

5-laboratoriya ishi. Markazdan qochma nasoslarning xarakteristikalari

Ishning nazariy asoslari

Suyuqliklarni gorizontal 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 unumдорligi Q (m^3/s), napor N (m) va quvvati N (kVt) hisoblanadi. Nasosning massa birligiga ega bo'lgan suyuqlikka bergen solishtirma energiyasi napor N deb yuritiladi. Nasosning napori oqimning unga kirish va chiqishdagi solishtirma energiyalari ayirmasiga teng. Nasosning umumiyligi napori 1 kg suyuqlikni balandlikka ko'tarish uchun nasos hosil qiladigan energiya miqdori bilan o'lchanadi. Shuning uchun nasosning umumiyligi napori uzatilayotgan suyuqlikning zinchligiga va solishtirma og'irligiga bog'liq bo'lmaydi.

Nasosning hosil qilgan umumiyligi 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 vakuummetrga ulangan nuqtalar orasidagi vertikal masofa, m; w_h - haydash trubasidagi suyuqlikning tezligi, m/s ; w_s - surish trubasidagi suyuqlikning tezligi.

Shunday qilib, nasosning umumiyligi napori manometr va vakuummetrlar

ko'rsatkichlarining yig`indisi bilan bu asboblar 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 $P_0 - P_s / r \cdot g$ 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 turdagи nasoslarda surish balandligini hisoblashda gidravlik va mahalliy qarshiliklarni yengish uchun ketgan sarflardan tashqari, kavitsatsiya hodisasi ta'sirini ham inobatga olinishi lozim.

Nasos g`ildiragining tez aylanishida va issiq suyuqliklar markazdan qochma nasoslar yordamida uzatilganda kavitsatsiya hodisasi yuz beradi. Bu vaqtida 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 kavitsatsiya rejimida ko`proq ishlasa, u tezda buziladi. Shuning uchun temperaturasi yuqori bo`lgan suyuqliklar uzatilayotganda, u qo'shimcha kavitsion koeffitsiyenti h_k bilan hisobga olinadi.

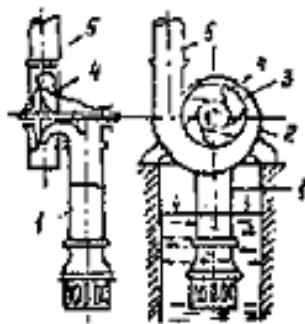
$$h_k = 0,019 \cdot \frac{(Q \cdot n^2)^{2/3}}{H} \quad (4.11)$$

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

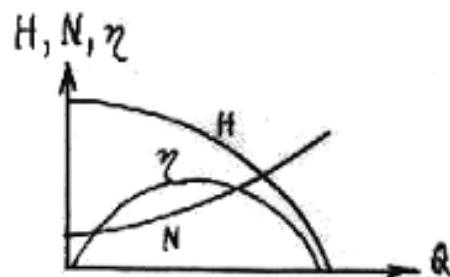
Markazdan qochma nasoslar (4.1-rasm) spiralsimon qobiq ichida joylashgan parrakli ish g`ildiragining aylanishi natijasida hosil bo`lgan markazdan qochma kuch ta'sirida suyuqlik to'xtovsiz bir me'yorda suriladi va uzatiladi. Suyuqlik atmosfera bosimi ta'sirida yig`gich rezervuardan kirish klapani orqali 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 vaqtida 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:

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

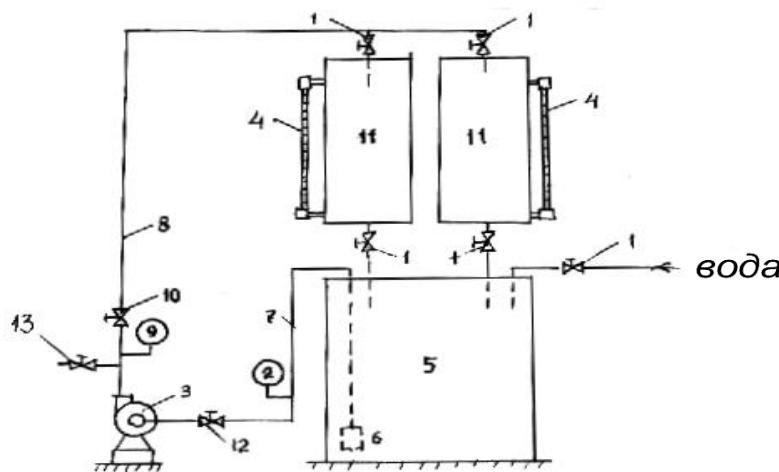
Ishchi g`ildirakning aylanish chastotasi n o'zgarmas bo'lganda, nasos ish unumdorligi Q , napori H , quvvati N va foydali ish koeffitsiyenti η_n bilan o'zaro grafik usuldagagi bog`liqligi nasoslarning xarakteristikasi deb yuritiladi (4.2 – rasm).

Ushbu ishni o'tkazishdan maqsad, nasos qurilmasini sinab nasosning asosiy parametrlarini aniqlashdir. Aniqlangan parametrlar asosida nasos ish g`ildiragining aylanishlar chastotasi o'zgarmas $n=const$ 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 elektrosvigatel 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 ko'rsatkichi; 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 bo'lganligi uchun suyuqlik bu trubalarda bir xil tezlikda harakat qiladi, ya'ni $w_s = w_h$. Bu holda

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

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

Tajriba natijalarini hisoblash

Nasosning ish unumdarligi (m^3/s)

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

bu yerda Q_1 – suvning shisha naychasi bo'yicha o'lchanigan miqdori, litr; τ – vaqt birligi, s.

Nasosning iste'mol 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 unumdarligi, m^3/s ; ρ – suyuqlik zichligi, kg/m^3 ; g – erkin tushish tezlanishi, m^2/s ; H – nasos umumiyl napor, uzatilayotgan suyuqlikning metr ustunida. $Q = H$, $Q = N$, $Q = \eta$ funksiya bog`liqlik grafiklari millimetrlı qog`ozda 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.suv 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'lchanan suyuqlikning o'rtacha miqdori hisoblash jadvaliga yoziladi.

Nazorat savollari

- 1.Nasoslar. Nasoslarning turlari.
- 2.Nasosning asosiy parametrlari: ish unumдорлик, 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 xarakteristikalari.