

5-laboratoriya ishi. Markazdan qochma nasoslarning xarakteristikalari

Ishning nazariy asoslari

Suyuqliklarni gorizontaal va vertikal trubalar orqali uzatish uchun mo'ljallangan gidravlik mashinalar **nasoslar** deyiladi. Trubalarning boshlang'ich va oxirgi nuqtalaridagi bosimlar farqi, trubalardan suyuqlikning oqishi uchun harakatlantiruvchi kuch hisoblanadi. Suyuqlik oqimining trubalardagi harakatlantiruvchi kuchi nasoslar yordamida hosil qilinadi. Nasos elektr dvigateldan olgan mexanik energiya suyuqlikning harakatlanayotgan oqim energiyasiga aylantiradi va bosimini oshiradi.

Nasoslar ishlash prinsipiga qarab quyidagi turlarga bo'linadi: parrakli yoki markazdan qochma, hajmiy, uyurmaviy va o'qli bo'ladi. Parrakli yoki markazdan qochma nasoslarda markazdan qochma kuch, ishchi g'ildiragi aylanishida parraklarning suyuqlikka ta'sirida hosil bo'ladi. Har qanday nasosning asosiy parametrlari, uning ish unumdorligi Q (m^3/s), napor N (m) va quvvati N (kVt) hisoblanadi. Nasosning massa birligiga ega bo'lgan suyuqlikka bergan solishtirma energiyasi napor N deb yuritiladi. Nasosning napori oqimning unga kirish va chiqishdagi solishtirma energiyalari ayirmasiga teng. Nasosning umumiy napori 1 kg suyuqlikni balandlikka ko'tarish uchun nasos hosil qiladigan energiya miqdori bilan o'lchanadi. Shuning uchun nasosning umumiy napori uzatilayotgan suyuqlikning zichligiga va solishtirma og'irligiga bog'liq bo'lmaydi.

Nasosning hosil qilgan umumiy napori quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$H = \frac{P_2 - P_1}{\rho \cdot g} + H_g + h_y \quad (4.1)$$

$$H = \frac{P_h - P_s}{\rho \cdot g} + H_0 + \frac{w_h^2 - w_s^2}{2} \quad (4.2)$$

agar, $w_h = w_s$ H_0 kichik bo'lsa, u holda

$$H = \frac{P_h - P_s}{\rho \cdot g} \quad \text{yoki} \quad H = \frac{P_{man} - P_{vak}}{\rho \cdot g} + h \quad (4.3)$$

bu yerda P_{vak} va P_{man} - uzatilayotgan va surib olinayotgan suyuqlik yuzasidagi bosimlar, N/m^2 ; H_g - suyuqlikning geometrik ko'tarilish balandligi, m; H_h - surish va haydash trubalaridagi gidravlik qarshiliklarni yengish uchun sarflangan napor miqdori, m; P_s - suyuqlikning surish trubasidagi nasosga kirishidagi bosimi, N/m^2 ; P_h - suyuqlikning uzatish yoki haydash trubasidagi nasosdan chiqishdagi bosim, N/m^2 ; h - suyuqlik bosimini ko'rsatuvchi manometr va vakuummetr ga ulangan nuqtalar orasidagi vertikal masofa, m; w_h - haydash trubasidagi suyuqlikning tezligi, m/s; w_s - surish trubasidagi suyuqlikning tezligi.

Shunday qilib, nasosning umumiy napori manometr va vakuummetrlar

ko'rsatkichlarining yig'indisi bilan bu asboblarning ulangan nuqtalar ulangan vertikal masofaning (h) yig'indisiga teng.

Nasosning foydali quvvati N_f suyuqlik sarfi miqdorining solishtirma energiyaga ko'paytirilganiga teng:

$$N_f = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \quad (4.4)$$

Nasos o'qidagi quvvat

$$N_{o'q} = \frac{N_f}{\eta_n} = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{\eta_n} \quad (4.5)$$

Dvigatel iste'mol qiladigan quvvat:

$$N_{dv} = \frac{Q \cdot \rho \cdot g \cdot H}{1000 \cdot \eta_n} \quad (4.6)$$

Nasos qurilmalarini o'rnatish uchun zarur bo'lgan quvvat, dvigatel quvvatidan katta bo'ladi va ortiqcha miqdorda qabul qilinadi:

$$N_y = \beta \cdot N_{dv} \quad (4.7)$$

bu yerda β - quvvatning zahira koeffitsiyenti bo'lib, qiymati dvigatelning nominal quvvatiga nisbatan topiladi; η_n - nasosning to'la foydali ish koeffitsiyenti.

$$\eta_n = \eta_h \cdot \eta_g \cdot \eta_{mex} \quad (4.8)$$

bu yerda $\eta_v = Q_x / Q$ - hajmiy foydali ish koeffitsiyenti, nasosning haqiqiy unumdorligini, nazariy unumdorlikka nisbatini ko'rsatadi; η_g - gidravlik foydali ish koeffitsiyenti, haqiqiy naporni nazariy naporga nisbatini ko'rsatadi; η_{mex} - mexanik f.i.k., nasos mexanizmlaridagi ishqalanishni yengishga sarflanadigan quvvatning yo'qotilishini ko'rsatadi.

Surish balandligi. Suyuqlik surib olinayotgan idishdagi bosim P_0 bilan yuqoriga uzatilayotgan idishdagi bosim P_s orasidagi farqi hosil bo'lganligi sababli suyuqlik ustunining metrlarda ifodalangan napori $P_0 - P_s / \rho \cdot g$ hosil bo'ladi. Bu bosimning bir qismi suyuqlikni surish trubasida H balandlikka ko'tarish uchun, qolgan qismi esa suyuqlikni w tezlik bilan harakatlanishiga yoki tezlik naporini hosil qilish uchun va surilayotgan suyuqlik yo'lida uchraydigan barcha qarshiliklarni yengishga sarflanadi.

Nasosning surish balandligi quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$H_s = \frac{P_1}{\rho \cdot g} - \left(\frac{P_s}{\rho \cdot g} + \frac{w_s^2 - w_1^2}{2g} + h_s \right) \quad (4.9)$$

Surib olinayotgan idishdagi suyuqlikning harakat tezligi w nolga yaqinligini hisobga olsak, u holda surish balandligi:

$$H_s = \frac{P_1}{\rho \cdot g} - \left(\frac{P_s}{\rho \cdot g} + \frac{w_s^2}{2g} + h_s \right) \quad (4.10)$$

Shunday qilib, nasosning surish balandligi surib olinayotgan idishdagi bosimning ortishi bilan kuchayib, uzatilayotgan idishdagi bosimning, haydash

trubasidagi suyuqlikning tezligi hamda gidravlik qarshiliklarni yengish uchun ketgan napor miqdorlarini oqishi bilan kamayadi.

Markazdan qochma turdagi nasoslarda surish balandligini hisoblashda gidravlik va mahalliy qarshiliklarni yengish uchun ketgan sarflardan tashqari, kavitatsiya hodisasi ta'sirini ham inobatga olinishi lozim.

Nasos g'ildiragining tez aylanishida va issiq suyuqliklar markazdan qochma nasoslar yordamida uzatilganda kavitatsiya hodisasi yuz beradi. Bu vaqtda nasosdagi suyuqlik tez bug'lanadi. Hosil bo'lgan suyuqlik bilan yuqori bosimli zonaga o'tib, tezda kondensatsiyalanadi. Natijada nasos qobig'ida katta bo'shliq hosil bo'ladi, nasos qattiq silkinadi va taqillab ishlaydi. Agar nasos kavitatsiya rejimida ko'proq ishlasa, u tezda buziladi. Shuning uchun temperaturasi yuqori bo'lgan suyuqliklar uzatilayotganda, u qo'shimcha kavitatsion koeffitsiyenti h_k bilan hisobga olinadi.

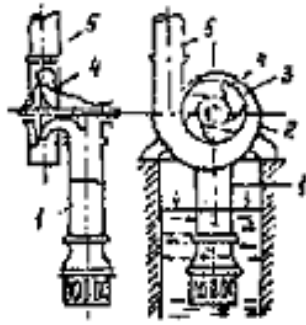
$$h_k = 0,019 \cdot \frac{(Q \cdot n^2)^{2/3}}{H} \quad (4.11)$$

bu yerda Q - nasosning unumdorligi, m^3/s ; n - nasos valining aylanish tezligi, s^{-1} ; H - nasosning nabori, m.

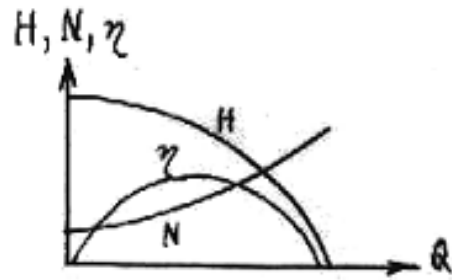
Markazdan qochma nasoslar (4.1-rasm) spiralsimon qobiq ichida joylashgan parrakli ish g'ildiragining aylanishi natijasida hosil bo'lgan markazdan qochma kuch ta'sirida suyuqlik to'xtovsiz bir me'yorda suriladi va uzatiladi. Suyuqlik atmosfera bosimi ta'sirida yig'gich rezervuardan kirish klapani orqali surish trubasidan nasosga kirib, ishchi g'ildiragining markaziy qismini to'ldiradi. Suyuqlik g'ildirak bilan birga aylanib, markazdan qochma kuch ta'sirida parraklar yordamida g'ildirakning markazidan chekkasiga otilib, spiralsimon qo'zg'almas kamerani to'ldiradi va haydash trubasi orqali yuqoriga ko'tariladi.

Bu vaqtda Bernulli tenglamasiga muvofiq suyuqlik oqimi kinetik energiyasining miqdori statik naporga aylanishi suyuqlik bosimini oshirishga muvaffaq bo'ladi. Ishchi g'ildiragiga suyuqlik kirayotgan qismida, vakuum vujudga keladi va suyuqlik surish trubasi yordamida to'xtovsiz yig'gich rezervuardan suriladi. Shunday qilib, uzluksiz markazdan qochma kuch ta'sirida suyuqlikning nasos orqali o'tadigan uzluksiz oqimi vujudga keladi.

Markazdan qochma nasoslarning hosil qilgan bosimi ishchi g'ildiraklarning aylanish tezligiga bog'liq bo'ladi. Nasos ishga tushirilishidan avval surish trubasi, ishchi g'ildiragi va qobiq uzatilayotgan suyuqlik bilan to'ldiriladi. Agar, ishchi g'ildiragi bilan qobiq orasidagi bo'shliq bo'lsa, ishchi g'ildiragining aylanishi natijasida yetarli vakuum hosil bo'lmaydi, ya'ni suyuqlik surish trubasi bo'ylab yuqoriga ko'tarilmaydi.



4.1-rasm. Markazdan qochma nasos.
1- surish trubasi; 2- ishchi g'ildiragi;
3- qobiq; 4- parraklar; 5- haydash trubasi.



4.2-rasm. Markazdan qochma nasosning xarakteristikasi.

Nasosning ish unumdorligi, napori, iste'mol quvvati va ishchi g'ildirakning aylanish chastotasining o'zgarishiga bog'liq bo'ladi, ya'ni aylanish chastotasi n_1 dan n_2 ga o'zgarganda:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}; \quad \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2; \quad \frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3; \quad (4.12)$$

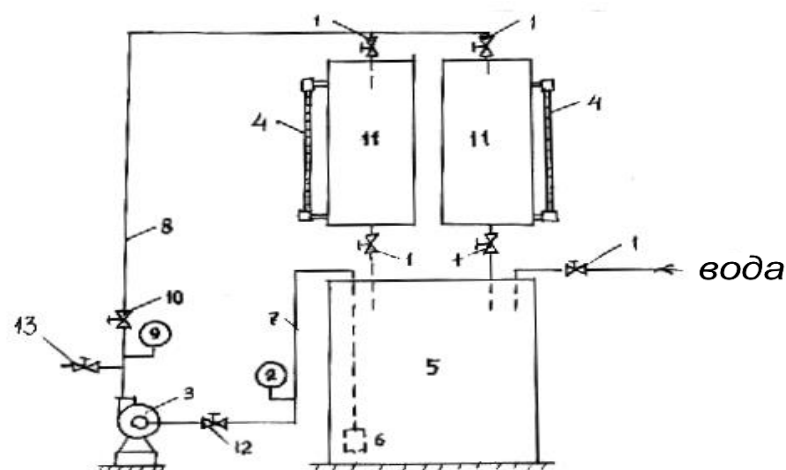
Ishchi g'ildirakning aylanish chastotasi n o'zgarmas bo'lganda, nasos ish unumdorligi Q , napori H , quvvati N va foydali ish koeffitsiyenti η_n bilan o'zaro grafik usuldagi bog'liqligi nasoslarning xarakteristikasi deb yuritiladi (4.2 – rasm).

Ushbu ishni o'tkazishdan maqsad, nasos qurilmasini sinab nasosning asosiy parametrlarini aniqlashdir. Aniqlangan parametrlar asosida nasos ish g'ildiragining aylanishlar chastotasi o'zgarmas $n = \text{const}$ holda $Q-H$, $Q-N$, $Q-\eta$ orasidagi bog'lanishlarni grafikda tasvirlab, nasosning xarakteristikasi quriladi.

Ishni bajarish tartibi

Markazdan qochma nasos o'zgaruvchan elektr toki bilan ishlaydigan elektrodvigatel bilan bir valga o'rnatilib, aylanishlar soni o'lchanib turiladi. Rezervuardagi surish trubasiga o'rnatilgan qaytarma klapan nasosni suyuqlik bilan to'ldirganda suyuqlikni surish trubasidan to'kilib ketmasligini ta'minlaydi.

Uzatish trubasiga manometr va suyuqlik miqdorini rostlovchi ventil o'rnatilgan. Uzatish trubasi orqali suyuqlik idishlarga uzatiladi. Har bir idishda suyuqlik sathini o'lchovchi shisha naychalar o'rnatilgan. Idishlardagi suyuqlik jumraklar orqali suyuqlik suriladigan idishga beriladi. Ish unumdorligi 12 ventilni ochilishi bilan o'zgartiriladi. Nasos qurilmasini sinashga $Q-H$, $Q-N$, $Q-\eta$ orasidagi bog'lanishlarni aniqlashga kerak bo'ladigan kattaliklar uzatilayotgan suyuqlikning miqdori, surish trubasidagi vakuum, uzatish trubasidagi bosim, dvigatel iste'mol qilayotgan kuchlanish aniqlanadi. Nasos qurilmasi ishlashi paytida bu kattaliklar, ya'ni uzatilayotgan suyuqlikning miqdori Q shisha naychasining ko'rsatkichlari bo'yicha, vaqt esa sekundomer bilan o'lchanib, hisoblash jadvaliga yoziladi. Uzatilayotgan suyuqlikning napori metr suv ustunida aniqlanadi:



4.3-rasm. Laboratoriya nasos qurilmasining sxemasi

$$H = P_{man} + P_{vak} + \frac{w_h^2 + w_s^2}{2 \cdot g} + h \quad (5.13)$$

bu yerda P_{man} , P_{vak} – manometr va vakuummetrning metr suv ustunidagi koʻrsatkichi; w_s , w_h – surish va haydash trubalaridagi suyuqlikning tezligi, m/s; h – vakuummetr va manometr oraliqlaridagi masofa, m.

Surish va uzatish trubalarining diametri bir xil boʻlganligi uchun suyuqlik bu trubalarda bir xil tezlikda harakat qiladi, yaʼni $w_s = w_h$. Bu holda

$$H = P_m + P_{vak} + h \quad (5.14)$$

1-ventillar; 2-vakuummetr; 3-nasos; 4-suyuqlik sathini oʻlchovchi naycha; 5-suyuqlik rezervuari; 6-qaytaruvchi klapan; 7-soʻrish trubasi; 8-uzatish trubasi; 9-manometr; 10, 12-rostlovchi ventillar; 11-suyuqlik baklari; 13-ventil.

Tajriba natijalarini hisoblash

Nasosning ish unumdorligi (m^3/s)

$$Q = \frac{Q_1}{1000 \cdot \tau} \quad (5.15)$$

bu yerda Q_1 – suvning shisha naychasi boʻyicha oʻlchangan miqdori, litr; τ – vaqt birligi, s.

Nasosning isteʼmol qiladigan quvvati, (kVt)

$$N = U \cdot I / 1000 \quad (5.16)$$

bu yerda U – tok kuchlanishi, V; I – tok kuchi, A.

Nasosning foydali ish koeffitsiyenti ushbu tenglamadan aniqlanadi:

$$\eta = \frac{Q \cdot \rho \cdot g \cdot H}{1000 \cdot N} \quad (5.17)$$

bu yerda Q - nasosning ish unumdorligi, m^3/s ; ρ - suyuqlik zichligi, kg/m^3 ; g – erkin tushish tezlanishi, m^2/s ; H – nasos umumiy napori, uzatilayotgan suyuqlikning metr ustunida. $Q - H$, $Q - N$, $Q - \eta$ funksiya bogʻliqlik grafiklari millimetrli qogʻozda chiziladi.

4-1 hisoblash jadvali

Aylanishlar soni n ayl/min	Vaqt birligi τ , s	Suvning miqdori Q, dm ³	Manometr ko'rsatgan bosim, P _m		Vakuum ko'rsatgan siyraklanish		Umumiy napor N, m	Quvvat N, kVt	Foydali ish koeffitsiyenti η , %
			kg/sm ² yoki mm.sim. ustun	mm.suv ustunida, N _m	kg·k/sm ² R _v	mm. suv ustuni N _s			

Bir xil vaqt birligida uzatilayotgan suyuqlikning miqdori 3 marta o'lchanadi. 3 marta o'lchangan suyuqlikning o'rtacha miqdori hisoblash jadvaliga yoziladi.

Nazorat savollari

- 1.Nasoslar. Nasoslarning turlari.
- 2.Nasosning asosiy parametrlari: ish unumdorlik, iste'mol qiladigan quvvat, foydali ish koeffitsiyenti va surish balandligi.
- 3.Kavitatsiya hodisasi.
- 4.Markazdan qochma nasosning tuzilishi va ishlash prinsipi.
- 5.Proporsionallik qonuni.
- 6.Markazdan qochma nasoslarning xarakteristikalar.