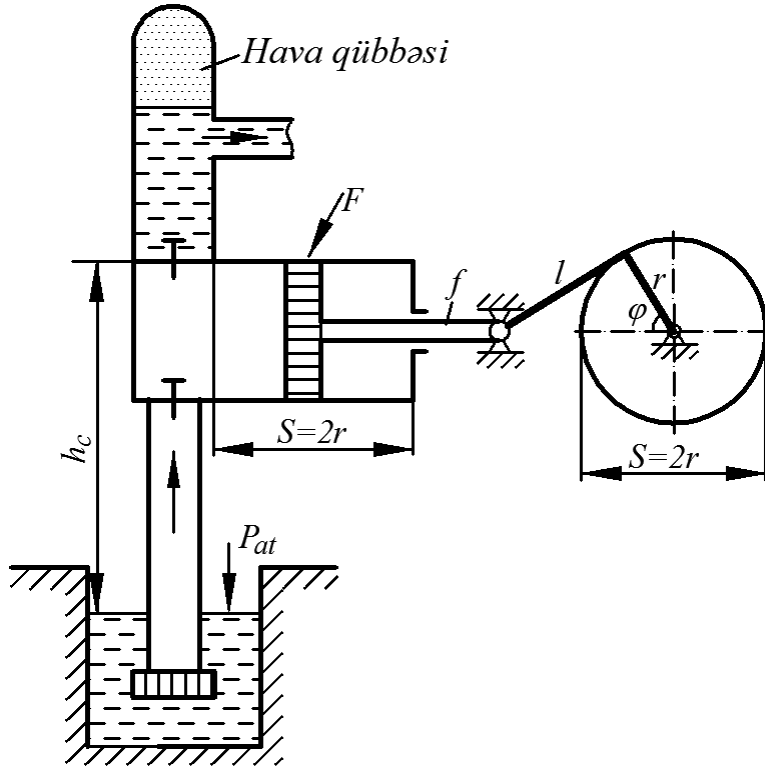
$$H_v = (2,7 \div 7) \text{ m};$$

$$H_s = 130 \div 190.$$

Porşenli nasoslar. Sxemi, iş prinsipi. Növləri

Porşenli nasosların iş prinsipi mayenin sıxılmışdırılmasına əsaslanır. Şəkildə bir təsirli porşenli nasosun sxemi verilmişdir.

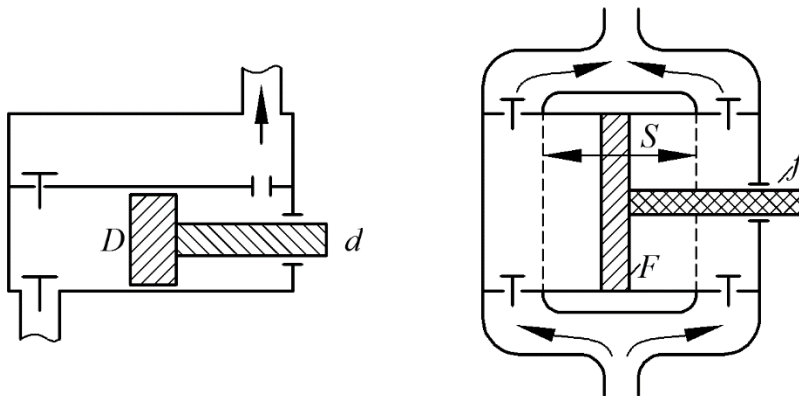
Bir təsirli porşenli nasosun iş prinsipindən görünür ki sorma zamanı vurma, vurma zamanı isə sorma olmur. Yəni hərəkət qeyri-müntəzəm olur. Yəni porşenli nasoslar mayenin porsiyalarla vururlar.



Şəkil

Buna görə də sorma borusunun axırında vurma borusunun əvvəlində hava qübbələri (kompensatorlar) qoyulur. Vurma borusu üzərində olan hava qübbəsi bu cür işləyir. Silindrdən vurulan mayenin bir hissəsi vurma borusuna verilir, bir hissəsi isə hava qübbəsinə verilir. Sorma prosesi olanda təzyiq düşdüğü üçün hava qübbəsində olan hava genişlənir, mayeni vurma borusuna verilir.

Deməli, bir dəfə sorulan maye vurma borusuna iki dəfə verilir. Bu da hərəkəti müəyyən qədər müntəzəmləşdirir. Bundan başqa hərəkəti müntəzəmləşdirmək üçün nasosların təsirlərinin artırılır. Odur ki, porşenli nasoslar 1, 2, 3, 4 təsirli və diferensial formada olurlar.



Diferensial İkitəsirli porşenli nasos

Şəkil

İkitəsirli porşenli nasosda sorma zamanı vurma, vurma zamanı isə sorma olur və hərəkət müntəzəmləşir. Diferensial nasosda isə bir dəfə sorulan maye plunjerlərin diametrləri fərqiindən $(D-d)$ asılı olaraq maye vurma borusuna iki dəfə verilir. Bu da hərəkəti müntəzəmləşdirir. Üçtəsirli porşenli nasos üç dənə bir təsirli porşenli nasosdan ibarətdir.

Porşenli nasosların məhsuldarlığı

Bir təsirli porşenli nasosun nəzəri məhsuldarlığı

$$Q = \frac{FSn}{60} \frac{sm^3}{san} \frac{l}{san}.$$

S – gediş yolu; F – porşenin sahəsi; n – porşenin dəqiqədəki iki qat gedişlərinin sayıdır.

İki təsitli porşenli nasosun nəzəri məhsuldarlığını nasos bir gedişdə vurur

$$Fs + (F - f)S = FS + Fs - fs = (2F - f)S.$$

Bir gedişdə vurulan mayenin miqdarı

$$Q_2 = \frac{(2F - f)Sn}{60} \frac{sm^3}{san} \frac{l}{san}.$$

Üç təsirli nasosun məhsuldarlığı

$$Q_3 = 3Q_1.$$

Dörd təsirli nasosun məhsuldarlığı

$$Q_4 = 2Q_2.$$

Diferensial

$$Q_{dif} = Q_1.$$

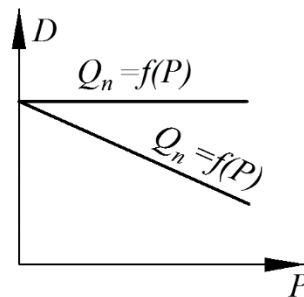
Porşenli nasoslarda tam kiqlik əldə etmək mümkün olmur. Klapanlar vaxtında açılıb bağlanmır. Odur ki, həqiqi məhsuldarlıq nəzəri məhsuldarlıqdan fəqlənir. Bunu da həcmi f.i.ə. nəzərə alır.

$$\eta_0 = Q_{həqiqi} - Q_{nəzəri},$$

$$Q_h = \eta_0 Q_n.$$

Porşenli nasoslarda məhsuldarlıq ilə təzyiq arasındakı səth asılılığı vardır. Onlar bir-birindən asılı deyil.

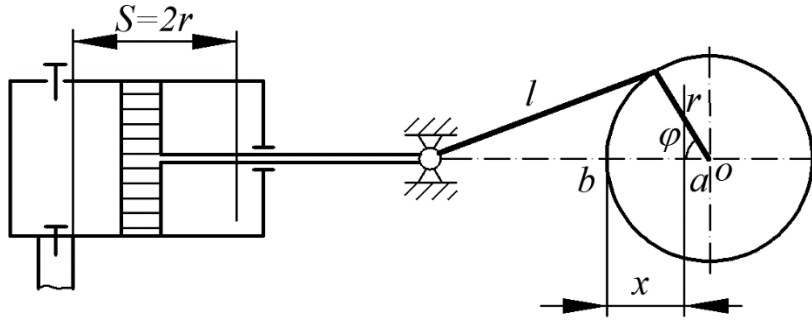
Lakin təzyiq artdıqca həcmi itkilər artır. Odur ki, həqiqi məhsuldarlıq təzyiqdən müəyyən qədər asılı olur. Porşenli nasos əgər tab gətirə bilərsə istənilən təzyiqi yaratmaq olar.



Şəkil

Porşenli nasosların məhsuldarlıq qrafiki

Dirsəkli süncəkli mexanizmdə r/l nisbəti çox kiçik olur. Odur ki, $ab = x$ götürmək olar.



Şəkil

$$x = ob - ao = r - r \cos \varphi.$$

Porşenin sürəti

$$v = \frac{dx}{dt} = r \sin \varphi \frac{d\varphi}{dt}$$

$$\frac{d\varphi}{dt} = \omega; \quad v = \omega r \sin \varphi.$$

$\varphi = 0$, $\varphi = \pi$ olduqda (kənar vəziyyətlər) $v = 0$ olur.

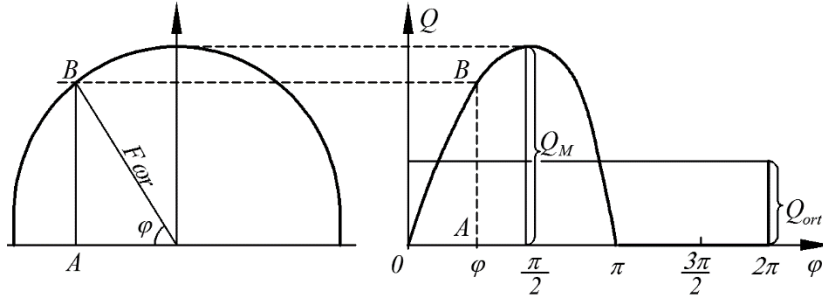
$$\varphi = \frac{\pi}{2}, \quad v = v_{\max} = \omega r.$$

Porşenli nasosun məhsuldarlığı sərfin sabitlik tənliyinə görə

$$Q = Fv = F\omega r \sin \varphi,$$

$$Q_{\max} = F\omega r.$$

Məhsuldarlıq sinusoid qanunu ilə dəyişir



Şəkil

$Q_{\text{ort}} 2\pi$ - sinusoidin sahəsi.

Qrafikdən görünür ki, nasosun məhsuldarlığı qeyri müntəzəmdir. Maksimum məhsuldarlığın orta məhsuldarlığa nisbətinə **qeyri müntəzəmlik dərəcəsi** deyilir. Bir təsirli nasos üçün tapaq

$$\varepsilon = \frac{Q_{\max}}{Q_{\text{ort}}}$$

$$Q_1 = \frac{Fsn}{60},$$

$$Q_{\max} = F\omega r = F \frac{2\pi n}{60} \cdot r = \frac{Fsn}{60} \cdot \pi.$$

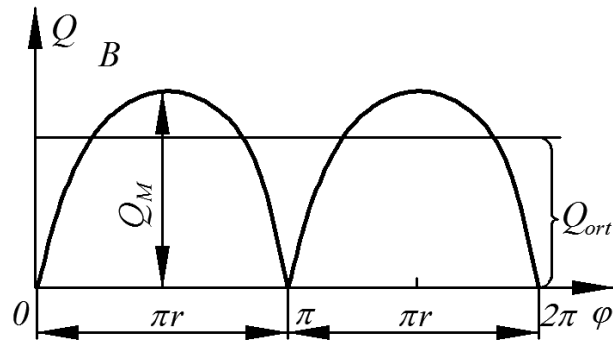
$$\varepsilon = \frac{\frac{Fsn}{60} \cdot \pi}{\frac{Fsn}{60}}; \quad \varepsilon_1 = \pi = 3,14.$$

İki təsirli nasosun orta məhsuldarlığını təxminən iki dəfə bir təsirli nasosun məhsuldarlığına bərabər götürsək

$$Q_2 = 2Q_{1\text{ort}}.$$

Onda iki təsirli nasosun qeyri müntəzəmlik dərəcəsi

$$\varepsilon_2 = \pi/2 = 3,14/2 = 1,57.$$



Şəkil

Üç təsirli nasosun məhsuldarlıq qrafiki

$$\varepsilon_3 = 1,047.$$

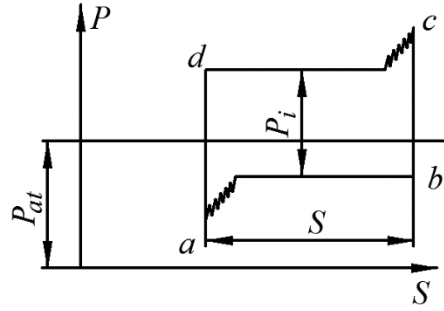
Beş təsirli $\varepsilon_4 = 1,11$.

Üç təsirli nasos ən yaxşı müntəzəm hərəkət edən nasosdur.

Porşenli nasosların indikator diaqramı, indikator gücü və indikator f.i.ə.

Indikator diaqramı indikator adlanan cihaz vasitəsilə çəkilir. Bu porşenin bir gedişində təzyiqin dəyişməsinə göstərir. Planimetrlə indikator diaqramasının sahəsini ölçüb, porşenin gediş yoluna bölsək indikator təzyiqini alarıq.

Əgər nasos normal işləyirsə onun indikator diaqraması **Şəkil**dəki kimi olacaq.



Şəkil

a nöqtəsində sorma, c nöqtəsində vurma klapanı açılır. ab sormanı, cd vurmanı göstərir.

$$P_i = \frac{\omega_{in.diag.}}{S}.$$

İndikator gücü

$$N_i = \frac{P_i \cdot F \cdot S \cdot n}{60},$$

$$H_i = \frac{P_i}{\rho g} - \text{indikator basqısı adlanır.}$$

$$\frac{Fsn}{60} = Q_n.$$

$$N_i = \rho g Q_n H_z.$$

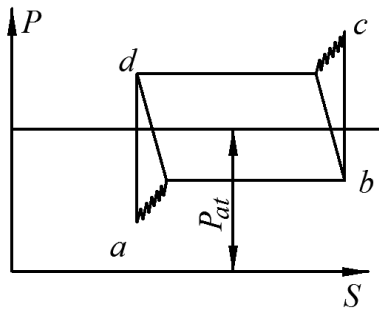
İndikator f.i.ə.

$$\eta_i = \frac{N_\infty}{N_i} = \frac{\rho g Q H}{\rho g Q_n H_z} = \frac{Q}{Q_n} \cdot \frac{H}{H_z};$$

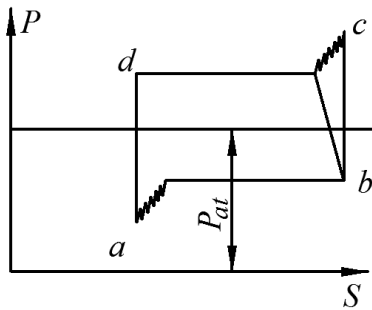
$$\eta_0 = \frac{Q}{Q_n}; \quad \eta_h = \frac{H}{H_z};$$

$$\eta_i = \eta_0 \cdot \eta_h.$$

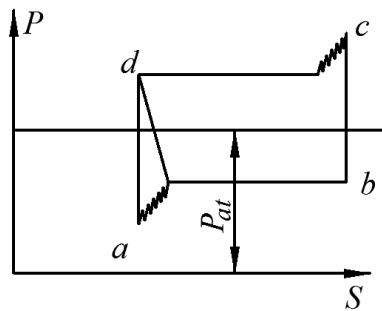
İndikator diaqramı vasitəsilə nasosda olan qüsurları aşkara çıxarmaq olur.



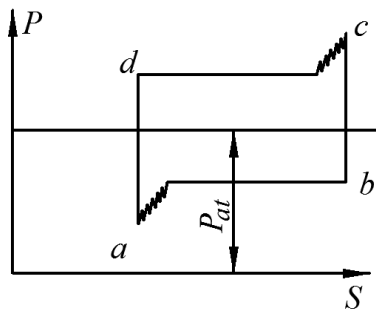
*Hər iki klapan açılmağa
kecikir*



*Sorma klapanı açılmağa
kecikir*



*Vurma klapanı açılmağa
kecikir*



*Sorma borusunda qüsür
olduğu üçün tam vakuum
alınmır*

Şəkil

Son zamanlar porşenli nasoslardan neft quyularının ????? geniş miqdarda istifadə olunur. Ona görə də bu nasoslar **palçıq nasoslari** adlanır. Məsələn, NB45-400-950.

N – nasos; B – buruq; 45 - 0; 400 atm; 950 – $V_t = N$.

Porşenli nasoslardan quyulardan nefti çıxarmaq üçün istifadə edilir. Bunlar dəyişiklik nasoslarıdır.

Lövhəli, rotorlu nasoslar və hidromühərrik

Potorlu nasoslarda həcmi nasoslara aiddir. Onların əsas hissəsi stator və rotordur. Statorun sorma və vurma kameraları vardır. Rotorun üzərində sıxışdırıcılar olur. Bunlar porşenli nasoslarda porşenli kördüyü vəzifəni yerinə yetirirlər. Mayeyə bilavasitə sıxışdırıcılar təsir edir. Onlar bir-birinin ardınca işçi həcmə daxil olaraq mayeni sorma kamerasından vurma kamerasına verirlər. Ona görə də bu nasoslarda klapanlara ehtiyac olmur. Mayenin hərəkəti müntəzən olur.

Rotorlu nasoslar əsasən yağları vurmaq üçün istifadə olunurlar. Ona görə də bunların yağlanmağa ehtiyacı olmur. Rotorlu nasoslar çevrilə bilər. Yəni onlar həm nasos kimi və həm də hidravlik mühərrik kimi işləyə bilərlər. Odur ki, son zamanlar həcmi hidravlik ötürmədə rotorlu nasoslardan geniş istifadə olunur. Onlar mühərrik kimi işlədikdə konstruksiyalarında müəyyən dəyişiklik olur. Məsələn, lövhəli nasoslarda lövhələrin öz yerlərindən çıxması üçün oraya yay qoyurlar. Rotorlu nasoslar tənzim olunan və tənzim olunmayan olurlar. Məsələn, lövhəli nasosu eksentrikli dəyişdirməklə olar.

Dişli çarxlı nasosu isə atqı klapanı vasitəsi ilə tənzim etmək olar. Rotorlu nasosların məhsuldarlığı

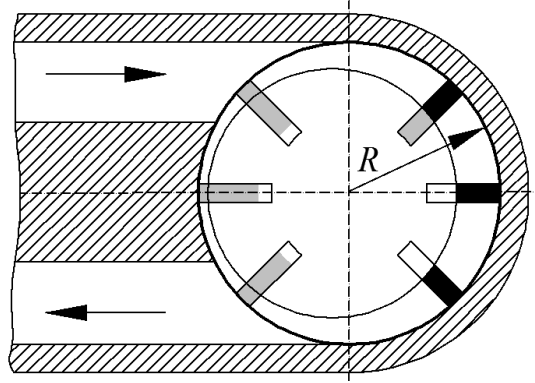
$$Q = \eta_0 \cdot nq \quad \text{l/dəq.}$$

Q – xüsusi həcmdir.

Bu nasoslar olurlar:

- lövhəli;
- dişli çarxlı;
- vintli;
- porşenli.

1) Lövhəli rotorlu nasos. Bunlar bir və iki təsirli olurlar. Sxemi **Şəkil**dəki kimidir.



Şəkil

$$q = 2eb(2\pi R - \delta z)$$

b – rotorun eni; δ - lövhələrin qalınlığı; z – sayıdır; e – eksentrestdir.

Bir təsirli lövhəli nasos 70 atm təzyiq, iki təsirli isə 140 atm təzyiq yaradır.

Bir təsirli - məhsuldarlığı $Q = 100$ l/dəq;

İki təsirli - məhsuldarlığı $Q = 200$ l/dəq;

$z = 6 \div 12$;

$n = 950$ dövr/dəq.

2) Dişli çarxlı nasos – bunlar iki və üç dişli çarxlı ola bilərlər. Bunlar xarici və daxili **ilişmə** olurlar. Bu nasoslar təqribən 200 atm təzyiq, məhsuldarlığı 500 l/dəq, $n = 2950$ dövr/dəq. təqribən olaraq dişli çarxlı nasosun məhsuldarlığını belə tapmaq olar.

$$q = \pi D_b \cdot 2mb; \quad m = \frac{D_b}{z},$$

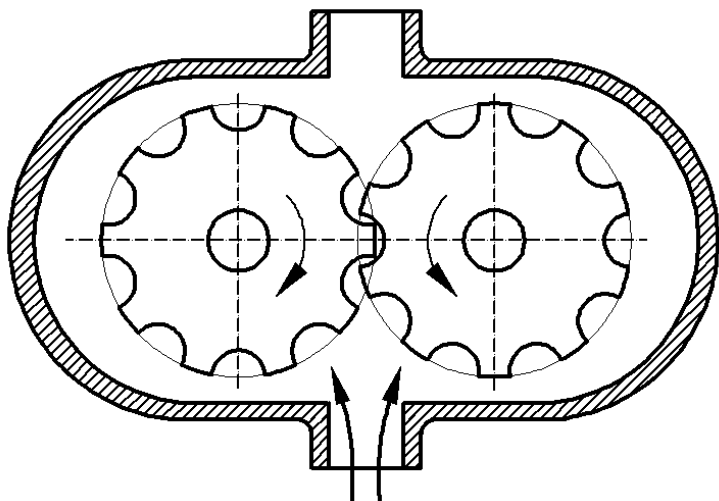
$$q = 2\pi b \frac{D_b^2}{z};$$

D_b - başlanğıc çevrənin diametri;

$$2\pi \approx 7;$$

$$q = 7b \frac{D_b^2}{z};$$

$z = 8 \div 16$ olduqda bu düstur daha dəqiq nəticə verir.



Şəkil

Vintli nasos və vintli hidromühərrik

Vintli nasoslar

Onların məhsuldarlığı

Məhsuldarlığı tənzim etmək üçün klapanlardan istifadə edilir. Bunlar həm nasos və həm də mühərrik kimi istifadə olunur. Bu nasosun məhsuldarlığı aşağıdakı düsturla tapmaq olar

$$q = (F - f)t,$$

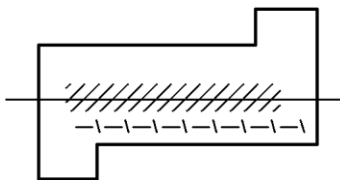
F – gövdənin en kəsik sahəsi; f – vintlərin en kəsik sahələrinin cəmidir; P – vintin addımıdır.

$$F - f = 1,24d^2.$$

$$t = \frac{10}{3}d; \quad q = 4.14d^3.$$

α ortadakı aparıcı vintin diametridir. Bu nasoslarda qədər, $n = 18000$ dövr/dəq.

$Q = 12000$ l/dəq; $P = 200$ atm-ə

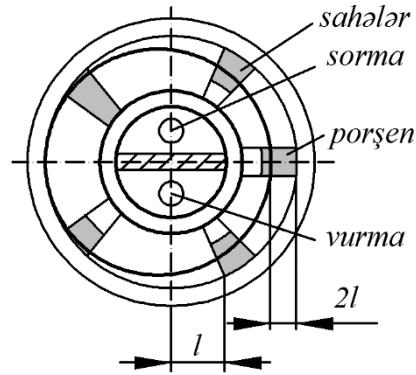


Şəkil

Porşenli nasos və hidromühərrik

Rotorun üzərində bir və bir neçə cərkə silindr yerləşdirilir. Silindrlərin sayı 5 – 7, 9, 11 olur. Tək olduqda hərəkət daha müntəzəm olur. Bunlar yüksək təzyiq yaradırlar və üç moment yaradırlar. Odur ki, hidravlik ötürmələrdə geniş istifadə olunur. Onların xüsusi həcmi dəyişəkdir. Deməli, məhsuldarlığı həm nasosun özü ilə və həm də klapan vasitəsilə tənzim etmək olar

$$q = \frac{\pi d^2}{4} 2lz = lz \frac{\pi d^2}{2}.$$



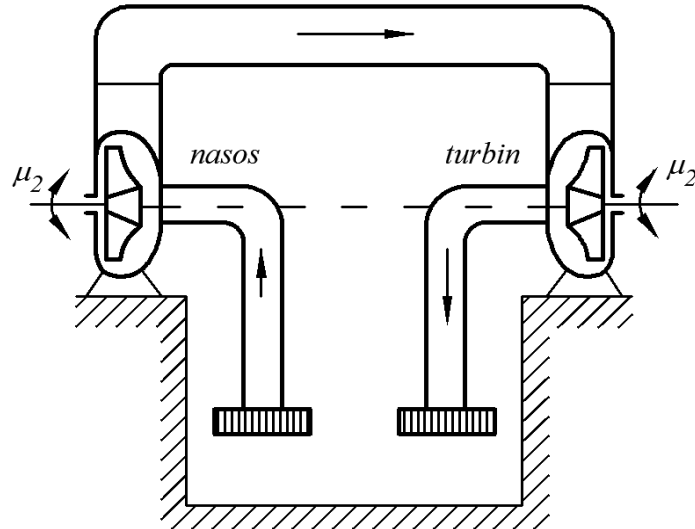
Çox işlənən nasoslar:

$$q = 200 \text{ l/dəq}; P = 200 \text{ atm.}$$

Şəkil

Hidrodinamik ötürmə

Enerjini ötürmək və çevirmək üçün hidrodinamik ötürmədən geniş istifadə olunur. Hidrodinamik ötürmə iki kürəkli maşından ibarət bir mexanizmdir. Burada kürəkli maşınların biri nasos kimi işləyir, digəri isə mühərrik kimi turbin kimi işləyir. Nasosun işçi çarxı aparıcı vala turbinin işçi çarxı isə aparılan vala birləşdirilir.



Şəkil

Nasos mayeyə enerji verir, yəni təzyiq yaradır. Həmin təzyiq nəticəsində turbin işləyir. Deməli, turbinin girişində təzyiq çox, çıxışında az olur. Əksinə nasosun girişində təzyiq az, çıxışında çox olur. Nasosun çarxı ilə turbinin çarxı sxemdəki kimi birləşdirildikdə enerji itkisi çox

olur. Odur ki, bu çür sxemdə f.i.ə. az alınır. Ona görə də nasos ilə turbin çarxının bir kövdənin içərisində mümkün qədər bir birinə çox yaxın ($3 \div 10$ mm) yerləşdirilir. Burada enerjini ötürən, daşıyan mayedir. Maye olaraq turbin, **tr-r** maşın yağlardan istifadə olunur. Son zamanlarda hidrodinamik ötürmədən geniş istifadə olunur. Yol tikinti maşınlarında, avtomobillərdə, gəmilərdə. Hidrodinamik ötürmə iki yerə bölünür: hidromufta və **hidrotr-r**. Vallar sərt birləşmədikləri üçün hərəkətə gətirilən maşında yüngül mənfi təsirinin hərəkətə gətirən maşında yoxdur.

Bunlar istənilən ötürmə ədədini avtomatik olaraq yerinə yetirirlər. Bunlar bir növ pilləsiz reduktor kimi işləyirlər. Onlar aparılan valın momentinin qiymətini və istiqamətini də dəyişirlər.

Hidromufta, sxemi, iş prinsipi, növləri və xarakteristikası

Hidromufta iki kürəkli maşından ibarət bir mexanizmdir. Hidromufta iki valı elastik birləşdirən, sadə hidrodinamik ötürmədir. Vallar arasındakı məsafə $3 \div 10$ mm olur. Hidromuftada nasosun işçi çarxı aparıcı valda, turbinin çarxı isə aparılan valda yerləşdirilir. Nasosun dövrlər sayı turbinin dövrlər sayından çoxdur (çarxların diametri eyni olur). Yəni $n_1 > n_2$. Odur ki, nasos çarxında mərkəzdənqaçma qüvvəsi təzyiq çox olur. Turbin çarxında isə az olur. Bu təzyiqlər fərqi görə maye nasosdan turbina və əksinə hərəkət edir. Yəni mayenin dövrü hərəkəti təmin olunur. Nasos və turbin çarxı arasında heç bir qurğu olmadığı üçün hidromuftada $M_1 = M_2$ olur.

Hidromuftanın ötürmə ədədi

$$i = \frac{n_2}{n_1}$$

f.i.ə.

$$\eta_m = \frac{N_2}{N_1}$$

N_1 - nasos çarxının; N_2 - turbinin gücü

$$\eta_m = \frac{M_2 \omega_2}{M_1 \omega_1} = \frac{n_2}{n_1} = i.$$

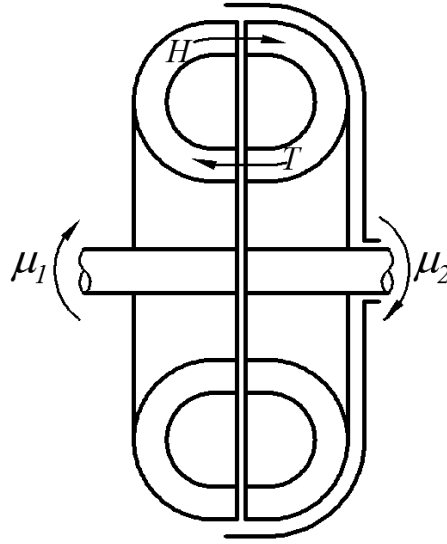
Hidromuftanın sürüşməsi

$$S = \frac{n_1 - n_2}{n_1} = 1 - \frac{n_2}{n_1} = 1 - i = 1 - \eta_m.$$

Əgər sürüşmə

$$S = (0,02 \div 0,06) \text{ olsa mufta yaxşı işləyir.}$$

$$\eta_m = 0,04 \div 0,98.$$



Şəkil

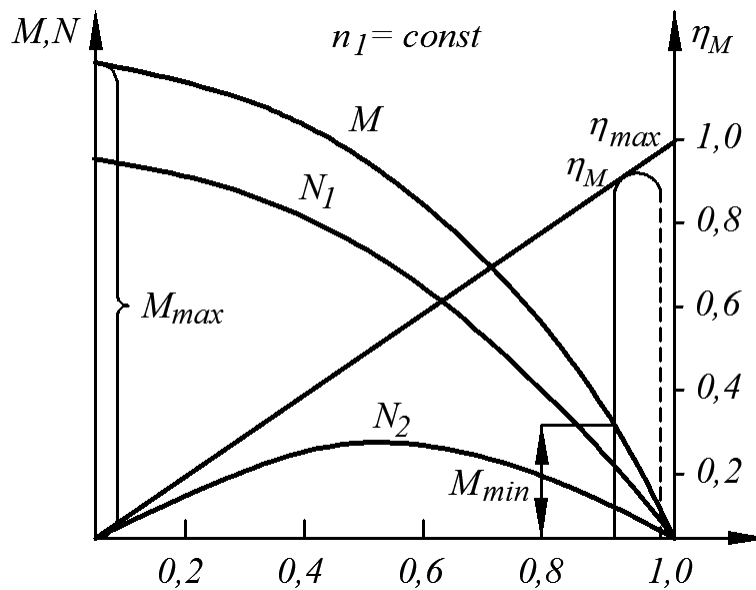
Nasoslar kimi hidromuftada sınaqdan çıxarılaraq xarakteristikası qurulur.

Hidromuftanın xarakteristikası **Şəkil**dəki kimidir

$$M_{\max} = (5 \div 7) M_{i\gamma}$$

η_m -in qiymətinə uyğun gələn momentə **işçi momenti** deyilir.

$M_{\max}$ -a bəzən tormozlama momenti də deyilir. Hidromuftanın bir çox üsullarla tənzimləyirlər. ən yaxşı üsul həcmi üsuldur. Bu üsulda muftada olan mayenin həcmi dəyişdirməklə istənilən dövrlər sayını və momenti ötürmək olur.

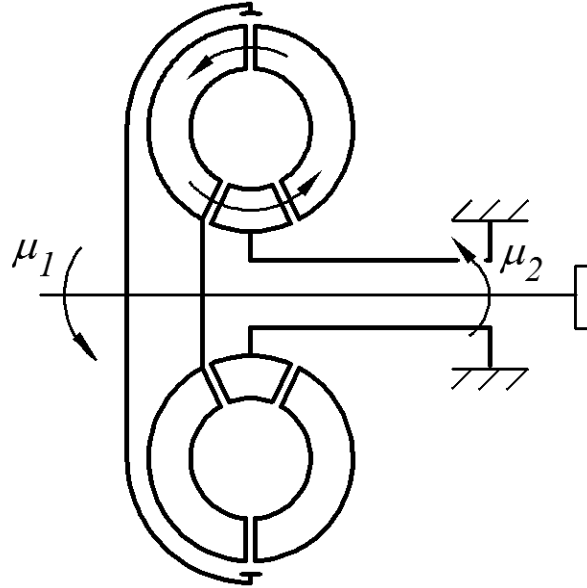


Şəkil

Hidrotransformator sxemi.
İş prinsipi, növləri və xarakteristikası

Hidrotransformator momenti artırmaq üçün istifadə olunur. Lakin hidrotransformator vasitəsilə momenti artırmaq, azaltmaq və istiqamətini dəyişmək olar.

Bunun üçün nasos və turbin çarxından başqa əlavə bir çarx qoyulur ki, buna da **reaktor** deyilir. Reaktor adətən nasosdan qabaq turbindən sonra qoyulur. Əks hal da ola bilər. Reaktor nasosdan qabaq turbindən sonra qoyulduqda momenti artırıb azaltmaq olur. Reaktorun olması nəticəsində turbin çarxının giriş və çıxışında **hərəkət miqdarı momenti** deyilir. Bu da ötürülən burucu momentinin dəyişməsinə səbəb olur.



Şəkil

Hidrotransformatorun burucu momenti ötürmə ədədi transformasiya əmsalı

$$K = \frac{M_2}{M_1} \leq 6.$$

Bu cür yüksək transformasiya əmsalını almaq üçün hidrotransformatordan bir neçə turbin çarxı və bir neçə reaktor qoyulur. Buna da **pilləli hidrotransformator** deyilir.

Hidrotransformatorun f.i.ə.

$$\eta_T = \frac{M_2 n_2}{M_1 n_1} = K_i,$$

$$\eta_T = 0,84 \div 0,92.$$

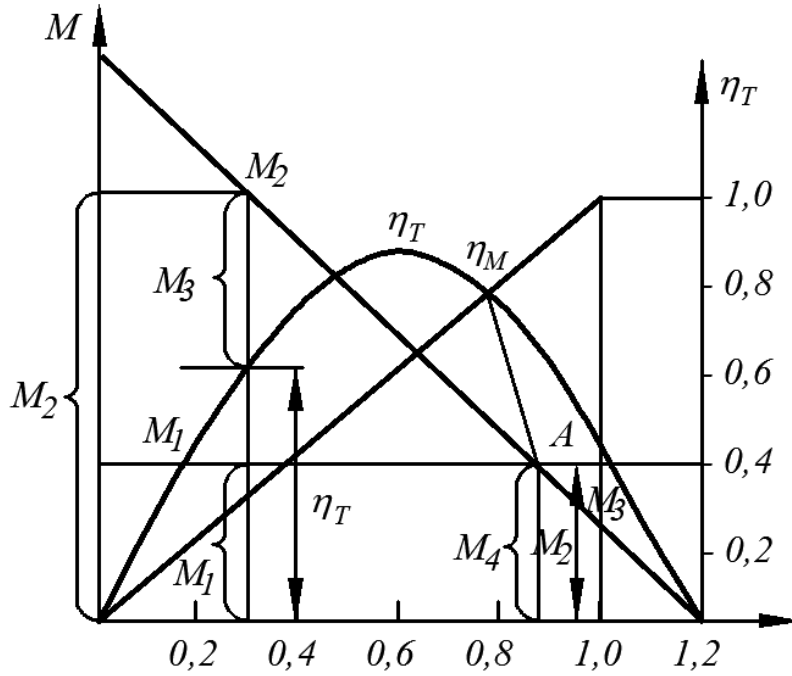
Hidrotransformatorada $n_1 = \text{const}$ olmaq şərti ilə nasoslar kimi sınaqdan çıxarıb onun xarakteristikasını qururlar. Hidrotransformatorun xarakteristikası təqribən **Şəkildəki** kimidir.

A nöqtəsinə kimi hidrotransformator burucu momenti artıraraq ötürür. M_3 reaktorun momentidir. A nöqtəsində

$$M_2 = M_1 + M_3$$

$$M_1 = M_2,$$

$$M_3 = 0.$$



Şəkil

Reaktor nasos və turbin çarxı ilə bir yerdə fırlanır. Hidrotransformator hidromufta kimi işləyir. A nöqtəsindən sonra hidrotransformator burucu momenti azaldaraq ötürür

$$M_2 = M_1 - M_3$$

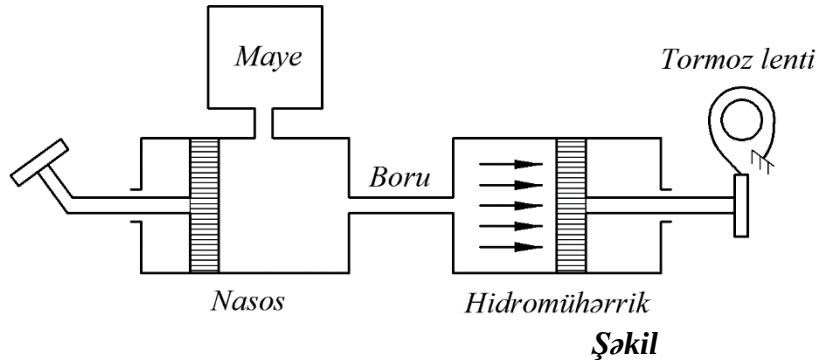
$i > 1$ -dən sonra hidrotransformatorun sürətləndirici kimi işləyir.

Hidrotransformator, hidromufta və başqa rejimlərdə işlədikdə onu f.i.ə. əmsalı az olur. Odur ki, hidrotransformatoru necə bir burucu momenti artıran qurğu kimi işlətmək lazımdır. Son vaxtlarda hidrodinamik ötürmə ilə mexaniki ötürməni birləşdirərək kombinasiyalı ötürmə yaradılır.

Həcmi hidravlik ötürmə, sxemləri, iş prinsipi, növləri

Son zamanlar maşınqayırma sənayesində yol və tikinti maşınlarında və ümumiyyətlə texnikada enerjini ötürmək və çevirmək üçün həcmi hidravlik ötürmədən geniş istifadə olunur. Burada enerjini ötürən və çevirən həcmi nasoslardır. Enerjinin daşıyıcısı mayedir. Maye olaraq neft yağlarından istifadə olunur. Həcmi hidravlik ötürmə əsasən iki hissədən ibarətdir. Nasos və hidromühərrik olaraq rotorlu nasoslardan çox istifadə olunur. Nasosla hidromühərrik arasında borular bölüşdürücü və tənzimedic qurğular, kondisioner filtr və s. yerləşdirilir.

Ən sadə və ilk həcmi hidravlik ötürülür. Paskal qanunu ilə işləyən hidravlik pres olmuşdur. Həcmi hidravlik ötürmədə əsasən statik təzyiqdən istifadə olunur. Şəkildə hidravlik tormozun sxemi göstərilmişdir.



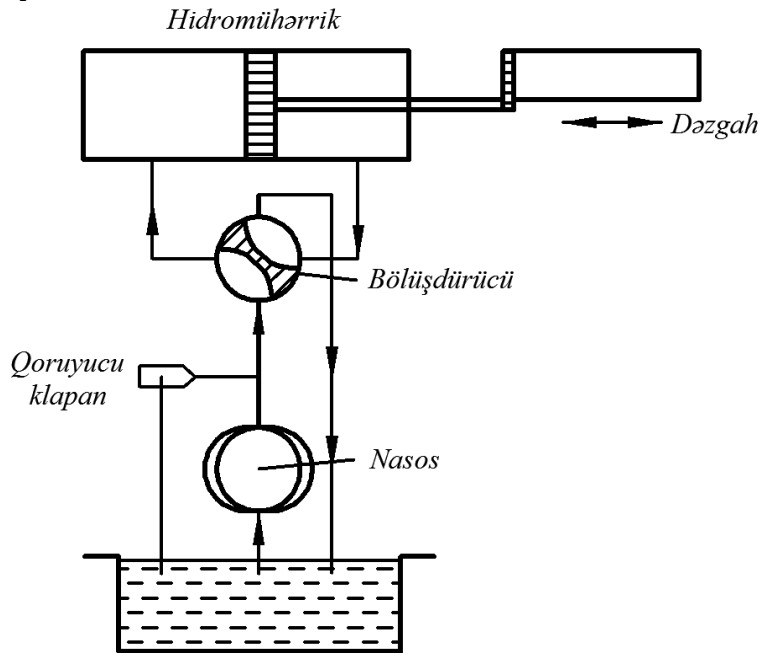
Burada həm nasos və hidravlik mühərrik porşenli nasosun silindridir. Buna **qüvvə silindrləri** deyilir. Qüvvə silindrləri hidravlik mühərrik kimi düzxətli hərəkəti yerinə yetirmək üçün düzxətli hərəkəti yerinə yetirmək həcmi hidravlik ötürmədən istifadə olunur.

Həcmi hidravlik ötürmə açıq və qapalı olur. Hidravlik mühərrikin sürətini aşağıdakı düsturla tapmaq olar

$$v = \frac{Q}{F}.$$

Sürəti dəyişdirmək üçün Q -nu dəyişdirmək lazımdır. Bu da iki üsul ilə yerinə yetirilir:
 1 – nasosun özünün məhsuldarlığını dəyişdirməklə (məsələn, eksentresesi dəyişdirməklə);
 2 – nasosun məhsuldarlığı sabit qalır. Hidravlik mühərrikə gedən mayenin miqdarı tənzimedic qurğularla müəyyən edilir. Məsələn, klapan, drossel.

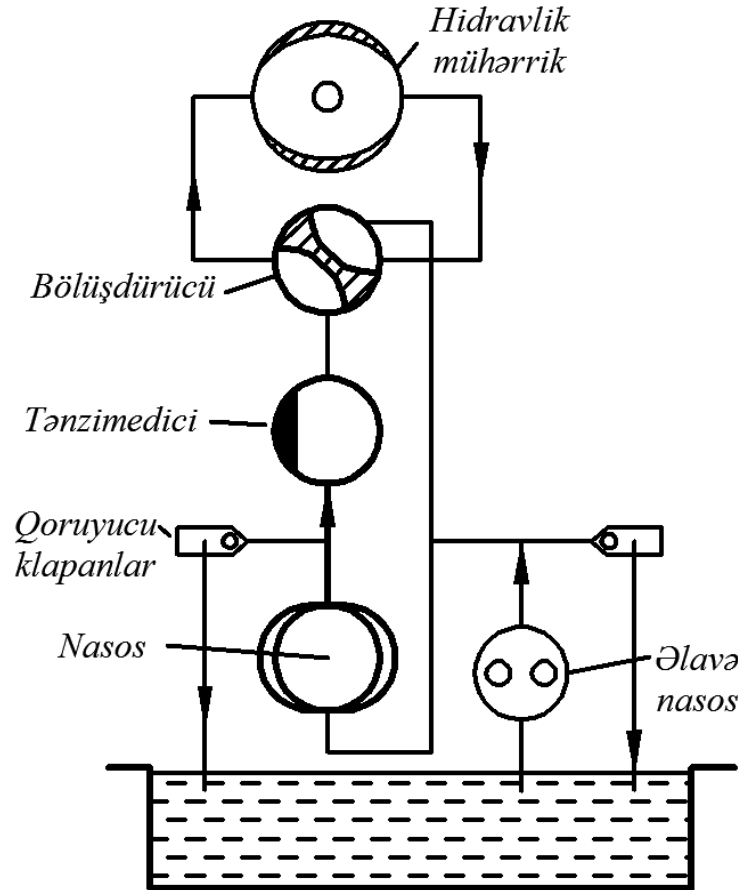
Şəkildə açıq həcmi hidravlik ötürmə göstərilmişdir. Nasos hər hansı bir rotoru mühərrikdir. Hidravlik mühərrik qüvvə silindridir.



Bölüşdürücü ola bilər kran, klapan, zolotnik və s. Burada nasosun məhsuldarlığı dəyişəndir. Deməli, mühərrikə verilən mayenin miqdarı nasosun özü vasitəsilə tənzim olunur. Nasosun

fırlanma hərəkəti, hidravlik mühərrikin düzxətli hərəkətinə çevrilir. Nasosun fırlanma istiqamətini dəyişdirməyərək hidravlik mühərrikin hərəkətinin istiqamətini dəyişdirmək olar. **Şəkildə** qapalı həcmi hidravlik ötürmə göstərilmişdir.

Sistem qapalı olduğu üçün maye itkisi ola bilər. Odur ki, burada əlavə nasosdan istifadə olunur. Nasos həmişə eyni miqdarda maye vurur. Mühərrikə gedən mayenin miqdarı tənzimedicisi qurğu vasitəsilə müəyyən edilir (kran, drossel) (ən çox drossel).



Şəkil

Bu sxemdə həm nasos və həm də hidravlik mühərrik rotorlu nasosdur. Deməli, nasosun fırlanma hərəkətinin hidravlik mühərrikin fırlanma hərəkətinə çevrilir.

Həcmi hidravlik ötürmənin gücü, f.i.ə. və bəzi üstünlükləri

Nasosun gücünü aşağıdakı düsturla tapmaq olar. məhsuldarlığıdır.

P – nasosun yaratdığı təzyiq, Q –

$$N_m = PQ \text{ -mühərrikin gücü}$$

$$N_{müh} = \mathcal{P}v$$

v - porşenin hərəkət sürəti; $\mathcal{P}$ - isə porşenə tətbiq olunan qüvvədir.

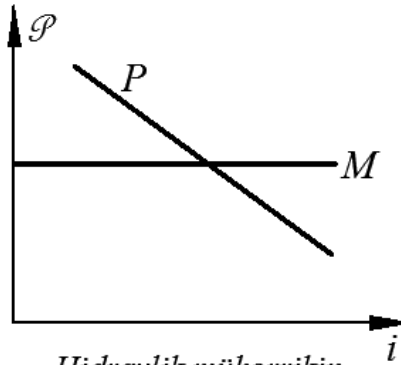
Mühərrikin f.i.ə.

$$\eta = \frac{N_{müh}}{N_m} < 1$$

$\eta = 0,8 \div 0,92$ olur.

$$\eta = \eta_0 \cdot \eta_h \cdot \eta_{mex}.$$

Həcmi hidravlik ötürmənin başqa ötürmələrə nisbətən bəzi üstünlükləri vardır.



*Hidravlik mühərrikin
xarakteristikası*

Şəkil

- 1) Hidravlik mühərrikdə olan qüvvənin dəyişməsindən asılı olmayaraq nasosun momenti sabit qalır. Bu da apararı valın sıradan çıxmağa qoymur. i – ötürmə ədədi.
- 2) Hissələri ayrı-ayrı yerlərdə yerləşə bilər və onlar yüksək təzyiqə tab gətirən rezin şlanqlar vasitəsilə əlaqələndirilir.
- 3) Nasosun fırlanma hərəkəti hidravlik mühərrikin düzxətli hərəkətinə çox sadə olaraq çevrilir.
- 4) Nasosun fırlanma istiqamətini dəyişməyərək hidravlik mühərrikinin hərəkətinin istiqamətini dəyişdirmək olur. Buna **reversivləşdirmə** deyilir.
- 5) Nasosun məhsuldarlığını dəyişdirməklə hidravlik mühərrikdə istənilən sürəti əldə etmək olur.

Həcmi hidravlik ötürmənin cəhəti maye qızır, hidravlik itkilər çoxalır, f.ə.ə. azalır. Mayeni təmizləmək üçün filtr, soyutmaq üçün kondisioner qoyulur.

ƏDƏBİYYAT

1. Məmmədzaadə. Hidravlika və hidravlik maşınlar.
2. Башта. Гидравлика, гидромашины и гидропривод.
3. Юфин. Гидравлика, гидромашины и гидропривод.
4. Укенкус. Гидравлика и гидромашины.
5. Məmmədova. Hidravlika.