

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIIY VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM
VAZIRLIGI
ABU RAYHON BERUNIY nomidagi**

TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

“Neft va gaz quduqlarini burg‘ilash” kafedrası magistrantları uchun

“Quduqlarni burg‘ilashda gidroaeromexanika” fanidan

amaliy mashg‘ulotlar uchun uslubiy ko‘rsatma

Toshkent – 2016

Murtazayev A.M., Muminov R.S, Ruziev U.A. Neft va gaz fakulteti magistrantlari uchun “Quduqlarni burg‘ilashda gidroaeromexanika” fanidan amaliy mashg‘ulotlar uchun uslubiy ko‘rsatma. – Toshkent : ToshDTU, 2016.

Uslubiy ko‘rsatma 5A311903 - «Neft va gaz quduqlarini burg‘ilash» yo‘nalishi dasturi asosida tayyorlangan bo‘lib, ushbu ko‘rsatmada quduqlarni burg‘ilashda gidroaeromexanika fanida uchraydigan masala va misollarni yechimini topish, masala va misollarni yechish uchun umumiy ko‘rsatmalarning maqsadi va unga qo‘yilgan talablar hamda bajarishning asosiy bosqichlari keltirib o‘tilgan. Ko‘rsatmada nazorat va test savollari ham keltirib o‘tilgan.

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy-uslubiy kengashi qarori asosida chop etildi.

Taqrizchi:

- | | |
|---------------|--|
| Nurmatov U.D. | - ToshDTU, “Neft va gaz” fakulteti dekani muvini, t.f.n., dotsent |
| Zokirov R. | - “Energiya va resurs tejamlorligi” ilmiy-amaliy va o‘quv markazi direktori muovini, g-m.f.n., dotsent |

1. MASALALARNI YECHISH UCHUN UMUMIY KO'RSATMALAR

Ishning maqsadi va unga qo'yilgan talablar

Ishning vazifasi "Quduqlarni burg'ilashda gidroaeromexanika" fanining nazariy qismini, burg'ilash gidravlik sistemalaridagi real muxandislik masalalarini hisoblashda qo'llash orqali mustahkamlash. Fanning oxirgi bosqichlarida bajarilib, ma'ruza materiallarini tushunish va o'zlashtirish darajasini aniqlaydi.

Talabalarga qo'yiladigan asosiy o'quv-uslubiy talablardan biri darsliklar va o'quv qo'llanmalar bilan mustaqil ishlash, olingan bilim va ko'nikmalarni amaliyotda qo'llash, masalada qo'yilgan yechimlarni topishda to'g'ri qaror qabul qilib, ularni asoslashdan iborat.

"Sirkulyatsiyali gidravlik qurilmani hisoblash" masalalar kompleksini bajarishni suyuqlikning quvur uzatkichlardagi harakatini quyidagi gidrodinamikaning tayanch bo'limlarini o'z ichiga oluvchi nazariy asoslarini chuqur o'rganishdan boshlash kerak:

- suyuqlik harakatining asosiy tushunchalari;
- Bernulli tenglamasi;
- suyuqlik harakati tartiblari;
- gidravlik qarshiliklar;
- oddiy va murakkab bosimli quvur uzatkichlarni gidravlik hisoblash;
- quvurlardagi gidravlik zarba;
- suyuqlikning tirqish va nasadkalardan oqishi.

Ushbu uslubiy ko'rsatma 9 ta masaladan iborat. Talaba o'ziga berilgan variant raqamiga mos keluvchi ma'lumotlar asosida bajaradi. (variantlar ro'yxati ilovada keltirilgan).

Javob va yechimlar qisqa, ammo to'liq bo'lishi zarur. Miqdorlarni belgilash, hamda terminlar qabul qilingan tartiblarga mos bo'lishi kerak. Masalaning yechimlari tushuntirish rasmlari bilan beriladi.

Kompleks masalani hisob-tushuntirish yozuvi standart varaqlarda bajarilib, o'z ichiga quyidagilarni oladi:

- titul varag'i;
- mundarija;
- sirkulyatsiyali qurilmaning tuzilishi, qurilmalar va suyuqlikning ma'lum parametrlari bayoni;
- variantning asosiy ma'lumotlari;
- kompleks masalaning yechimlari;
- foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

Ishni bajarishning asosiy bosqichlari

Masalalarni yechishga kirisha turib quyidagilarga amal qilish zarur:

- sirkulyatsiyali qurilma tuzilishini diqqat bilan o'rganish, variantda berilgan ma'lumotlar bilan solishtirish;
- o'z variantining hamma ma'lum ma'lumotlarini yozib olish;
- masalani yechish uchun zarur bo'lgan qurilma qismlaridan nusxa ko'chirish (rasm ko'rinishida);
- rasmga zarur o'lchovlarni va hisoblash kesimlarini joylashtirish;
- rasm o'ng tarafiga berilgan ma'lumotlar va aniqlanishi zarur miqdorlarni yozib qo'yish;
- zarur hisoblarni bajarish va masalaga tushuntirish berish;
- masalani yechish tugagach, javobni aniq yozish.

1-amaliy mashg'ulot. Suyuqlik harakati rejimlari. Gidravlik sirkulyatsiyali qurilmani hisoblash

Qurilma bayoni

Gidravlik sirkulyatsiyali qurilma tuzilishi 1-rasmda keltirilgan.

Suyuqlik o'zi oqar quvuruzatgich bo'ylab, yuqoridagi **A** rezervuardan pastdagi **V** rezervuarga tushadi. U yerdan nasos orqali so'rilib, oraliq idish **S** ga yuborilib, undan **A** rezervuarga oqib tushadi.

Nasos qurilmasining so'rish liniyasida teskari klapanli so'rish qutisi 1, buriluvchi tirsak 2, so'riluvchi qopqoq (zadvijka) 3, vakuummetr R_v joylashgan. Haydovchi liniyada manometrlar R_{m1} , R_{m2} , R_{m3} , tezlashtiruvchi trubka 5 va Venturi sarf o'lchagichi 6 o'rnatilgan. Oraliq idish **S** ning tag qismida nasadka 7 joylashgan.

Sirkulyatsiyali qurilma uchun quyidagilarni aniqlash talab etiladi:

- 1) nasosning so'rish geometrik balandligi N_2 ni;
- 2) tezlashtiruvchi trubka difmanometri (yoki difpyezometri) ko'rsatkichini undagi suyuqlikni berilgan zichligi ρ_2 orqali. (difpyezometrda foydalanilgan holda, undagi havo zichligi hisobga olinmaydi);
- 3) tor kesimi diametri (d_{ven}) va sarf koeffitsiyenti (μ_{ven}) qiymatlari berilgan simobli venturi sarf o'lchagich difmanometr ko'rsatkichini (h_{ven}) (1-10 va 21-30 variantlar uchun);
- 4) oraliq idishdagi suyuqlikning o'rnatilgan sathi darajasi N_1 ni berilgan nasadkasi diametri (d_{nas}) va sarf koeffitsiyenti (μ_{nas}) bo'yicha;
- 5) R_{m2} va R_{m3} manometrlar ko'rsatkichlari farqini;
- 6) haydash qismidagi mahalliy qarshiliklardagi ta'zyiq (napor) yo'qotishlarini yig'indisini va ularning ekvivalent uzunliklari yig'indisini;
- 7) yuqori rezervuarda berilgan n_3 sathni o'zgarmas holatda ushlab turish imkonini beruvchi o'zioqar quvuruzatgichning d_s zaruriy diametrini;
- 8) to'g'ri gidravlik zarba paydo bo'lganda uzilib ketmaydigan po'lat quvur devori minimal qalinligini (d_2);

9) nasosning foydali quvvatini.

Nazorat savollari

1. Hidravlik sirkulyatsiyali qurilma tuzilishini tushuntiring?
2. Suyuqlik oqar quvurlarning sinflarini ayting?
3. Geometrik balandlik deganda qaysi balandlik tushuniladi?

2-amaliy mashg'ulot. Bosimli quvur o'tkazgichlarni gidravlik hisoblash.

Qurilma va suyuqlik parametrlari

1-10 variantlar uchun:

1. Haydalayotgan suyuqlikning fizik xossalari (zichligi ρ_1 , qovushqoqlikning kinematik koeffitsiyenti η_1).

2. So'ruvchi va haydovchi qismlarning uzunliklari l_i , ularning d_1 va d_2 diametrlari, d_1 va d_2 diametrli quvurlar devori ekvivalent g'adurligi bir xil va Δ ga teng.

3. O'zi oqar quvuruzatgich uzunligi l_c , ekvivalent g'adurligi Δ_s , hamma mahalliy qarshiliklar ekvivalent uzunliklari yig'indisi l_{ekv} va yuqori A rezervuardagi suyuqlik o'zgarmas sathi N_3 bilan nasos o'qi orasidagi balandlik.

4. So'ruvchi yo'nalishga o'rnatilgan mahalliy qarshiliklar koeffitsiyentlari (quti ξ_{kop} tirsak ξ_{kol} zadviyka ξ_{zad}).

5. Oralik idishdagi suyuqlikning barqaror sathi N_1 , nasadka diametri d_{nas} va sarf koeffitsiyenti μ_{nas} .

6. Vakuummetr r_v va manometr r_m ko'rsatkichlari.

11-20 variantlar uchun:

1. Haydalayotgan suyuqlikning fizik xossalari (zichligi ρ_1 , qovushqoqlikning kinematik koeffitsiyenti η_1).

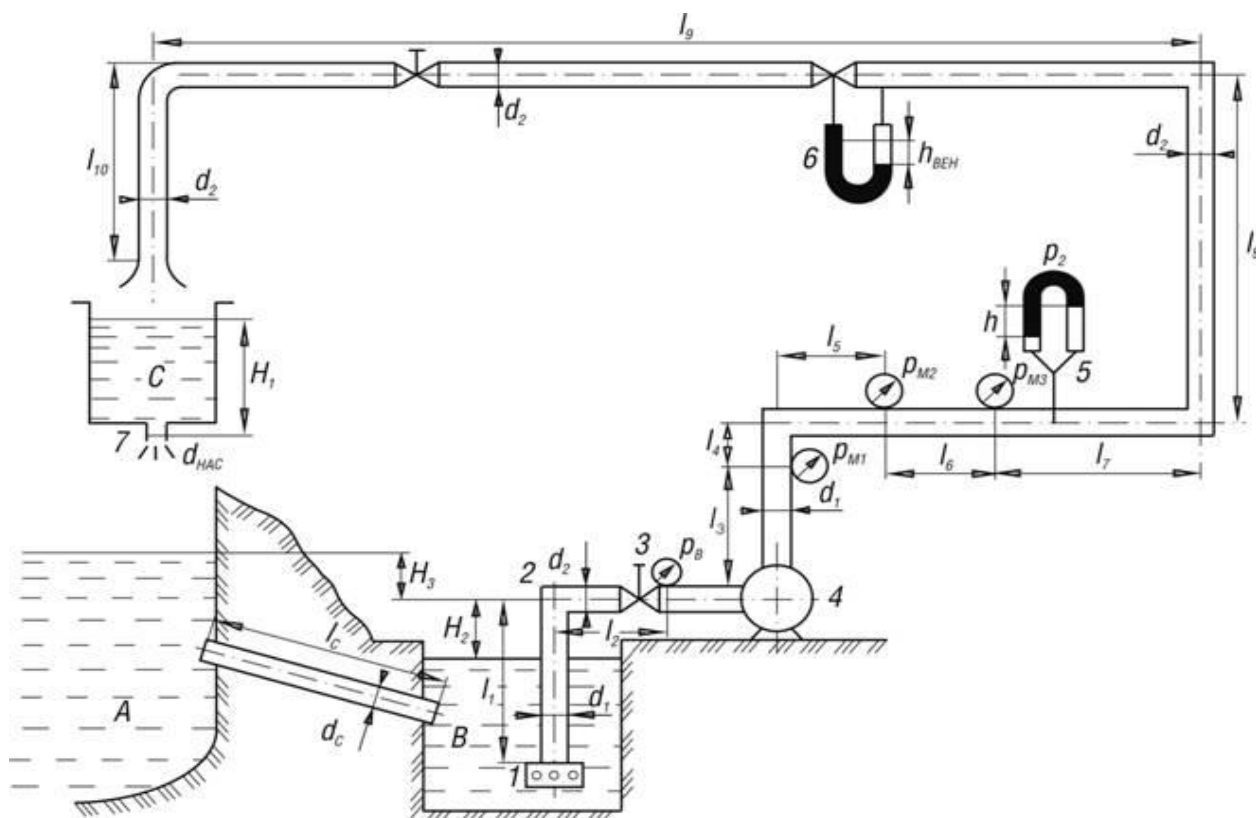
2. So'ruvchi va haydovchi qismlarning uzunliklari l_i , ularning d_1 va d_2 diametrlari, quvurlar devori ekvivalent g'adurligi Δ .

3. O'zi oqar quvuruzatgich uzunligi l_c , quvurlar devori ekvivalent g'adurligi Δ_s , hamma mahalliy qarshiliklar ekvivalent uzunliklari yig'indisi l_{ekv} va yuqori A rezervuardagi suyuqlik o'zgarmas sathi bilan nasos o'qi orasidagi balandlik N_3 .

4. So'ruvchi yo'nalishga o'rnatilgan mahalliy qarshiliklar koeffitsiyentlari (quti ξ_{kop} tirsak ξ_{kol} zadviyka ξ_{zad}).

5. Tor kesimi diametri d_{ven} , sarf koeffitsiyenti μ_{ven} simobli difmanometri va Venturi sarfo'lchagichli ko'rsatkichi h_{ven} , berilgan.

6. Vakuummetr R_v va manometr R_m ko'rsatkichlari.



1-rasm. Gidravlik sirkulyatsiyali qurilma sxemasi:

A- yuqori rezervuar, V- pastki rezervuar, S- oraliq idish;

2. Teskari klapanli so'ruvchisining quyi qismi, 2- burish tirsagi, 3- so'rish qopqog'i, 4-nasos, 5- tezlatish trubkasi, Ventur sarf o'lchagichi, 7-oraliq idish nasadkasi, r-vakuumetr, r_{m1} , r_{m2} , r_{m3} -manometrlar.

21-30 variantlar uchun:

1. Suyuqlik sarfi Q va uning fizik xossalari (zichligi ρ_1 , qovushqoqlikning kinematik koeffitsiyenti η_1).

2. So'ruvchi va haydovchi qismlarning uzunliklari l_1 , ularning d_1 va d_2 diametrlari, quvurlar devori ekvivalent g'adurligi Δ .

3. O'zi oqar quvuruzatgich uzunligi l_0 , quvurlar devori ekvivalent g'adurligi Δ_s , hamma mahalliy qarshiliklar ekvivalent uzunliklari yig'indisi l_{ekv} va yuqori A rezervuardagi suyuqlik o'zgarmas sathi bilan nasos o'qi orasidagi balandlik N_3 .

4. So'ruvchi yo'nalishga o'rnatilgan mahalliy qarshiliklar koeffitsiyentlari (quti ξ_{kop} tirsak ξ_{koi} zadviyka ξ_{zad}).

5. Vakuummetr R_v va manometr R_m ko'rsatkichlari.

6. Dastlabki ma'lumotlar 1-30 variantlar bo'yicha ilovada keltirilgan.

Nazorat savollari

1. Vakuummetr qanday asbob hisoblanadi?
2. Ekvivalent g'adurlik qanday hosil bo'ladi?
3. Neftgaz quvurlari uchun mahalliy qarshiliklar koeffitsiyentlarini ayting?

3-amaliy mashg'ulot. Suyuqlik aylanib turuvchi qurilmani gidravlik hisoblash.

1) 2 - badda (qurilma texnik pasportiga qara) difpyezometrda foydalanilgan holda, undagi havo zichligi hisobga olinmaydi.

2) 3 - badda mahalliy qarshiliklardagi dam yo'qotishlari yig'indisi Bernulli tenglamasidan topilib, kesimlar tanlanishi asoslanishi kerak.

3) 7 - badda o'zioqar quvuruzatgichning d_s zaruriy diametrini, bosimni yo'qolishini quvur diametri bilan bog'liqligini o'rganish orqali aniqlanadi. Hisoblashlar d , ρ , Re , λ , h , qiymatlarini chiqarish orqali amalga oshiriladi. Olingan ma'lumotlar asosida grafik $h = h(d)$ quriladi va bunday turdagi masalani grafoanalitik usulda yechish tushuntiriladi.

4) 8 - badda quvur devori zaruriy minimal qalinligini aniqlashda quvur choksiz, po'lat turi (stal) 20 deb qabul qilinadi (talab qilinaligan po'lat turi ma'lumotnomadan topiladi).

Nazorat savollari

1. Bosimning keskin yo‘qolishini tushuntiring?
2. Quduq devoridagi minimal qalinlikni qanday aniqlash mumkin?
3. Neft va gaz quvurlarining chokli va choksiz guruhlarini ayting?

4-amaliy mashg‘ulot. Quduqlarni mustahkamlashda va yuvishda gidrodinamika masalalarini yechish

Maslalarni yechishga kirishishdan oldin berilgan ma’lumotlarda qurilma sarfi haqida ma’lumotlar borligi aniqlanishi zarur. Bunday ma’lumotlar faqat 21-30 variantlarda mavjud. Qolgan variantlarda qurilma sarfi noma’lum.

Sirkulyatsiyali sistemada sarf Q - o‘zgarmas bo‘lgani sababli, talaba berilgan ma’lumotlarga qarab, qurilma sarfini har xil usullar bilan aniqlash imkoniyatiga ega.

Har qanday gidravlik sistemadagi sarfini birinchi bosqichda aniqlash zarur, chunki quvuruzatgichdagi oqim tezligi, mahalliy qarshiliklar hisoblanganda sarf ma’lum bo‘lishi kerak.

Quvur uzatgichdagi oqim tezligi V ma’lum bo‘lishi gidravlik sistema ishlashinig asosiy parametrlari, quvuruzatgich uzunligi bo‘yicha bosimni yo‘qolishi h_l , mahalliy yo‘qotish h_m , Reynolds Re soniga bog‘liq suyuqlik oqish tartibi, nasosning so‘rish geometrik balandligi N , quvuruzatgich minimal diametri d , gidravlik zarba paydo bo‘lganda uzilib ketmaydigan po‘lat quvur devori minimal qalinligi kabilarni aniqlash imkonini beradi.

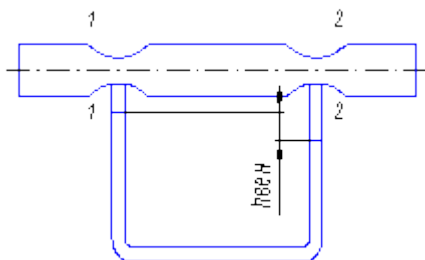
Suyuqlik sarfini 1-10 variantlar uchun aniqlashni oraliq idishdagi nasadkadan chiqayotgan suyuqlikni sarfini hisoblashni quyidagi ifoda bo‘yicha bajariladi.

$$Q = \mu \cdot S_0 (2 g H_0)^{0.5} \quad (1)$$

bu yerda μ – sarf koeffitsiyenti (berilgan); S_0 - oqim tirik kesimi (nasadka), m; g – erkin tushish tezlanishi, $9,81 \text{ m/s}^2$; H_0 - keltirilgan bosim (dam), m.

Masalani yechish uchun idishni qurilma tuzilishidan ajratib olingan qismi rasmiga hisoblashlarda foydalaniladigan o‘lchovlarni qo‘yish zarur. S_0 ni

hisoblashda quvuruzatgich diametri d (dastlabki ma'lumot) ma'lum bo'lishi kerakligini va $H_0 = H + (P_1 - P_2)/(\rho g)$ ekanini unutmasdan, H , P_1 , P_2 nimani bildirishini tushuntirish kerak.



2-rasm.Venturi sarfo'Ichagichi sxematik ko'rinishi.

Suyuqlik sarfini 11-20 variantlar uchun aniqlashda Venturi sarf o'Ichagichdan foydalanish zarur.

Masalani yechishda quvuruzatgichda joylashgan Venturi sarf o'Ichagichini sxematik ko'rsatish zarur.

1 - qadam. Bernulli tenglamasini 1-1 va 2-2 kesimlar uchun yozamiz.

Suyuqlik oqimi gorizontall o'q bo'ylab o'tgani sababli $z_1 = z_2$, suyuqlik tartibi (turbulent) o'zgarmasligi sababli Koriolis koeffitsiyenti $\alpha_1 = \alpha_2$. Kesimlar orasi qisqa bo'lgani uchun dam yo'qotilishini ($h_0 = 0$) hisobga olmaslik mumkin.

Uzluksizlik tenglamasidan

$$Q = V_1 \cdot S_1 = V_2 \cdot S_2$$

bundan $V_2 = V_1 \cdot S_1/S_2$.

Bernulli tenglamasi o'zgartirib:

$$(P_2 - P_1)/(\rho g) = V_1^2 / (2g) (1 - (S_1/S_2)^2).$$

2 - qadam. $P_2 - P_1 = P_{abs} = (\rho_2 - \rho_1) gh_{ven}$,

bu yerda P_1 va P_2 - 1-1 va 2-2 kesimlardagi absolyut bosimlar; ρ_2 - difmanometrda quyilgan simobning zichligi (13550 kg/m^3); ρ_1 - gidravlik sistemadagi suyuqlik zichligi (berilgan ma'lumot qara); g - erkin tushish tezlanishi, $9,81 \text{ m/s}^2$ h_{ven} , difmanometr simob ustunlari 1-1 va 2-2 kesimlardagi ko'rsatkichlarining farqi.

3 - qadam. Olingan qiymatlarni o'zgartirilgan Bernulli tenglamasiga qo'yib, V_1 quvuruzatgichdagi suyuqlik tezligini aniqlaymiz, m/s.

$$V_1 = (2gh_{ven}(\rho_{sm} - \rho_s)/(\rho_s(1 - (d_1^2/d_2^2))))^{0.5}$$

4 - qadam. Quvuruzatgichdagi suyuqlik sarfini (butun sistemadagi) aniqlaymiz, m^3/s yoki l/s :

$$Q = V_1 \cdot S_1$$

Nazorat savollari

1. Gidravlik sistema deganda nimani tushunasiz?
2. Sirkulyatsiyali sistemada sarfning o'zgarish va o'zgarmasligini toping?
3. Quvur uzatgichdagi oqim tezligini ko'rsatib bering?

5-amaliy mashg'ulot. Quduqlarni mustahkamlashda va yuvishda gidrodinamika masalalarini yechish. Nasosning so'rish balandligi N_2 ni aniqlash

1 - qadam. Masalani yechish uchun nasosning so'rish qismini qurilma sxemasidan ajratib chizib, hisoblashda qatnashadigan hamma parametrlar o'lchovlarini (l_1, l_2, d_1), mahalliy qarshiliklar koeffitsiyentlari (quti ξ_{kop} tirsak ξ_{kol} zadviyka ξ_{sad}) va 1-1 va 2-2 hisoblash kesimlarini ko'rsatish kerak.

Hisoblash kesimi 1-1 **V** rezervuardagi erkin sirtga, kesim 2-2 nasos oldiga joylashtiriladi.

2 - qadam. Bernulli tenglamasini 1-1 va 2-2 kesimlar uchun yozamiz.

V_1 bir necha tartibga V_2 dan kichik bo'lgani sababli, uni nolga teng deb olishimiz mumkin.

Quvuruzatgichda suyuqlik harakati tartibi turbulent bo'lgani sababli

$$\alpha_2 = 1.$$

$$N_2 = z_2 - z_1.$$

Rezervuar **V** ochiq bo'lgani sababli erkin sirtidagi bosim atmosferanikiga teng $P_1 = P_a$ bo'lgani sababli $P_a - P_2 = P_{vak}$.

O'zgartirishlar natijasida Bernulli tenglamasi quyidagi ko'rinishga keladi:

$$N_2 = P_{vak}/(\rho g) - V_2^2/(2g) - h_{1-2}$$

3 - qadam. So'ruvchi quvuruzatgichdagi oqimning o'rtacha tezligi V_2 ni aniqlaymiz. Oqim uzliksizligi ifodasi $Q = V S$ dan V_2 aniqlaymiz, m/s .

$$V_2 = Q / S = 0.785Q/d_1^2$$

4 - qadam. So'ruvchi quvuruzatgichdagi dam yo'qotilishini, uzunligi va mahalliy qarshiliklar bo'yicha dam yo'qotilishlari yig'indisi ko'rinishida aniqlaymiz.

$$h_{1-2} = h_u + h_m = \lambda$$

bu yerda λ - gidravlik ishqalanish koeffitsiyenti;

5 - qadam. Gidravlik ishqalanish koeffitsiyenti λ ni aniqlash uchun **Reynolds sonini**: $Re_1 = \frac{g_1 \cdot d_1}{\nu}$ aniqlaymiz.

bu yerda ν – sirkulyatsiya suyuqligi kinematik qovushqoqligi (m^2/s).

Reynolds sonini ma'lum bo'lgach, **gidravlik qarshiliklar zonalaridan** qaysi biriga taalluqli ekanini aniqlaymiz:

1. Suyuqlikni laminar tartibli harakati- $Re < Re_{kr}$ bu yerda Re_{kr} - Reynolds sonining qiymati 2320 ga teng bo'lib, laminar va turbulent tartibli harakat chegarasini ko'rsatadi.

2. Suyuqlikning turbulent tartibli harakatida qarshilikning uchta zonasi aniqlanadi:

- gidravlik silliq quvurlar uchun - $Re_{kr} < Re < 10d/\Delta_{ekv}$;
- gidravlik g'adur quvurlar uchun (o'tish zonasi) $10d/\Delta_{ekv} < Re < 500d/\Delta_{ekv}$;
- gidravlik deyarli g'adur quvurlar uchun (kvadratik zona) $Re > 500d/\Delta_{ekv}$.

bu yerda Δ_{ekv} - quvur ekvivalent g'adurligi.

Qarshiliklar o'z zonasi aniqlangach, **so'ruvchi quvuruzatgichdagi - gidravlik ishqalanish koeffitsiyenti- λ ni** qarshiliklar zonasiga kiruvchi ifodalar orqali aniqlaymiz:

- laminar tartib uchun $\lambda = 64/Re$;
- turbulent tartibda gidravlik silliq quvurlar uchun $\lambda = 0,3164/Re^{0,25}$ (Blazius ifodasi);

- turbulent tartibda gidravlik g'adur quvur uchun (Altshul ifodasi)

$$\lambda_1 = 0,11 \cdot \left(\frac{\Delta}{d_1} + \frac{68}{\text{Re}_1} \right)^{0,25} = 0,11 \cdot \left(\frac{0,1 \cdot 10^{-3}}{0,081} + \frac{68}{112335,6} \right)^{0,25} = 0,0228$$

$$\lambda_2 = 0,11 \cdot \left(\frac{\Delta}{d_2} + \frac{68}{\text{Re}_2} \right)^{0,25} = 0,11 \cdot \left(\frac{0,1 \cdot 10^{-3}}{0,068} + \frac{68}{133811,5} \right)^{0,25} = 0,0232$$

- turbulent tartibda deyarli g'adur quvur uchun $\lambda = 0,11(\Delta_{\text{ekv}}/d)^{0,25}$ (B.L.SHifrinson ifodasi).

Mos ifodalarga qiymatlarni qo'yib, λ ni aniqlaymiz.

6 - qadam. So'ruvchi quvuruzatgich **uzunligi bo'yicha dam yo'qotilishi h_u** va **mahalliy dam yo'qotilishi h_m** ni aniqlaymiz:

$$h_u = h_{u1} + h_{u2}$$

$$h_m = \xi_{\kappa op} \cdot \frac{g_1^2}{2g} + \xi_{\kappa ol} \cdot \frac{g_2^2}{2g} + \xi_{3ad} \cdot \frac{g_2^2}{2g} = \xi_{\kappa op} \cdot \frac{8 \cdot Q^2}{g \cdot \pi^2 \cdot d_1^4} + (\xi_{\kappa ol} + \xi_{3ad}) \cdot \frac{8 \cdot Q^2}{g \cdot \pi^2 \cdot d_2^4}$$

7 - qadam. So'ruvchi quvur uzatgichdagi to'liq to'liq dam yo'qotishlarini aniqlaymiz:

$$h_{A-V} = h_u + h_m$$

8 - qadam. Nasosning **so'rish geometrik balandligi N_2** ni aniqlaymiz:

$$N_2 = P_{\text{vak}}/(\rho g) - V_2^2/(2g) - h_{1-2}$$

E'tiborni P_{vak} kilopaskalda berilganiga qaratib, $P_{\text{vak}}/(\rho g)$ kasr qiymatini metrda olish uchun, mos birliklarga o'tkazish talab etiladi.

Nazorat savollari

1. Mahalliy qarshilikni yo'qotilishini qanday aniqlash mumkin?
2. Jismlarning suyuqliklardagi muvozanati aniqlang?
3. Burg'ilash suyuqliklarni fizik xossalari aytib bering?

6-amaliy mashg'ulot. Quduq rotorli yoki turbobur usullar bilan burg'ilash jarayonida gidravlik bosimning yo'qotishni olishini hisoblash

Quvurlarda burg'ilash ishlarining ma'sulligini oshirishda yoki rotorning aylanishlar sonini oshirishda, yo'qotilgan bosimlarni aniqlashda hamda mehnatni to'g'ri tashkil etishda rotorli yoki turbobur usullarini qo'llash katta ahamiyatga

ega. Ushbu ko'rsatmada burg'ilash ishlarida rotorli yoki turbobur usullarini qo'llaganda bajariladigan gidravlik bosimni hisoblashga doir bir qancha misollarni va ularni yechish usullarini keltiramiz:

Quduqni burg'ilashda ishlatiladigan yuvish suyuqligi aralashmasi (gilmoya) zichligi $\rho_{yus}=1200 \text{ kg/m}^3$ bo'lib, chuqurligi $L=2100 \text{ m}$ bo'lgan quduqni burg'ilashda T12-M-3:B-9 turbobur ishlatilgan bo'lsa, quduqlarni yuvishda yo'qotilgan bosimni hisoblang. Bunda burg'ili quduq quvirining tashqi diametri $d_t=0,140 \text{ m}$, devor qalinligi $h=9 \text{ mm}$, dolotoning diametri $D_b=295,3 \text{ mm}$. Turbobur ustiga $L_0=100 \text{ m}$ uzunlikdagi og'irlashtirilgan burg'ilash quviri o'rnatilgan. Uning diametri $D_o=203 \text{ mm}$ ga teng. Burg'ilash eritmasining vaqt birligidagi sarfi $Q=0,03 \text{ m}^3/\text{s}$ ga teng bo'lib, eritmaning dinamik qovushqoqligi $\mu=10^{-2} \text{ Pa}\cdot\text{s}$, siljishning dinamik kuchlanishi $\tau_0=8,16 \text{ Pa}$ ga teng.

Yechish

II.1. Burg'ilash quvuri ichida yo'qotilgan bosimni hisoblash

Burg'ilash quvuri ichida yo'qotilgan bosimni hisoblash, u quydagicha hisoblanadi:quvurning ichki diametri topiladi:

$$d_i=d_t-2h=(140-29)=122, \text{ mm}=0,122, \text{ m}.$$

$$Q=0,03 \text{ m}^3/\text{s}; g=9,81 \text{ m/s}^2 \text{ –jismning erkin tushish tezlanishi.}$$

Avvalo o'rtacha tezlikni quyidagi formuladan foydalanib yechamiz:

$$V_{o'r}=4\cdot Q/(\pi\cdot d_i^2)=4\cdot 0,03/(3,14\cdot 0,122^2)=2,57, \text{ m/s}.$$

Topilgan o'rtacha tezlikni quyidagi formulaga qo'yib, Reynolds sonini hisoblaymiz:

$$Re=(10\cdot 1200\cdot 2,57\cdot 0,122)/(9,81(10^{-2}+0,816\cdot 0,122/6\cdot 2,57))=5147.$$

Demak, burg'ilash quvuridagi gilmoya eritmasi turbulent harakatda bo'lar ekan. quvurdagi oqim turbulent bo'lgani uchun gidravlik qarshilikni quyidagicha aniqlaymiz:

$$\lambda_k=0,08/\sqrt[3]{5147}=0,0236.$$

YUqoridagi oqim turbulent bo'lgani uchun gidravlik qarshilikni quyidagicha aniqlaymiz:

$$P_{yb}=8,26 \cdot 0,0236 \cdot 30^2 \cdot (2100-100) \cdot 1200/0,122^5=1,56, \text{ MPa}$$

Umumiy olingan ma'lumot quyidagi javobda keltirilgan:

$$a_{\text{u6}} = \frac{8,26}{d_u^5} = 8,26 \cdot 0,0236/0,122^5 = 72,110^{-8}.$$

Nazorat savollari

1. Renols sonini qanday aniqlash mumkin?
2. Gilmoya eritmasini tarkibini ayting?
3. Burg'ilash quvuri qaysi qismlardan tashkil topgan?

7-amaliy mashg'ulot. Quvurlar orasidagi sirkulyatsion oqimda yo'qotilgan bosim hisoblash

Neft va gaz quduqlarini burg'ilashda halqasimon maydondagi burg'ilash quvuri devoridan to quduq devorigacha bo'lgan oraliqda ixtiyoriy h kenglikda qovushqoq-plastik suyuqlik uchun gidravlik qarshilik koeffitsiyentini λ_{xm} nazariy aniqlashda hozirgacha aniq bir yechimga ega emas.

B.I.Mietelman o'zining birinchi ishida quyidagi formulalarni keltirgan.

$$\lambda_{xm} = \frac{80}{\text{Re}_{xm}^*},$$

$$\text{bu yerda } \text{Re}_{xm}^* = \frac{\gamma W_{xm}(D-d_n)}{g\mu \left(1 + \frac{\tau_0(D-d_n)}{6\mu V_{xm}}\right)},$$

D- quduq diametri, mm; d_n -quvurning tashqi diametri, mm; τ_0 - statik siljish kuchlanishi, Па ; γ -gilli eritmaning solishtirma og'irligi, $H/\text{м}^3$; g -erkin tushish tezlanishi, м/сек^2 ; μ - dinamik qovushqoqlik, $\text{Па}\cdot\text{с}$; V_{xm} -quvurdan oqib chiqayotgan suyuqlik o'rtacha tezligi, м/сек ; V_{yp} -suyuqlikning burg'ilash quvuri uchun harakatchan o'rtacha tezligi bo'lib, u quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$V_{yp} = 4Q/(\pi \cdot d_u^2).$$

d_i –quvurning ichki diametri.

Burg'ilash quvuri ichida bosim qancha yo'qotilishini ushbu formula bilan aniqlaymiz:

$$P_{\text{ox}} = 8,26 \cdot \lambda \frac{Q^2 \cdot (L - L_0)}{d_u^5} \rho_{\text{ox}}, \text{ MPa.}$$

bu yerda L -quduq chuqurligi, L_0 —og'irlashtirilgan quvur uzunligi. $L = 2100$ m va $L_0 = 100$ m. λ_k -quvurning gidravlik qarshilik koeffitsiyenti, o'lchamsiz koeffitsiyent. Gidravlik qarshilik quvuridagi oqim turiga ko'ra laminar oqim bo'lganda: $\lambda_k = 64/\text{Re}$ va turbulent oqim bo'lganda: $\lambda_k = 0,08/\sqrt[3]{\text{Re}}$ formulalarda aniqlanadi.

2. Q-nasos uzatish sarfi $110 \text{ m}^3/\text{s}$.

*Eslatma: Reynoldsning umumlashgan shartiga ko'ra agar oqim uchun $\text{Re} \leq 2300$ bo'lsa, u laminar, $2300 \leq \text{Re}$ bo'lsa turbulent rejimda bo'ladi.

Quvurlar orasidagi sirkulyatsion oqimda yo'qotilgan bosim hisoblash uchun, avval o'rtacha tezlikni quyidagi formula orqali aniqlaymiz:

$$V_{\text{or}} = 4 \cdot 0,03 / (3,14 \cdot (0,2953^2 - 0,140^2)) = 0,568, \text{ m/s.}$$

Olingan qiymatni quyidagi formulaga qo'yib, Reynolds sonini aniqlaymiz:

$$\text{Re} = \frac{10 \cdot 1200 \cdot 0,568 (0,2953 - 0,140)}{9,81(110^{-2} + 8,16(0,2953 - 0,140)/(6 \cdot 0,568))} = 282.$$

Demak $\text{Re} = 282 < 2300$ gilmoya eritmasi oqimi laminar harakatda

$$\lambda_k = \frac{\text{Re}}{80} = \frac{\text{Re}}{282} = 0,284.$$

Topilgan qiymatlarni formulaga qo'yib, quduq devori va quvur orasidagi yo'qotilgan bosimni hisoblaymiz:

$$R_{y_{o'b}} = 8,26 \cdot 0,284 \frac{0,03^2 \cdot (2100 - 100) \cdot 1200}{(0,2953 - 0,140)^2 \cdot (0,2953 + 0,140)^2} = 0,712;$$

quvurlar orasidagi oqimdagi sirkulyatsion harakatni quyidagi formula orqali yechishimiz mumkin, ya'niy

$$\alpha_{y_{o'b}} = 0,284 \frac{8,26 \cdot 0,284}{(0,2953 - 0,140)^2 \cdot (0,2953 + 0,140)^2} = 3,29 \cdot 10^{-8};$$

Og'irlashtirilgan quvur uchun yo'qotilgan bosimni hisoblash

Og'irlashtirilgan quvur uchun yo'qotilgan bosimni hisoblash uchun ekvivalent uzunlikni quyidagi formula bilan hisoblaymiz:

$$L_{eu}=100 \cdot 0,122^5/0,1^5=305 \text{ m.}$$

Og'irlashtirilgan quvur uchun yo'qotilgan bosimni ushbu formula bilan hisoblaymiz. Topilgan qiymatlarni quyidagi formulaga qo'yamiz:

$$R_o = 8,26 \cdot 0,0236 \frac{0,03^2 \cdot 305 \cdot 1200}{0,122^5} = 0,239 \text{ MPa}$$

Og'irlashtirilgan quvurdagi yo'qotilgan bosim koeffitsiyentini formulaga qo'yib, α_{yb} ni aniqlaymiz:

$$\alpha_{yb}=8,26 \cdot 0,0236 \cdot 305/0,122^5=0,221 \cdot 10^{-5}.$$

Burg'ilash qulfi uchun yo'qotilgan bosimni hisoblash

Burg'ilash qulfi uchun yo'qotilgan bosimni hisoblash uchun "mahalliy qarshilik ekvivalent uzunlik usuli" formulasidan foydalanamiz:

$$L_{ek}=28,8 \cdot 0,122=3,5 \text{ m. Ma'lumki, } L=2000 \text{ m; } L_k=12 \text{ m.}$$

Bu qiymatlarni formulaga qo'yib yo'qotilgan bosimni aniqlaymiz:

$$P_k=8,26 \cdot 0,236 \cdot 3,5 \cdot 2000 \cdot 0,03^2 \cdot 1200/(0,122^5 \cdot 12)=0,457.$$

Endi yo'qotilgan bosim koeffitsiyentini formula orqali hisoblaymiz:

$$a_k=8,26 \cdot 0,236 \cdot 3,5/(0,122^5 \cdot 12)=0,253 \cdot 10^{-5}.$$

Dolotoning yuvish teshikchalaridagi yo'qotilgan bosimni hisoblash

Dolotoning yuvish teshikchalaridagi yo'qotilgan bosimni aniqlash uchun quyidagi formulaga qo'yib yo'qotilgan bosim hisoblaymiz:

$$R_d = \frac{0,12 \cdot 1200 \cdot 0,03^2}{0,17^2} = 0,45 \text{ MPa}$$

Yo'qotilgan bosim koeffitsiyenti uchun quyidagicha a_b ni hisoblaymiz:

$$a_{bd} = \frac{0,12}{0,17^2} = 41,4 \cdot 10^{-5} \text{ MPa.}$$

Burg'ilash uskunalari buramasidagi yo'qotilgan bosimni hisoblash.

Burg'ilash uskunalari buramasidagi yo'qotilgan bosimni aniqlash uchun burg'ilash uskunalari buramasining elementlari (ushbu elementlarga: boshqaruv quvuri, vertlyug, burg'ilash shlangasi kiradi) dagi yo'qotilgan bosimni hisoblash uchun "ekvivalent uzunlik" usulidan foydalanamiz. Buning uchun avvalo boshqaruv quvur uchun ekvivalent uzunlikni ushbu formuladan hisoblaymiz.

Boshqaruv quvuri uchun ekvivalent uzunlikni hisoblash mumkin:

$$L_{ebk}=14 \cdot 0,122^5/0,1^5 \text{ m.}$$

bu yerda: $L_{bk} = 14 \text{ m}$; $d_{bk} = 0,1 = 100 \text{ mm}$.

Vertlyugning ekvivalent uzunligi $d_v = 100 \text{ mm}$. Endi vertlyugning ekvivalent uzunligi, shlanganing ekvivalent uzunligi hisoblanadi:

$$L_{ev}=2 \cdot 0,122^5/0,1^5 = 5,4 \text{ m.}$$

Burg'ilash shlangasi elementar uzunligini, shlanganing elementar uzunligi hisoblanadi:

$$L_{ebsh} = 20 \cdot 0,122^5/0,102^5 = 53 \text{ m.}$$

Suvosti chiziq ekvivalent uzunligini topamiz. Ichki diametri 122 mm bo'lgan 140 mm lik burg'ili quvur suvosti chiziq uzunligi $L_{so}=100 \text{ m}$ bo'ladi. U holda hamma elementar birikmalar uchun ekvivalent uzunlik quyidagicha aniqlanadi:

$$L_{ueu} = 37,8 + 5,4 + 53 + 100 = 196 \text{ m.}$$

U holda burg'ilash uskunalari buramasining yo'qotilgan bosimlar yig'indisi hisoblaymiz:

$$P_{ub}=8,26 \cdot 0,0236 \cdot 0,03^2 \cdot 196/0,122^5 = 0,132 \text{ MPa.}$$

Turbobur uchun yo'qotilgan bosimni hisoblash

Turbobur uchun yo'qotilgan bosimni hisoblaymiz:

$$R_{ub}=170 \cdot 10^{-5} \cdot 1200 \cdot 0,003^2 = 0,183 \text{ MPa.}$$

R_t ni hisoblash uchun avval turboburdagi bosimlar farqini aniqlaymiz.

$$A_r=7,7/1200 \cdot 0,055^2 = 211,6 \cdot 10^{-5}.$$

bu yerda: $R'_t=7,7 \text{ MPa}$, $Q_1=0,055 \text{ m}^3/\text{s}$;

Shunday qilib, turboburdagi bosimlar farqi R_t ni hamda yo'qotilgan bosimlar R_{turb} ni hisoblaymiz:

$$R_t=211,6 \cdot 10^{-5} \cdot 1200 \cdot 0,003^2 = 2,28 \text{ MPa}$$

$$R_{turb}=0,183+2,28=2,463 \text{ MPa.}$$

quduq devorini yuvish jarayonidagi butun sirkulyatsion sistemada yo'qotilgan bosim umumiy yig'indisi quyidagiga teng:

$$R=R_{bk}+R_{xyb}+R_o+R_k+R_d+R_{ub}+R_{turb}=1,75+0,712+0,239+0,457+0,45+$$

$$+0,1+32+2,463=5,924 \text{ MPa}$$

Nazorat sovallari

1. Sirkulyatsiya sistemasi qaysi uskunalardan tashkil topgan?
2. Quvurlar orasidagi bsimlarni yo‘qotilishi izohlang?
3. Burg‘ilash eritmasining aylanma sistemadagi harakatini nima usun hisoblanadi?

8-amaliy mashg‘ulot. Suyuqlik oqimining struktura harakatidagi λ gidravlik qarshilikni aniqlash

Silindrsimon quvurda suyuqlik oqimining strukturali tartibdagi oqish tezligi quyidagi formula bilan ifodalaymiz:

$$V = \frac{P}{4\mu l}(R^2 - r^2) - \frac{\tau_0}{\mu}(R - r), \quad (1)$$

bu yerda gde τ_0 - dinamik siljish kuchlanganligi.

(1) ifodadagi $r = r_0$ o‘rniga qo‘ysak, suyuqlik oqimining yadro tezligi hamda bir vaqtning o‘zida oqim maksimal tezligiga erishadi

$$V_{\max} = \frac{P}{4\mu l}(R^2 - r_0^2) - \frac{\tau_0}{\mu}(R - r_0). \quad (2)$$

Strukturali tartibda oqayotgan silindrsimon quvurda suyuqlik sarfi Q ni ikki sarf yig‘indisi sifatida topamiz: Q_0 oqim yadrosidagi va Q_1

$$Q = Q_0 + Q_1 = \int_0^{r_0} 2\pi V_{\max} dr - \int_{r_0}^R 2\pi V dr. \quad (3)$$

(2) va (1) ifodadan $V_{\max}$ va V qiymatlarining o‘rniga qo‘yib integrallaymiz:

$$Q_0 = \int_0^{r_0} 2\pi \left(\frac{P}{4\mu l}(R^2 - r_0^2) - \frac{\tau_0}{\mu}(R - r_0) \right) dr = \frac{\pi}{\mu} \left(\frac{\pi R^2 r_0^2 - P r_0^4}{4l} - \tau_0 R r_0^2 + \tau_0 r_0^2 \right), \quad (4)$$

$$Q_1 = \int_{r_0}^R 2\pi \left(\frac{P}{4\mu l}(R^2 - r^2) - \frac{\tau_0}{\mu}(R - r) \right) dr = \frac{2\pi}{\mu} \left[\left(\frac{P}{4} - \frac{R r_0^2}{2} + \frac{r_0^4}{4} \right) - \tau_0 \left(\frac{R^3}{6} - \frac{R r_0^2}{2} + \frac{r_0^3}{3} \right) \right] \quad (5)$$

(4) va (5) ifodani yig‘ib (3) ifodaga qo‘yamiz hamda soddalashtiramiz

$$Q = \frac{\pi R^4}{8\mu l} \left(P - \frac{4}{3} \left(\frac{2\tau_0 l}{R} \right) + \frac{r_0^4}{R^4} \left(\frac{4}{3} \frac{2\tau_0 l}{R} \frac{R}{r_0} - P \right) \right). \quad (6)$$

$P_0 = \frac{2\tau_0 l}{R}$ belgilab olib va bu kattalikni $r_0 = 2l\tau_0 / P$ bog‘lab quyidagi ifodani

hosil qilamiz

$$\frac{P_0}{P} = \frac{r}{R}, \quad (7)$$

(7) ifodaga asoslanib (6) ifoda quyidagi ko‘rinishni oladi

$$Q = \frac{\pi R^4}{8\mu l} \left(1 - \frac{4}{3} \frac{r_0}{R} + \frac{1}{3} \left(\frac{r_0}{R} \right)^4 \right). \quad (8)$$

$P \gg P_0$ amaliyot jihatdan har doim to‘g‘ri. U holda

$$Q = \frac{\pi R^4}{8\mu l} \left(P - \frac{4}{3} P_0 \right). \quad (9)$$

(9) ifodani R nisbatan yechamiz, P_0 ni (7) ifodadagi kattaliklarga

almashtirib, Q ning o‘rniga o‘rtacha $V_{yp} = \frac{4Q}{\pi d^2}$ tezlikdan kelib chiqqan holdagi

sarfni qo‘llaymiz, hamda $h = \frac{P_1 - P_2}{\gamma} = \frac{P}{\gamma}$ dan foydalanib h ni quyidagicha yozamiz

$$h = \frac{32\mu V l}{\gamma d^2} + \frac{16}{3} \frac{\tau_0 l}{d\gamma}, \quad (10)$$

bu yerda h -quvur uzunligi bo‘ylab hosil bo‘lgan gidravlik energiya yo‘qotilishi yoki shu maydondagi gidravlik qarshilik.

(10) ifodani Darsi-Veysbax formulasiga qo‘yamiz natijada, suyuqlik oqimining struktura harakatidagi λ gidravlik qarshilik quyidagicha topiladi:

$$\lambda = \frac{64\mu g}{\gamma V d} \left(1 + \frac{\tau_0 d}{6\mu V} \right) = \frac{64}{\text{Re}} \left(1 + \frac{\tau_0 d}{6\mu V} \right). \quad (11)$$

Bosim $R=200 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, quvur diametri $D=0,140 \text{ m}$, burg‘ilash eritmasining zichligi $\rho = 1200 \text{ kg/m}^3$; chuchuk suv uchun dinamik qovushqoqligi $\mu = 1,02 \cdot 10^{-2} \text{ Pa} \cdot \text{s}$, dinamik siljish kuchlanganligi $\tau_0 = 8,16 \text{ Pa}$, quvur uzunligi 2000 m . Suyuqlik sarfini, o‘rtacha tezlikni va Darsi-Veysbax formulasi orqali laminar oqim uchun gidravlik inergiya yo‘qotilishini toping.

Yechish.

$$Q = \frac{\pi R^4}{8\mu l} \left(1 - \frac{4}{3} \frac{r_0}{R} + \frac{1}{3} \left(\frac{r_0}{R} \right)^4 \right) = \frac{3,14 \cdot 7^4}{64 \cdot 8 \cdot 0,0102 \cdot 2000} \left(1 - \frac{4}{3} \cdot \frac{3,5}{2 \cdot 7} + \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{3,5}{7} \right)^4 \right) = 1,3 \text{ см}^3 / \text{сек}$$

$$V_{\text{max}} = \frac{P}{4\mu l} (R^2 - r_0^2) - \frac{\tau_0}{\mu} (R - r_0)$$

$$Q = \frac{\pi R^4}{8\mu l} \left(P - \frac{4}{3} P_0 \right) = \frac{\pi R^4}{8\mu l} \left(P - \frac{4}{3} \frac{2\tau_0 l}{R} \right) =$$

$$= \frac{3,14 \cdot 7^4}{8 \cdot 64 \cdot 0,0102 \cdot 2000} \left(200 - \frac{8 \cdot 8,16 \cdot 10^{-5} \cdot 2000}{3 \cdot 7} \right) = 0,9 \text{ см}^3 / \text{сек}$$

$$V_{cp} = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 0,9}{3,14 \cdot 7^2} = 0,059 \text{ см}^3 / \text{с}$$

$$Re = \frac{V d \rho}{\mu} = \frac{0,059 \cdot 7 \cdot 1,2}{0,0102} = 98$$

$$h = \frac{64}{Re} \left(1 + \frac{\tau_0 d}{6\mu V} \right) = \frac{64}{98} \left(1 + \frac{8,16 \cdot 10^{-5} \cdot 7}{6 \cdot 0,0102 \cdot 0,059} \right) = 17,7.$$

Nazorat savollar

1. Neft va gaz quvurlarida suyuqlik oqimi ta'riflang.
2. Strukturali oqimning tartibini tushuntiring.
3. Quvurlardagi oqimning tezligi nimalarga bog'liq?

9-amaliy mashg'ulot. Quduqdan oqib chiqayotgan gazlangan eritmaning zichligini aniqlash

Quduqdan oqib chiqayotgan gazlangan eritmaning zichligini aniqlang quyidagi shartlar asosida: quduq diametri $D_{kyy} = 0,3 \text{ м}$, quduqqa nasos orqali uzatilayotgan burg'ilash eritmaning sarfi $Q = 40 \text{ м}^3 / \text{с}$; burg'ilash eritmaning zichligi $\rho_{op} = 1,6 \text{ г} / \text{см}^3$; o'rtacha mexanik kovlab o'tish tezligi $V_m = 8 \text{ м} / \text{ч}$; kutilayotgan qatlam bosimi $P_{kam} = 17 \text{ МПа}$; tog' jinsi o'tkazuvchanligi $b = 25\%$; neftdan ajralgan gazning eruvchanlik koeffitsiyenti $\alpha = 0,9$.

Yechish. bir soat davomida qatlamdan burg'ilash eritmasining oqib chiqishidagi gazning miqdorini (м^3) quyidagi formula bilan aniqlaymiz:

$$V_r = \frac{\pi D_{ck6}^2}{4} V_m \frac{b}{100} \alpha P_{nl} \cdot 10,$$

yuqoridagi shartlar asosida olingan qiymatlarni o'rniga qo'yib yechamiz

$$V_r = \frac{3,14 \cdot 0,3^2}{4} 8 \frac{25}{100} 0,9 \cdot 17,0 \cdot 10 = 21,6 \text{ m}^3 / \text{ch}.$$

Quduqdan oqib chiqayotgan gazlangan eritmaning zichligini quyidagi formula bilan topamiz

$$\rho_{p.\delta.p} \frac{3,6Q \cdot \rho_{\delta.p}}{3,6Q + V_r} = \frac{3,6 \cdot 40 \cdot 1,6}{3,6 \cdot 40 + 21,6} = 1,42 \text{ g/cm}^3.$$

Burg'ilash eritmasining gazlanganlik vaqtini aniqlash

Quduq chuqurligi $N=1800 \text{ m}$; quduq diametri $D_{kyy} = 0,3 \text{ m}$; o'rtacha mexanik kovlab o'tish tezligi $V_m = 5 \text{ m/ch}$; quduqqa nasos orqali uzatilayotgan burg'ilash eritmaning sarfi $Q = 26 \text{ m}^3 / \text{ch}$; burg'ilash eritmaning zichligi $\rho_{br} = 1,32 \text{ g/cm}^3$ bo'lgan burg'ilash eritmasining gazlanganlik vaqtini aniqlang.

Yechish: 1 soat davomida doloto ishlash jarayonida tog' jinsi g'ovaklaridan sizib chiqib quduqqa gaz (m^3) miqdorining oqib kelishi jarayonida burg'ilash eritmasining gazlanganligini hajmiy sarfini quyidagi formula bilan aniqlaymiz

$$V_r = \frac{\pi \cdot D_{kyy}^2}{4} \cdot V_m \cdot \frac{b}{100} \cdot \alpha \cdot P_{kam} \cdot 10,$$

bu yerda b - tog' jinslarining g'ovakligi, $b = 25\%$; α - eritmadagi gazning gazlanganlik koeffitsiyenti $\alpha = 1$; P_{kam} - qatlam bosimi $P_{kam} = 20 \text{ MPa}$.

U holda berilgan qiymatlarni o'rniga qo'yib eritmaning gazlanganlik hajmiy sarfi

$$V_r = \frac{3,14 \cdot 0,3^2}{4} 5 \frac{25}{100} 1 \cdot 20 \cdot 10 = 17,6 \text{ m}^3 / \text{ch}.$$

Quduqdan oqib chiqqandan so'ng burg'ilash eritmasining gazlanganlik zichligini

$$\rho_{p.\delta.p} \frac{3,6Q \cdot \rho_{\delta.p}}{3,6Q + V_r} = \frac{3,6 \cdot 26 \cdot 1,3}{3,6 \cdot 26 + 17,6} = 1,09 \text{ g/cm}^3.$$

Burg'ilash eritmasining gazlanganlik vaqti

$$T = \frac{\left[V_{\text{ж.е}} + \frac{\pi}{4} (D_{\text{сж}}^2 - D^2 + d^2 / H) \right] (\rho_{\text{б.р}} - \rho_{\text{п.б.р}})}{V_{\Gamma} \rho_{\text{п.б.р}}},$$

bu yerda T- 1 soat davomida doloto yordamida tog‘ jinslarini parchalash jarayonida qatlamning gazga boyligi natijasida quduqqa gazning kirish vaqti, soat; D va d- burg‘ili quvurning tashqi va ichki diametri, m; $V_{\text{ж.е}}$ - tarnov orqali maxsus idishga oqib kirgan eritmaning hajmi, м^3 .

D=0,140 m, d=0,120 m, $V_{\text{ж.е}} = 30 \text{ м}^3$, u holda:

$$T = \frac{\left[30 + \frac{3,14}{4} (0,3^2 - 0,14^2 + 0,12^2 / 1800) \right] (1,3 - 1,09)}{17,6 \cdot 1,09} = 1,64 \text{ ч.}$$

Nazorat savollar

1. Neft va gaz quduqlari uchun nasos ahamiyatini ayting?
2. Uzatilayotgan burg‘ilash eritmaning sarfi nima uchun ortadi?
3. Parchalangan tog‘ jinslarini burg‘ilash eritmasiga ta’siri?

10-amaliy mashg‘ulot. Quduq tubi va devoriga ta’sir etuvchi bosimlarni aniqlash

Quduq ichi gilli eritma bilan to‘lg‘azilgan bo‘lsin, statik siljish kuchlanishli τ Pa bilan xarakterlanuvchi qovushqoq plastik suyuqlikni qarab chiqaylik. Bunday holatda Z chuqurlikdagi bosimni bir xil ma’noni anglatuvchi $P = P_0 + \gamma h$ formula bilan aniqlab bo‘lmaydi, buning uchun bosimning o‘zgarishini etiborga olib suyuqlik xossalarining strukturali tuzulishli namoyon bo‘lishligiga bog‘liq bo‘lib qoladi. Bunday bosimning o‘zgarishini P_c belgilab olamiz. U holda zarur bo‘lgan bosim

$$P = P_0 + \gamma h + P_c.$$

Bu ifodadagi $P_c = 4z\tau / D$, bu yerda D- quduq diametri.

Agar quduq tubidagi bosim sekin asta oshib borsa, natijada quduqga suyuqlikning oqib kelishi kuchsizlanadi, u holda eritma harakatlanishidan oldin Z chuqurlikdagi bosimni quyidagi kattalik bilan aniqlanadi:

$$P = P_0 + \gamma z + 4z\tau / D.$$

Bunday holatda berilgan shartlar asosida bosim maksimal qiymatga erishadi. Quduqning pastki qismida suvning filtrlanish jarayoni sekinlik bilan ro'y bersa, o'zgarmas sathda joylashgan oraliqda Z chuqurlikdagi bosim P_c kattalikka kamayadi.

$$P = P_0 + \gamma z - 4z\tau / D$$

Quduq diametri 200 mm, to'ldirilgan gilli eritmaning zichligi $\rho = 1,25 \text{ g/cm}^3 = 1250 \text{ kg/m}^3$, eritmaning statik siljish kuchlanishi $\tau = 300 \text{ mPa} = 3 \text{ kgf/m}^2 = 3 \cdot 10 \cdot H / \text{m}^2 = 30 \text{ Pa}$ bo'lsa $Z=1000$ m chuqurlikda bosimning biror tomonga o'g'ish kattaligini toping. U holda quduq tubidagi bosim o'zgarishini quyidagicha topamiz

$$P_c = 4z\tau / D = 4 \cdot 3 \cdot 1000 / 0,20 = 60000 \text{ kgf/m}^2 = 6 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 6 \text{ amM}.$$

SHunday qilib, quduq tubidagi statik holatdagi bosim ostidagi plastik suyuqlik xossalari gidrostatik jarayonining o'zgarishi burg'ilash eritmaning xossalari bog'liq.

Ammo shuni e'tiborga olishimiz kerakki, agar eritma ko'p vaqt davomida tinch holatda quduqda qolib ketsa, kuch tiksotropik xossasi va boshqa sabablar asosida statik siljish kuchlanishi sezilarli darajada oshadi (3-5 martaga). Xuddi shunday P_c ham oshadi. Masalan τ 3 martaga oshsin, u holda

$$\tau' = 9,0 \text{ kgf/m}^2 = 9 \text{ amM} = 9 \cdot 10^5 \text{ Pa} \text{ va xuddi shunday}$$

$$P_c = 18 \text{ kgf/cm}^2 = 18 \text{ amM} = 18 \cdot 10^5 \text{ Pa}.$$

$\gamma \cdot Z$ kattalik quyidagiga teng $125 \text{ kgf/cm}^2 = 125 \text{ amM} = 125 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, xuddi shunday P_c ning qiymati birinchi holatda 4,8 % , ikkinchi holatda esa 14% tashkil etadi.

Quduq ichidagi burg'ilash kolonnasiga og'irlashtirilgan burg'ili quvur (OBQ) o'rnatilgan uning diametri 203 mm uzunligi $L_y = 100 \text{ m}$. Burg'ilash kolonnasining tashqi diametri 146 mm va burg'ilash kolonnasini $L = 2000 \text{ m}$ dan quduq ustiga ko'tarib olgan. Quduq ichidagi burg'ilash eritmaning zichligi $\rho_{br} = 1,35 \text{ g/cm}^3$ teng. Qatlamdagi bosimning kamayishini toping.

Yechish. Qatlamdagi bosimning kamayishini topish uchun

quduqdan burg'ilash kolonnasini ko'tarib yuqoriga chiqarishdagi og'irligi

$$Q = q_y L_y + qL,$$

bu yerda q_y - 1 m OBQ ning og'irligi $q_y = 1920 H = 192 \text{ kN}$; q - 1 m burg'ili quvurning og'irligi $q = 314 H = 31,4 \text{ kN}$; L - burg'ilash kolonnasining uzunligi $L = 1900 \text{ m}$.

Berilgan qiymatlarni o'rniga qo'yib burg'ilash kolonnaning og'irligini topamiz:

$$Q = 1920 \cdot 100 + 314 \cdot 1900 = 788000 H = 0,788 MH.$$

Kolonnnning hajmi:

$$V_k = Q / \rho = 78,8 / 7,85 = 10 \text{ m}^3.$$

Quduqdagi burg'ilash eritmaning kamayishini quyidagi formula bilan aniqlaymiz:

$$L = V_k / F,$$

bu yerda F -qalinligi 10 mm bo'lgan 324 mm konduktorning ichki ko'ndalang kesim yuzasi:

$$F = \pi d^2 / 4 = 3,14 \cdot 0,3039^2 / 4 = 0,072 \text{ m}^2.$$

bu yerda d - konduktorning ichki diametri, $d = 303,9 \text{ mm}$.

$$\text{U holda } L = 10 / 0,072 = 138,9 \text{ m}.$$

Quduq tubidagi bosimlar farqining kamayishi $\Delta P = P_1 - P_2$ bu yerda P_1 va P_2 - kolonnani quduq tubidan ko'tarib olishdan oldingi vaqttdagi va oxirgi ko'tarib

$$\begin{aligned} P_1 &= \frac{\rho_{op} H}{100} = \frac{1,35 \cdot 2000}{100} = 27,0 \text{ MPa}; \\ \text{olishdagi gidrostatik bosimlar:} \\ P_2 &= \frac{\rho_{op} (H - L)}{100} = \frac{1,35 \cdot (2000 - 138,9)}{100} = 25,12 \text{ MPa}. \end{aligned}$$

$$\text{U holda } \Delta P = P_1 - P_2 = 27,0 - 25,12 = 1,88 \text{ MPa}.$$

Qudug tubidagi bosimning barqaror bo'lishligi uchun har doim burg'ilanayotgan maydonda burg'ilash eritmasi saqlanadigan maxsus sisterna bo'lishi shart. Sisternaning sig'imi 10 t dan kam bo'lmasligi kerak.

Burg'ilash eritmasi og'irlik bosimining quduq tubiga ta'sirini aniqlash

Qudug tubiga ta'sir etuvchi burg'ilash eritmasining og'irlik gidrostatik bosimini aniqlash uchun quyidagi shartlardan foydalanamiz: quduq chuqurligi $L=3000 \text{ m}$, burg'ilash eritmasining zichligi $\rho_{\text{og}} = 1,25 \text{ g/cm}^3$. Statik siljish kuchlanishli $0,001 \Theta = 0,003 \text{ H/cm}^2$ yoki 30 kH/m^2 , quduq diametri $D_{\text{kyd}} = 200 \text{ mm}$.

Yechish. Qudug tubiga ta'sir etuvchi burg'ilash eritmasining og'irlik gidrostatik bosimini quyidagi formula bilan aniqlaymiz

$$P = P_0 + H \cdot \rho_{\text{og}} / 100 \mp P_c,$$

bu yerda P_0 - burg'ilash eritmasining erkin yuza qismiga ta'sir etuvchi bosim (halqasimon maydondagi quduq usti bosimi). Bunday bosimning paydo bo'lish jarayoni quyidagicha, agar burg'ilash eritmasi quduq ichidan germetik zichlanish asosida moslashtirilgan bo'lsa yoki quduq og'zini maxsus asbob ya'ni preventor bilan to'raligicha bosib yoki qisman bosib turish asosida bajariladi. Bizning holda burg'ilash eritmasining erkin quduq ichidavn sizib oqib yuqoriga chiqsin u holda $P_0 = 0$; P_c - quduq tubi yuza qismi ustida burg'ilash eritmasi strukturali aktivlik ko'rsatkich xossasiga ega bo'lganda shunday bosim paydo.

Agar quduq tubi bosimi ta'siri natijasida quduq ichidagi suyuqlik oqimi juda sekinlik bilan haraktni boshlasa, u holda P_c bosim qiymati oldidagi ishorasini plyus belgisini yozib qo'ymoq kerak.

Qudug pastki qismidagi suv juda sekinlik bilan filtrlanib, sizib quduq sathi yonida doim bir holda bo'ladigan vaziyatda, P_c bosim qiymati oldidagi ishorasini minus belgisini yozib qo'ymoq kerak. Agar quduq suv bilan to'lg'azilgan holatda bo'lsa, u holda $P_c = 0$. P_c kattalikni quyidagi formula bilan aniqlaymiz

$$P_c = 4 \cdot \Theta \cdot H / D_{\text{kyd}} = 4 \cdot 30 \cdot 3000 / 0,20 = 1800000 \text{ H/m}^2 = 1,8 \text{ MPa}.$$

Bizning holatda P_c bosim qiymati oldidagi ishorasini plyus belgisini yozib qo'yamiz, hamda quyidagi qiymatga ega bo'ladi

$$P = 0 + 1,25 \cdot 3000 / 100 + 1,8 = 39,3 \text{ MPa}.$$

Quduq tubidagi statik bosim holati burg'ilash eritmasining qovushqoqligi plastik holatda gidrostatik og'ishi 1,8 MPa teng bo'ladi. Agar eritma quduq ichida juda ko'p vaqt tinch holatda qolib ketsa, tiksotropik kuchlanish xossasi va boshqa statik kuchlanish holatlari 3-5 marta oshib ketishi mumkin. Bunday holatda P_c kattalik ham oshadi. Juda ko'p vaqt tinch holatda eritma quduq ichida qolib ketsa, yangi burg'ilash eritmasini nasos orqali quduq ichiga bosib haydash jarayonida boshlang'ich bosimni aniqlash juda katta ahamiyatga ega bo'ladi va buni har doim e'tiborga olishimiz kerak.

Nazorat savollar

1. Quduq tubidagi statik bosim burg'ilash jarayoniga qanday ta'sir etadi?
2. Burg'ilash eritmasi quduq ichida juda ko'p vaqt qolib ketishi qanday jarayonlarni paydo qiladi?
3. Quduq qancha vaqt tinch holatda bo'lishi mumkin?

11-amaliy mashg'ulot. Tezlashturuvchi trubka difmanometri ko'rsatkichi h ni undagi suyuqlik zichligi ρ_2 bo'yicha aniqlash

1 - qadam. Masalani yechish uchun l_7 qismga joylashtirilgan Pitoning tezlashtirish trubkasi rasmini 1-1 va 2-2 hisoblash kesimlarini, ρ_1 zichlikdagi suyuqlikni Pito trubkasining o'ng va chap vertikal balandliklarini, trubkada zichligi ρ_2 bo'lgan suyuqlik bor yo'qligi, diametri d_2 bo'lgan quvuruzatgichda suyuqlik harakati yo'nalishi ko'rsatilib chizilishi zarur.

2 - qadam. Bernulli tenglamasini 1-1 va 2-2 kesimlar uchun yozib, quvur uzatgichda suyuqlik harakati tartibi turbulent $\alpha_1 = 1$, bir gorizontal o'qda yotgani sababli kesimlar 1-1 va 2-2 markazlari orasidagi masofa $z_1 = z_2$ - teng, $V_2 = 0$ – trubkada suyuqlik harakati yo'q, $h_{1-2} = 0$ - kichik masofada dam yo'qolishi juda kam ekanligini ta'kidlaymiz.

Bernulli tenglamasi quyidagi ko‘rinishga keladi

$$V_2^2/(2g) = (P_2 - P_1)/(\rho g),$$

bu yerda $P_2 - P_1 = (\rho_2 - \rho_1)h g$

3 - qadam. Quvur uzatgichdagi suyuqlik o‘rtacha tezligini aniqlaymiz, m/s:

$$V_1 = Q/S_2 = 0.785Q/d_2^2$$

4 - qadam. Olingan V_1 va $P_2 - P_1$ qiymatlarini Bernulli tenglamasiga qo‘yib, h_1 ni aniqlaymiz, m.

Tor kesimi diametri (d_{ven}) va sarf koeffitsiyenti (μ_{ven}) qiymatlari berilgan simobli Venturi sarf o‘lchagich difmanometr ko‘rsatkichini (h_{ven}) aniqlash

1 - qadam. Masala faqat 1-10 va 21-30 variantlar uchun yechiladi.

Masalani yechish uchun l_9 quvur uzatgichda joylashtirilgan Venturi sarf o‘lchagichi, hisoblash kesimlari, diametrlar, simob ustunning difmanometr trubkasida joylashishi va qidirilayotgan miqdor h_{ven} , diametri d_2 bo‘lgan quvuruzatgichda suyuqlik harakati yo‘nalishi ko‘rsatilgan rasm chizilishi zarur.

2 - qadam. $z_1 = z_2$ - quvuruzatgich qismi gorizontall joylashgan; $h_{1-2} = 0$ - kichik masofada dam yo‘qolishi juda kam; d_2 diametrli quvuruzatgichda va diametri d_{ven} bo‘lgan tor kesimda suyuqlik harakati turbulent $\alpha_1 = \alpha_2 = 1$ ekanligini ta’kidlab, Bernulli tenglamasini 1-1 va 2-2 tirik kesimlar uchun yozamiz.

Bernulli tenglamasi quyidagi ko‘rinishga keladi

$$(P_1 - P_2)/(\rho_1 g) = (V_2^2 - V_1^2)/(2g),$$

bu yerda $P_1 - P_2 = (\rho_{sm} - \rho_1)gh_{ven}$ u holda

$$(V_2^2 - V_1^2)/(2g) = (\rho_{sm} - \rho_1)h_{ven}/\rho_1.$$

3 - qadam. Oqim uchun uzluksizlik tenglamasini yozamiz:

$$Q = V_1 S_1 = V_2 S_2$$

bundan

$$V_2 = V_1 S_1 / S_2 = V_1 d_2^2 / d_{ven}^2$$

4 - qadam. h_{ven} mm sm.us. aniqlaymiz:

$$h_{ven} = (V_2^2 - V_1^2)\rho_1 / ((2g)(\rho_{sm} - \rho_1)), \text{ bu yerda } \rho_{sm} = 13550 \text{ kg/m}^3.$$

Nazorat savallari

1. Turbulent harakatining xususiyatlari hosil bo‘lishini aytib bering?

2. Trayektoriya va oqim chizig'i qanday hosil bo'ladi?
3. Tezlik va bosim pulsatsiyalarini tushuntiring?

12-amaliy mashg'ulot. Nasadkasi diametri (d_{nas}) va sarf koeffitsiyenti (μ_{nas}) bo'lganoralik idishdagi suyuqlikning barqaror sathi N_1 ni aniqlash

1 - qadam. Masalani faqat 11-20 va 21-30 variantlar uchun yechiladi, chunki 1-10 variantlarda N_1 ni qiymati dastlabki ma'lumotlarda berilgan.

Masalani yechish uchun idishni rasmi hisoblash uchun zarur ma'lumotlar o'lchovlari bilan chizilishi zarur.

2 - qadam. Barqaror sathi darajasi N_1 quyidagi ifodadan topiladi:

$$Q = \mu_{nas} S_0 (2gH_0)^{0.5} \quad (1)$$

bu yerda Q —sirkulyatsiyali qurilmadagi suyuqlik sarfi, m^3/s ; μ_{nas} — tashqi silindrik nasadka sarf koeffitsiyenti; S_0 —nasadka kesimi, m^2 ; H_0 —keltirilgan dam, m .

$$H_0 = H + (P_1 - P_2) / (\rho g) \quad (2)$$

3 - qadam. H_1 ni (1) ifodadan aniqlaymiz.

Manometrlar R_{m2} i R_{m3} ko'rsatkichlari farqi aniqlash

1 - qadam. Quvur uzatgichdagi, uzunligi l_6 bo'lgan 2 va 3 manometrlar oralig'i qismni rasmi chiziladi.

2 - qadam. Manometrlar ko'rsatkichlari farqi Δr quyidagi ifodadan topiladi:

$$\Delta r = \rho g \cdot h_{yo'q}$$

Dam yo'qotilishi $h_{yo'q}$ quyidagi ifodadan topiladi:

$$h_{2-3} = \lambda_1 \cdot \frac{\ell_6}{d_1} \cdot \frac{g_1^2}{2g}$$

Noma'lumlar V va λ .

3 - qadam. Quvur uzatgichdagi suyuqlik harakati V_1 tezligini aniqlaymiz, m/s :

$$V = Q / S,$$

bu yerda Q — quvuruzatgichdagi sarf, m^3/s ; S —quvuruzatgich kesimi, m^2 .

4 - qadam. V_1 aniqlab, suyuqlik harakat tartibini belgilovchi Reynolds sonini aniqlaymiz:

$$Re_1 = \frac{g_1 \cdot d_1}{\nu}$$

bu yerda ν - kinematik qovushqoqlik koeffitsiyenti (m^2/s).

5 - qadam. Suyuqlikning quvuruzatgichdagi harakat tartibini Re Reynolds sonini qiymatiga qarab quyidagi shartlarga asosan aniqlaymiz:

Laminar tartib - $Re < Re_{kr}$

bu yerda $Re_{kr} = 2320$ – damli aylana quvurlar uchun; $Re_{kr} = 580$ – damli noaylana kesimli quvurlar uchun; $Re_{krR} = 300 - 500$ damsiz quvurlar uchun;

Turbulent tartib

$Re_{kra} < Re < 10d/\Delta_{ekv}$; $10d/\Delta_{ekv} < Re < 500d/\Delta_{ekv}$

$Re > 500d/\Delta_{ekv}$,

bu yerda Δ_{ekv} - quvurning ekvivalent g'adurligi; d – quvur diametri, mm.

6 - qadam. Oldingi qadamdagi shart bo'yicha aniqlangan Re asosida λ (gidravlik ishqalanish koeffitsiyenti) aniqlash ifodasini tanlaymiz:

Laminar tartib

1. $Re < Re_{krD}$ $\lambda = 64/Re$;

Turbulent tartib

2. $Re_{krD} < Re < 10d/\Delta_{ekv}$

$\lambda = (0,3164/Re)^{0,25}$ - gidravlik silliq quvur uchun;

3. $10d/\Delta_{ekv} < Re < 500d/\Delta_{ekv}$

$\lambda = 0,11(\Delta_{ekv}/d + 68/Re)^{0,25}$ - gidravlik g'adur quvur uchun (A.Altshul ifodasi).

4. $Re > 500d/\Delta_{ekv}$,

$\lambda = 0,11(\Delta_{ekv}/d)^{0,25}$ - gidravlik deyarli g'adur quvurlar uchun (kvadratik zona),

B.SHifrinson ifodasi.

7 - qadam. Tanlangan ifoda bo'yicha gidravlik ishqalanish koeffitsiyenti- λ aniqlanadi.

8 - qadam. 2 - qadamdagi ifoda bo'yicha $h_{yo'q}$ aniqlanadi.

Nazorat savollari

1. Nasoslarda foydali bosim koeffitsiyentini ayting?
2. Nasadkalarining turlari qaysi vaqtda ishlatiladi?

3. Naychalar qaysi turlarga bo'linadi?

13-amaliy mashg'ulot. Mahalliy qarshiliklardagi dam yo'qotilishlari yig'indisini va ularni ekvivalent uzunliklari yig'indisi aniqlash

1 - qadam. Haydovchi (damli) qism sxemasi undagi mahalliy qarshiliklar ko'rsatilgan holda chiziladi. **Konfuzor** (silliq torayish) va diffuzordan (silliq kengayish) tashkil topgan Venturi sarf o'lchagichi, mahalliy qarshilik ekani, e'tibordan chetda qolmasligi kerak. Mahalliy qarshiliklar dastlabki ma'lumotlarda berilgan.

2 - qadam. Mahalliy qarshiliklar

$$h_m = V_2 / (2g),$$

$$h_{m,comp.} = \sum_{i=1}^n \zeta_i \cdot \frac{g_i^2}{2 \cdot g} \text{ ifoda orqali aniqlanishi ta'kidlab o'tilsin.}$$

3 - qadam. Mahalliy qarshiliklardagi - flans, burchak, Venturi sarfo'lchagichi, zadvishka va quvurdan chiqishdagi dam yo'qotilishi aniqlanadi.

4 - qadam. Mahalliy qarshiliklardagi dam yo'qotishlar yig'indisi h_m hisoblanadi, m.

5 - qadam. Dam yo'qotilishini ekvivalent uzunlik orqali ifodalash

$$l_{\text{экв}} = \xi \frac{d}{\lambda}$$

bu yerda λ -gidravlik ishqalanish koeffitsiyenti 5 - masala yechilganda aniqlangan.

Yuqori A rezervuarda berilgan N_3 sathni o'zgarmas holatda ushlab turish imkonini beruvchi o'zioqar quvuruzatgichning d_s zaruriy diametrini aniqlash

1 - qadam. Suyuqlikni o'zioqar quvuruzatgich bo'ylab A rezervuardan V rezervuarga oqish sxemasi, hamma hisoblash uchun kerakli ma'lumotlar va A, V rezervuarlar erkin sirtlari, hisoblash kesimlari ko'rsatilgan holda chizilsin.

2 - qadam. Bernulli tenglamasini 1-1 va 2-2 kesimlar uchun yozamiz:

$$z_2 + \frac{p_{m2} + p_{am}}{\rho_1 g} + \alpha_1 \cdot \frac{g_2^2}{2g} = z_3 + \frac{p_{m3} + p_{am}}{\rho_1 g} + \alpha_2 \cdot \frac{g_3^2}{2g} + h_{2-3} \text{ o'zgartir}$$

bu yerda $V_1 = V_2 = 0$, $P_1 = P_2 = P_{atm}$, h_{1-2} - suyuqlikni o'ziorar quvuruzatgichda oqishida hosil bo'lgan dam yo'qotilishi(uzunlik va mahalliy yo'qotishlarni o'z ichiga oladi).

3 - qadam. Bernulli tenglamasini aytib o'tilgan shartlarni hisobga olib o'zgartirganimizdan keyin:

$$h_{1-2} = z_1 - z_2 = H_3 + H_2$$

4 - qadam. Zaruriy diametrini aniqlash uchun masalani grafoanalitik usulidan foydalanib yechamiz. Buning uchun quvuruzatgichdagi dam yo'qotishlari bilan diametr orasidagi bog'lanishni qurish zarur.

Ixtiyoriy diametrni 25 dan 200 mm bo'lgan 8-10 ta sondagisini olib, har bir diametr uchun uzunlik va mahalliy yo'qotishlarnidam yo'qotilishini hisoblaymiz (rezervuardan quvurga kirish va quvurdan rezervuarga chiqish).

Har bir hisoblash diametri uchun $h_{yo'q}$ aniqlashni quyidagi ketma-ketlikda bajaramiz:

- V , m/s, ni aniqlaymiz $V = Q / S = 0.785Q/d^2$;
- Re sonini aniqlaymiz $Re_1 = \frac{\rho \cdot d_1}{\nu}$;
- suyuqlik harakatidagi gidravlik qarshiliklar zonasini aniqlaymiz (5 - masala yechimiga qara);
- hisoblash ifodasini bo'yicha gidravlik ishqalanish koeffitsiyenti- λ aniqlaymiz (5 - masala yechimiga qara);
- quvuruzatgichdagi dam yo'qotishini hisoblaymiz, m:

$$h_1 = \lambda \cdot \frac{l_1 + l_{\kappa\theta}}{d_1} \cdot \frac{V_1^2}{2g}$$

bu yerda l ekv – o'ziorar quvur uzatgich mahalliy qarshiliklari yig'ilgan ekvivalent uzunligi.

Abssissa o'qiga diametr qiymatlari, ordinata o'qiga - dam yo'qotilishi qo'yilgan grafikka $h_{yo'q}$ olingan qiymatlarini joylashtiramiz.

SHunday hisoblashlarni har bir olingan 8-10 ta diametr uchun bajaramiz va natijani grafikka joylashtiramiz.

Olingan nuqtalar bo'yicha egri chiziq o'tkazib, dam yo'qolishi $h_{yo'q}$ bilan diametr d_s bog'lanish topamiz.

Ordinata o'qiga hisoblangan dam yo'qolishi $h_{1-2} = H_3 + H_2$ qo'yib, undan gorizontal chiziq o'tkazib, egri chiziq bilan keishish nuqtasidan o'zioqar quvuruzatgichning d_s zaruriy diametrini aniqlaymiz.

Nazorat savollari

1. Neft va gaz quduqlarini burg'ilashda foydalaniladigan nasoslardagi foydali bosim qachon ortadi?
2. Nasadkalarining turlarini ayting?
3. Laminar va turbulent harakati haqida gapirib bering?

14-amaliy mashg'ulot. To'g'ri gidravlik zarba paydo bo'lganda uzilib ketmaydigan d_2 diametrli po'lat quvur devori minimal qalinligi aniqlash

Gidravlik zarbada quvuruzatgichda radial deformatsiya va kuchlanish σ paydo bo'ladi.

- radial deformatsiya $= (d\Delta R)/(2\delta E)$; (1);
- radial kuchlanish $\sigma = (d\Delta R)/(2\delta)$; (2).

bu yerda ΔR - gidravlik zarbada bosimni ortishi N.E. Jukovski ifodasi bilan aniqlanadi:

$$\Delta R = \rho s V_0 \quad (3)$$

bu yerda ρ – suyuqlik zichligi, kg/m^3 ; s – zarbali to'lkinni tarqalish tezligi; V_0 – quvuruzatgichda gidravlik zarba paydo bo'lguncha suyuqlik harakatinig o'rtacha tezligi; δ - quvuruzatgich devori qalinligi (m); E –quvur materiali elastik moduli. Po'lat quvur uchun $E = 2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$.

Yechish

1 - qadam. Gidravlik zarbada $\sigma = (d\Delta R)/(2\delta)$, $\Delta R = \rho s V_0$.

2 - qadam. Bilamizki, $c = \sqrt{\frac{k}{\rho}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{k \cdot d_2}{E \cdot \delta}}}$, $c = \sqrt{\frac{k}{\rho}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{k \cdot d_2}{E \cdot \delta}}}$

bu yerda κ - quvurli uzatgich devorining elastiklik moduli (Pa); S qiymatini (2) ifodaga qo'yib quyidagini hosil qilamiz:

$$\sigma = (d\Delta R V_0)/(2\delta) \quad (5)$$

3 - qadam. (5) ifodani shunday o'zgartiramizki δ (quvur devori qalinligi) tenglikni chap tomoniga o'tsin. Ikki tarafini kvadratga ko'targandan so'ng, kvadrat tenglama ko'rinishida yechib, gidravlik zarbada quvur devorini buzilmasligini ta'minlovchi quvur devori qalinligi (mm) aniqlanadi.

Nasosning foydali quvvatini aniqlash

1 - qadam. Uzunlik bo'yicha va mahalliy qarshiliklarda damnni yo'qolishini hisoblash uchun zarur bo'lgan o'lchovlarni ko'rsatgan holda, nasosni so'rish va xaydash (damli) yo'nalish sxemasini chizamiz.

2 - qadam. Nasosdan keyin (2-2) va undan oldin gi kesimlardagi to'liq solishtirma energiya farqi, suyuqlikka nasos tomonidan berilgan solishtirma energiya ekanini bilgan holda yozamiz:

$$N_{\text{nasos}} = N_2 - N_1$$

3 - qadam. To'liq foydali quvvatni ifoda orqali aniqlaymiz, kVt:

$$N_{\text{foy}} = N_{\text{nasos}} (\Delta G_c / \Delta t) = (N_2 - N_1) (\Delta G_c / \Delta t), \quad (1)$$

bu yerda $\Delta G_c - \Delta t$ vaqtda xaydalgan suyuqlikni og'irligi, quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$\Delta G_c = \rho \cdot g \cdot Q_s \cdot \Delta t \quad (2)$$

4 - qadam. Ifoda (2) ni (1) ga quyib:

$$N_{\text{foy}} = (N_2 - N_1) \rho \cdot g \cdot Q_s \quad (3)$$

5 - qadam. So'ruvchi liniya qismi uchun Bernulli tenglamasini yozamiz (0 - 0 va 1 - 1):

$$Z_0 + P_0 / (\rho \cdot g) + V_0^2 / (2 \cdot \rho \cdot g) = Z_1 + P_1 / (\rho \cdot g) + V_1^2 / (2 \cdot \rho \cdot g) + h_{0-1}, \quad (4)$$

bu yerda $V_0 = 0$, chunki suyuqlik keng rezervuarda sathini juda sekin o'zgartiradi, ya'ni V_0 quvurdagi suyuqlik tezligi V_2 dan ancha kam:

$$P_0 = P_{\text{atm}}, \quad Z_0 = 0.$$

6 - qadam. Geometriya nuqtai nazaridan Bernulli tenglamasi damlar tenglamasidan iborat va

$$Z_1 + P_1 / (\rho \cdot g) + V_1^2 / (\rho \cdot g) = N_1 \quad (5)$$

U holda (4) ifoda quyidagi ko‘rinishni oladi:

$$P_{\text{atm}} / (\rho \cdot g) = N_1 + h_{0-1} \text{ yoki } N_1 = P_{\text{atm}} / (\rho \cdot g) - h_{0-1} \quad (6)$$

7 - qadam. Quvuruzatkichning 2-2 va 3-3 qismlari uchun Bernulli tenglamasini yozamiz:

$$Z_2 + P_2 / (\rho \cdot g) + V_2^2 / (\rho \cdot g) = Z_3 + P_3 / (\rho \cdot g) + V_3^2 / (\rho \cdot g) + h_{2-3},$$

bu yerda $Z_3 = h_3 P_0 = P_{\text{atm}}$.

Geometriya nuqtai nazaridan

$$Z_2 + P_2 / (\rho \cdot g) + V_2^2 / (\rho \cdot g) = N_2 \quad (7)$$

U holda

$$N_2 = h_3 + P_{\text{atm}} / (\rho \cdot g) + V_3^2 / (\rho \cdot g) + h_{2-3} \quad (8)$$

8 - qadam. Quvur uzatkichdagi suyuqlik tezligi V_3 ni 5-masaladan olamiz.

Dam yo‘qolishini 2-3 qism uchun aniqlaymiz:

$$h_{2-3} = h_1 + h_m = \lambda (l V_1^2) / (d \cdot 2 \cdot g) + h_m.$$

h_m qiymati 6-masala yechilganda olingan edi.

9 - qadam. Olingan natijalarni (3) ifodaga qo‘yib hisoblash ifodasini topamiz, kVt:

$$N_{\text{foy}} = (h_3 + h_{0-1} + h_{2-3}) \rho \cdot g \cdot Q.$$

Nazorat savollari

1. Burg‘ilash nasoslarning ishlash prinsipini ayting.
2. Nasoslarning asosiy texnologik parametrlari va ularni ta’mirlash.
3. Anomal past qatlamlarda bosim epyurasini chizing.

15-amaliy mashg‘ulot. Gilli eritmaning asosiy reologik xarakteristikasini aniqlash metodikasi

Kapillyar viskozimetr yordamida reologik konstantalarni aniqlash.

Burg‘ilash eritmalarini quduqqa haydash uchun, avval gidravlik qarshiligi shartli qovushqoqlikni tekshirish orqali amalga oshiriladi. Shartli qovushqoqlik SPV-5 dala viskozimetri yordamida o‘lchanadi.

Og'irlashtirilmagan normal zichlikdagi qorishmalarning SPV-5 bo'yicha oquvchanligi 25 ± 5 sek, og'irlashtirilgan qorishmalar uchun $T=30-50$ sek. Hozir bu asbob takomillashtirilib, VV-1 deb ataladi. VV-1 asbobi hajmi 700 sm^3 bo'lgan voronka va uni ostiga o'rnatilgan sumakdan iborat. Sumakning ichki diametri 5 mm. Voronkani to'ldirib sumak tagiga 500 sm^3 hajmli idish (krujka) qo'yiladi. 500 sm^3 suv qorishma oqib tushguncha bo'lgan vaqt shartli oquvchanlik ko'rsatkichi hisoblanadi. 500 sm^3 suv 15 sek ichida oqib o'tishi kerak.

Moslamadan suyuqlikning oqib tushishi R bosim ostida sodir bo'ladi. Ma'lum T vaqt davomida oqib chiqish hajmi V sekundomer orqali aniqlanadi, shundan so'ng suyuqlik sarfi quyidagi formula bilan topiladi:

$$q = \frac{V}{t}.$$

Nazariy jihatdan esa ushbu formula o'rinli:

$$q = \frac{\pi d^2}{128 l \mu} \left(p - \frac{4}{3} p_0 \right),$$

bu yerda $p_0 = \frac{2\tau_0 l}{R}$.

To'g'ri chiziqlarning kesishgan nuqtasi kesik R o'q bo'yicha

$$p_{CT} = \frac{4}{3} p_0 = \frac{16 l \tau_0}{3 d},$$

bu yerdan dinamik siljish kuchlanishi quyidagicha topamiz:

$$\tau_0 = \frac{3 p_{CT} d}{16 l},$$

bu yerda p_{CT} - R o'qqa to'g'ri yo'nalgan kesik ayrim bosimlarni ifodalovchi kattalik.

Burg'ilash jarayonidagi shartli qovushqoqlik T ma'lum, burg'ilash eritmasining kinematik va dinamik qovushqoqlik koeffitsiyentini toping.

Quyidagilar berilgan: Tashqi bosim $R=0,1 \text{ atm}$; sumakning radiusi $r=0,25 \text{ sm}$; sumakning uzunligi $l=10 \text{ sm}$; oqib tushish vaqti $T=20 \text{ s}$; oqib tushuvchi suyuqlik hajmi 500 cm^3 ; burg'ilash eritmasining zichligi $\rho = 1,2 \text{ g/cm}^3$.

Yechish. Burg'ilash jarayonida qovushqoqlikni nazariy tekshirish oddiy metodi quyidagicha: SPV-5 dala viskozimetri yordamida oquvchanlik voronka sumakning ichki diametri 5 mm, uning uzunligi 100 mm va 500 sm³ suv qorishma oqib tushushini Xagen-Puazey formulasi orqali topamiz.

Dinamik qovushqoqlik koeffitsiyenti:

$$\mu = \frac{\pi Pr^4 T}{8lV} = \frac{3.14 \cdot 0.1 \cdot 10^4 \cdot 20}{8 \cdot 10 \cdot 500} = 1.57 \text{ Па} \cdot \text{с} = 0.157 \text{ Па} \cdot \text{с} \quad (1 \text{ P (puaz)} = 0.1 \text{ Pa} \cdot \text{S})$$

Kinematik qovushqoqlik koeffitsiyenti

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} = \frac{1.57}{1.2} = 1.34 \text{ СТ} = 0.000134 \frac{\text{м}^2}{\text{с}} \cdot (1 \text{ ст (stoks)} = 10^{-4} \text{ м}^2/\text{s})$$

dinamik siljish kuchlanishi quyidagicha topamiz:

$$\tau_0 = \frac{3p_{CT}d}{16l} = \frac{3 \cdot 1 \cdot 0.5}{16 \cdot 10} = 0.0094 \text{ Н} / \text{см}^2.$$

Suyuqliklarning fizik-mexanik xossalari

Mahsuldor qatlamdagi oquvchan jinsni ochish burg'ilash eritmasining zichligini va solishtirma og'irligini aniqlang quyidagi shartlar asosida: mahsuldor qatlamdagi yopiq yotqiziqlik joyigacha bo'lgan masofa 2000 m, mahsuldor qatlamni ochishgacha bo'lgan burg'ilash eritmasining zichligi 1,25 g/cm³, tashkil etgan, quduq ustini bir kundan keyin preventir asbobi bilan yopgandan so'ng (quduq ichi eritma bilan to'ldirilgan) – 5 MPa.

Yechish. Burg'ilash eritmasining zichligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\rho = \frac{100(0.01\rho_{DAC}H + P_{OPT})}{H}, \quad \gamma = \rho g,$$

bu yerda ρ_{DAC} -dastlabki plastik jinslarni mahsuldor qatlamlarini ochishgacha bo'lgan burg'ilash eritmasining zichligi, g/cm³; H- plastik jism yopiq yotqiziqlikkacha bo'lgan masofa (loyihalashgacha bo'lgan quduq chuqurligi), m; P_{OPT} -quduq ustki qismidagi ortiqcha, MPa.

$$\rho = \frac{100(0.01 \cdot 1.25 \cdot 2000 + 5)}{2000} = 1.5 \text{ г} / \text{см}^3 = 1500 \text{ кг} / \text{м}^3.$$

$$\gamma = 1500 \cdot 10 = 15000 \text{ Н} / \text{м}^3.$$

Burg'ilash eritmasining yutilishini oldini olish maqsadida ogohlantirish aktivlikning namoyon bo'lishligidagi burg'ilash eritmasining zichligini va solishtirma og'irligini aniqlang quyidagi shartlar asosida: quduq diametri 269,9 mm, burg'ili quvur diametri 147 mm, kata bosim ta'sirida qatlam yorilib ketmaslikka qarshi ishlatiladigan burg'ilash eritmasining zichligi $1,3 \text{ g/cm}^3$, dinamik siljish kuchlanish $0,001 \text{ H/cm}^2$.

Yechish. Yutilishning namoyon bo'lishligini oldini olishda, quduq devor sirtidan to quvurlar oralig'idagi barcha kuchlarni va dinamik siljish kuchlanishni bir **miyorda** saqlab turishda burg'ilash eritmasi katta ahamiyatga ega. Burg'ilash eritmasi minimal (zapas) kerakligicha ishlatish uchun quyidagi formula bilan topamiz

$$\rho_{\text{зан}} = \frac{535\theta}{D-d} = \frac{535 \cdot 0,001}{26,99 - 14,7} = 0,044 \text{ ,}$$

bu yerda θ - dinamik siljish kuchlanish, H/cm^2 ; D- quduq diametri, sm; d- burg'ili quvur diametri, sm.

Yuqoridagi shartlar uchun 77-jadvaldan ma'lumotlar asosida [Елияшевский И.В., Сторонский М.Н, Орсуляк Я.М. Типовые задачи и расчеты в бурении.- М.,Недра, 1982, 296 с.]. Yutilishning namoyon bo'lishligini oldini olishda burg'ilash eritmasi zichligi $0,044 \text{ g/cm}^3$ ga teng bo'lgan minimal (zapas) kerakligicha ishlatish uchun topilgan formulasidan foydalanib, burg'ilash eritmasining solishtirma og'irligini topamiz:

$$\rho = \rho_{\text{исх}} + 2\rho_{\text{зан}} = 1,3 + 2 \cdot 0,044 = 1,39 \text{ g/cm}^3 = 1390 \text{ кг/м}^3 . \gamma = 1390 \cdot 10 = 13900 \text{ H/м}^3$$

Silindrsimon idishga burg'ilash eritmasi solingan bo'lib undagi suvning zichligi $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$ teng. Idishdagi qorishmaga ebonitdan tayyorlangan sharikni tashlaymiz. U asta-sekin $u=0,33 \text{ м/сек}$ tezlik bilan bir **miyorda** cho'kishni boshlasin. Burg'ilash eritmaning zichligi $\rho = 1,2 \text{ g/cm}^3$, sharik diametri $d=2 \text{ mm}$. Eritmaning dinamik va kinematik yopishqoqlik koeffitsiyentini toping.

Yechish. Sharik o'zgarmas tezlik bilan cho'kishdagi harakatlanish vaqtida uning qarshilik kuchi sharik og'irligiga teng bo'ladi. Qarshilik kuchini Stoks formulasi orqali aniqlaymiz:

$$F = 3\pi\mu u d .$$

Sharikning og'irligini quyidagi formul bilan topamiz:

$$G = \rho g \pi d^3 / 6 .$$

G=F tenglashtirib u holda

$$3\pi\mu u d = \rho g \pi d^3 / 6 .$$

Shunday qilib dinamik yopishqoqlik koeffitsiyentini aniqlanadi

$$\mu = \frac{\rho g d^2}{18u} = 1,2 \cdot 10^3 \cdot 9,81 \cdot (2 \cdot 10^{-3})^2 / (18 \cdot 0,33) = 0,008 \text{ Pa} \cdot \text{c}, \text{ (1 P (puaz)}=0,1 \text{ Pa} \cdot \text{S)}$$

kinematik yopishqoqlik koeffitsiyentini

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} = \frac{0,008}{10^3} = 8 \cdot 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{c}} . \text{ (1 st (stoks)}=10^{-4} \text{m}^2/\text{s})$$

Jadvalda $t=20^\circ\text{C}$ haroratda dinamik va kinematik yopishqoqlik koeffitsiyentini ayrim suyuqlik va gazlar uchun berilgan

1-Jadval

$t=20^\circ\text{C}$ haroratda dinamik va kinematik yopishqoqlik koeffitsiyentini aniqlash

Suyuqlik yoki gaz	qovushqoqlik	
	dinamik $\text{н} \cdot \text{сек} / \text{м}^2 \cdot 10^{-2}$	kinematik $\text{м}^2 / \text{сек} \cdot 10^{-6}$
CHuchuk suv	1,02	1,00
Dengiz suvi	1,03	1,01
Okean suvi	1,04	1,02
Engil neft	8,5-40	10-50
Og'ir neft	45-500	50-500
Kerosin	1,2-2,2	1,5-2,7
Benzin	0,45-0,60	0,6-0,8

Quruq havo	0,019	15,2
Tabiiy neftli gaz	0,012	16,5

Nazorat savollari

1. Hidrostatik bosim neft va gaz quduqlariga qanday ta'sir qiladi?
2. Hidrostatikaning asosiy tenglamasini aytib bering.
3. Gidravlik qarshilik koeffitsiyenti qachon oshadi (anomal past qatlamlar uchun)?

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Осипов П.Ф. Гидроаэромеханика бурения и крепления скважин. Учебное пособие. -Ухта: УГТУЮ, 2003. – 204 с.
2. Басниев К.С., Дмитриев Н.М., Розенберг Г.Д. Нефтегазовая гидромеханика.- М.- Ижевск: ИКС, 2005.-544 с.
3. Сборник задач по гидравлике и газовой динамике для нефтегазовых вузов. Под ред. Розенберга Г.Д.- М.: Недра, 1990.- 238 с.
4. Умаров А.И., Нурматов У.Д. и др. Гидродинамика многофазных систем в трубах. -ТашГТУ, 2004. 195 с
5. Леонов Е.Г., Исаев В.И. Гидроаэромеханика в бурении. Учебник для вузов. – М.: Недра, 1997. – 304 с.
6. Умаров А. Ю. Гидравлика. -Тошкент.: Узбекистон 2002.
7. Исаков М. Гидравлика фанидан маърузалар матни. –Наманган, 2000.
8. Невский В.В. «Гидравлика. Гидрология. Гидрометрия» М.:Транспорт, 1988.
9. Чугаев Р.Р. Гидравлика. Л.: Энергия, 1975.

Berilgan ma'lumotlar

№ t/r	miqdor	Variant									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	ρ_1 , kg/m^3	1200	1250	1300	1350	1400	1450	1500	1600	1800	1750
2.	R1, sm^2/s	20	25	30	35	40	45	45	50	50	60
	l1, m										
	l2, m										
	l3, m										
	l4, m										
	l5, m										
	l6, m										
	l7, m										
	l8, m										
	l9, m										
	20, m										

TESTLAR**1. Guk qonuni**

- a) $\sigma = \epsilon E$;
- b) $\sigma = \epsilon / E$;
- v) $\sigma = \epsilon \mu E$;
- g) $\sigma = K \epsilon E$.

2. Suyuqliklarning turbulent harakati.....bu?

- a) tartibsiz va parrallel bo'lmagan ravishda harakat qilayotgan suyuqliklar;
- b) tartibli va parrallel ravishda harakt qilayotgan suyuqliklar;
- v) statsionar va nostatsionar suyuqliklar harakati;
- g) statsionar suyuqliklar harakati.

3. To'liqinning tarqalish tezligi

- a) $S = (\sigma E / \rho)$;
- b) $S = (E / \rho)$;
- v) $S = (\epsilon E / \rho)$;
- g) $S = (\epsilon \sigma E / \rho)$.

4. Kengayayotgan kanalda harakat qilayotgan siqilmaydigan suyuqlik tezligining o'zgarishiga qovushqoqlik qanday ta'sir o'tkazadi?

- a) tezlik o'zgarishi kanal uzunligi bo'yicha kamayadi;
- b) tezlik o'zgarishi kanal uzunligi bo'yicha oshadi;
- v) tezlik o'zgarishiga ta'sir etmaydi;
- g) $S = (\epsilon \sigma E / \rho)$.

5. O'zgarimas qirqimli kanalda harakat qilayotgan siqilmaydigan suyuqlik tezligiining o'zgarishiga qovushqoqlik qanday ta'sir o'tkazadi?

- a) tezlik o'zgarishi kanal uzunligi bo'yicha kamayadi;
- b) tezlik o'zgarishi kanal uzunligi bo'yicha oshadi;
- v) tezlik o'zgarishiga ta'sir etmaydi;

g) tezlik o'zgarishi kanal bo'yicha oshadi.

6. O'zgarimas qirqimli kanalda harakat qilayotgan siqilmaydigan suyuqlik bosimining o'zgarishiga qovushqoqlik qanday ta'sir o'tkazadi?

a) bosim o'zgarishi kanal uzunligi bo'yicha kamayadi;

b) bosim o'zgarishi kanal uzunligi bo'yicha oshadi;

v) bosim kanal bo'ylab o'zgarmaydi;

g) bosim bo'ylab o'zgarmaydi.

7. Turbulent oqimda yo'lda yo'qotishlar koeffitsiyenti quyidagicha ifodalanadi:

a) $\lambda = \frac{64}{Re}$;

b) $\lambda = \frac{0.3164}{Re^{0.25}}$;

v) $\lambda = u / a$;

g) $\lambda = \frac{0.8164}{Re^{0.25}}$.

8. Laminar oqimda yo'lda yo'qotishlar koeffitsiyenti quyidagicha ifodalanadi:

a) $\lambda = \frac{64}{Re}$;

b) $\lambda = \frac{0.3164}{Re^{0.25}}$;

v) $\lambda = u / a$;

g) $\lambda = \frac{84}{Re}$.

9. Suyuqlik oqimining laminar rejimi – bu:

a) shunday oqimki, unda suyuqlik parametrlari hamma nuqtalarda bir xil;

b) shunday oqimki unda suyuq zarrachalar, bo'yiga va eniga xaotik kichik ko'chishlar amalga oshirmasdan, trayektoriya bo'yicha harakat qiladi;

v) shunday oqimki unda suyuq zarrachalar tasodifiy trayektoriyalar bo'yicha harakat qiladi;

g) shunday tasodifiy trayektoriyalar bo'yicha harakat qiladi.

10. Suyuqlik oqimining turbulent rejimi – bu:

a) shunday oqimki, unda suyuqlik parametrlari hamma nuqtalarda bir xil;

b) shunday oqimki unda suyuq zarrachalar, bo'yiga va eniga xaotik kichik ko'chishlar amalga oshirmasdan, trayektoriya bo'yicha harakat qiladi;

v) shunday oqimki unda suyuq zarrachalar tasodifiy trayektoriyalar bo'yicha harakat qiladi.

11. Suyuqlik oqimi rejimini aniqlash uchun quyidagini xisoblash etarli:

a) Oqimdagi qandaydir nuqtada oqim tezligini xisoblash;

b) tezlik qiymatini kanal uchun xarakterli o'lchoviga ko'paytirish;

v) Reynolds sonini xisoblash.

12. Reynolds sonini aniqlash uchun quyidagini bilish etarli:

a) suyuqlik tezligi va kanal diametri;

b) suyuqlik tezligi, devor g'adirdirligi va kanal diametri;

v) suyuqlik tezligi, kanal diametri va suyuqlik fizik xarakteristikalar.

13. Agar Reynolds sonini topish uchun fizik xarakteristikalar kerak bo'lsa, ular qaysilar:

a) to'yingan par bosimi va suyuqlik zichligi;

b) qovushqoqlik dinamik koeffitsiyenti va suyuqlik zichligi;

v) issiqlik o'tkazuvchanligi va suyuqlik zichligi;

g) suyuqlik issiqlik sig'imi va kinematik qovushqoqligi.

14. Bosimni yo'ldagi yo'qotishlarini xisoblash uchun bilish yetarli:

a) suyuqlik tezligi, quvur o'tkazgichning uzunligi va diametri;

b) suyuqlik tezligi va zichligi, quvuro'tkazgich uzunligi va diametri;

v) suyuqlik tezligi va zichligi, quvur o'tkazgich uzunligi va diametri shuningdek yo'lda yo'qotishlar koeffitsiyenti qiymati;

g) suyuqlik tezligi va zichligi, quvuro'tkazgich uzunligi va diametri shuningdek mahalliy yo'qotishlar koeffitsiyenti.

15. Bosimni mahalliy yo‘qotishlarini xisoblash uchun bilish etarli:

- a) suyuqlik tezligi, quvuro‘tkazgichning uzunligi va diametri;
- b) suyuqlik tezligi va zichligi, quvuro‘tkazgich uzunligi va diametri;
- v) suyuqlik tezligi va zichligi, quvuro‘tkazgich uzunligi va diametri shuningdek yo‘lda yo‘qotishlar koefitsiyenti qiymati;
- g) suyuqlik tezligi va zichligi, quvuro‘tkazgich uzunligi va diametri shuningdek mahalliy yo‘qotishlar koefitsiyenti.

16. Bosimni yo‘ldagi yo‘qotishlarini xisoblash uchun umumiy holda bilish etarli:

- a) suyuqlik tezligi, quvuro‘tkazgichning uzunligi va diametri;
- b) suyuqlik tezligi va zichligi, quvuro‘tkazgich uzunligi va diametri;
- v) suyuqlik tezligi va zichligi, quvuro‘tkazgich uzunligi va diametri shuningdek yo‘lda yo‘qotishlar koefitsiyenti qiymati;
- g) suyuqlik tezligi va zichligi, quvuro‘tkazgich uzunligi va diametri shuningdek mahalliy yo‘qotishlar koefitsiyenti.

17. Bosimni yo‘ldagi yo‘qotishlarini laminar rejimda xisoblash uchun bilish etarli:

- a) Reynolds sonini qiymatini;
- b) suyuqlik tezligi va zichligi, quvuro‘tkazgich uzunligi va diametri;
- v) suyuqlik tezligi va zichligi, quvuro‘tkazgich uzunligi va diametri shuningdek yo‘lda yo‘qotishlar koefitsiyenti qiymati;
- g) Reynolds soni qiymati va yuvilayotgan sirt g‘adur-budurligi.

18. Bosimni yo‘ldagi yo‘qotishlarini turbulent rejimda gidravlik silliq quvurlarga xisoblash uchun bilish yetarli:

- a) Reynolds sonini qiymatini;
- b) suyuqlik tezligi va zichligi, quvuro‘tkazgich uzunligi va diametri;
- v) suyuqlik tezligi va zichligi, quvuro‘tkazgich uzunligi va diametri shuningdek yo‘lda yo‘qotishlar koefitsiyenti qiymati;
- g) Reynolds soni qiymati va yuvilayotgan sirt g‘adur-budurligi.

19. Quvurlar gidravlik silliq deyiladi, agar:

a) yoʻlda yoʻqotish koʻeffitsiyenti yuvilayotgan sirt gadir-budurligiga bogʻliq boʻlmasa;

b) yoʻlda yoʻqotish koʻeffitsiyenti Reynolds soniga bogʻliq boʻlmasa;

v) yoʻlda yoʻqotish koʻeffitsiyenti yuvilayotgan sirt gadir-budurligiga ham, Reynolds soniga ham bogʻliq boʻlmasa.

20. Quvurlar umumiy holda gʻadur-budurli deyiladi, agar:

a) yoʻlda yoʻqotish koʻeffitsiyenti faqat Reynolds sonigagina emas, balki yuvilayotgan sirt gadir-budurligiga ham bogʻliq boʻlsa;

b) yoʻlda yoʻqotish koʻeffitsiyenti faqat Reynolds soniga bogʻliq boʻlsa;

v) yoʻlda yoʻqotish koʻeffitsiyenti faqat yuvilayotgan sirt gadir-budurligiga bogʻliq boʻlsa.

21. Mahalliy qarshilikdagi bosim yoʻqotilishiga asosiy sabab:

a) energiyani uyurmalar hosil boʻlishiga sarflanishi;

b) energiyani kanal devoriga ishqalanishiga sarflanishi;

v) uyurmalar paydo qilish va kanal devoriga ishqalanishiga sarflangan energiyalar yigʻindisi.

22. Gidravlikada diffuzor deb shunday kanalga aytiladi:

a) koʻndalang qirqim yuzasi oshib borishini taʼminlaydi;

v) unda koʻndalang qirqim avval oshib keyin kamayadi;

b) koʻndalang qirqim yuzasi kamayib borishini taʼminlaydi;

g) unda koʻndalang qirqim avval kamayib keyin oshadi.

23. Diffuzorli kanalda bosim uni uzunligi boʻyicha:

a) oshib boradi;

b) kamayib boradi;

v) avval oshib, keyin kamayadi;

g) avval kamayib, keyin oshadi.

24. Gidravlikada konfuzor(soplo) deb shunday kanalga aytiladi:

a) koʻndalang qirqim yuzasi oshib borishini taʼminlaydi;

b) koʻndalang qirqim yuzasi kamayib borishini taʼminlaydi;

v) unda koʻndalang qirqim avval oshib keyin kamayadi;

g) unda ko'ndalang qirqim avval kamayib keyin oshadi.

25. Konfuzorli kanalda bosim uni uzunligi bo'yicha:

a) oshib boradi;

b) kamayib boradi;

v) avval oshib, keyin kamayadi;

g) avval kamayib, keyin oshadi.

26. Suyuqlik bosimining uzluksiz oshib borishi kuzatiladi:

a) diffuzorda;

b) konfuzorda;

v) bo'g'izli kanalda.

27. Suyuqlik bosimining uzluksiz kamayib borishi kuzatiladi:

a) diffuzorda;

b) konfuzorda;

v) bo'g'izli kanalda.

28. Quvurning (katta kesim yuzasidan kichik kesim yuzasi bo'yicha)

boshlang'ich qismida suyuqlik tezligi o'q bo'yicha:

a) boshlang'ich qism oxiriga tomon o'sib boradi;

b) boshlang'ich qism oxiriga tomon kamayib boradi;

v) boshlang'ich qism bo'yicha o'zgarmaydi.

29. Chegaraviy qatlam qalinligi boshlang'ich qism bo'yicha o'sib borgan sababli suyuqlik sarfi:

a) boshlang'ich qism oxiriga tomon o'sib boradi;

b) boshlang'ich qism oxiriga tomon kamayib boradi;

v) boshlang'ich qism bo'yicha o'zgarmaydi.

30. Quvurning asosiy qismida suyuqlik harakatlanadi:

a) o'zgaras o'rtacha sarf tezligi bilan;

b) o'rtacha sarf tezligi oshishi bilan;

v) o'rtacha sarf tezligi kamayishi bilan.

31. Quvurda suyuqlik oqganda qovushqoqli kuchlanish radius bo'yicha taqsimlangan:

- a) chiziqli qonun bo'yicha;
- b) kvadratik parabola bo'yicha;
- v) qirkim bo'yicha o'zgarmas.

32. Quvurda suyuqlik oqganda qovushqoqli kuchlanish maksimal:

- a) quvur devorida;
- b) quvur o'qida;
- v) oqim qirqimi bo'yicha o'zgarmas.

33. suyuqlik laminar oqimida tezliklar radius bo'yicha taqsimlanishi:

- a) parabolik qonun bo'yicha;
- b) radius bo'yicha o'zgarmaydi;
- v) chiziqli qonun bo'yicha.

34. laminar oqimda tezlikning maksimal qiymati:

- a) quvur o'qida;
- b) quvur devorida;
- v) quvur radiusi yarmida.

35. Quvurda laminar oqimda o'rtacha sarfli tezlik teng:

- a) maksimal tezlikka;
- b) maksimal yarmiga tezlikka;
- v) maksimal tezlik uchdan ikki qismiga.

36. Laminar oqimda qovushqoq kuchlanishlar taqsimlanish qonunini keltirib chiqarishda qaysi qonun tenglamasidan foydalaniladi?

- a) energiyani o'zgarish va saqlanish;
- b) harakat miqdori;
- v) harakat miqdori momentlari;
- g) energiyani saqlanish va o'zgarishi va harakat miqdori.

37. Laminar oqimda qovushqoq kuchlanishlar taqsimlanish qonunini chiqarishda saqlanish qonunidan foydalaniladi:

- a) harakatni tezlashtirish uchun;
- b) harakatni sekinlashtirish uchun;
- v) tekis harakat uchun.

38. Quvurdagi laminar oqimda tezlikni taqsimlanishni olish uchun saqlanish qonuni tenglamsidan foydalanish bilan birga:

- a) suyuqlik zichligini xaroratga bog'liqligian foydalanish zarur;
- b) qovushqoq kuchlarni qirqimdagi tezlik gradientiga bog'liqligidan foydalanish zarur;
- v) suyuqlik qovushqoqligini bosim yo'qotilishiga bog'liqligidan foydalanish zarur.

39. Laminar oqimda qovushqoq kuchlanish qiymati:

- a) bosim bo'ylama gradientiga(bosim farqiga) proporsional;
- b) bosim bo'ylama gradientiga teskari proporsional;
- v) bosim gradientga bog'liq emas.

40. Laminar oqimda suyuqlik sarfi:

- a) quvur radiusi birinchi darajasiga proporsional;
- b) quvur radiusi beshinchi darajasiga proporsional;
- v) quvur radiusi ikkinchi darajasiga proporsional;
- g) quvur radiusi uchinchi darajasiga proporsional;
- d) quvur radiusi to'rtinchi darajasiga proporsional.

41. Laminar oqimda qovushqoqli ishqalanish sababli quvur bo'ylab bosim:

- a) oshib boradi;
- b) kamayib boradi;
- v) o'zgarmaydi.

42. Laminar oqimda bosim yo'qotilishi:

- a) sarfning birinchi darajasiga proporsional;
- b) sarfning ikkinchi darajasiga proporsional;
- v) suyuqlik sarfi miqdoriga bog'liq emas.

43. Quvuro'tkazgichdagi qarshilik:

- a) quvuro'tkazgichdagi bosim farqi $\Delta r = r_1 - r_2$;
- b) $\Delta r = K \cdot Q$ ifodadagi K koeffitsiyenti bo'lib, $K = \frac{128 \cdot \mu l}{\pi d^4}$;
- v) Darsi formulsi $\Delta p = \lambda \frac{l}{d} \frac{\rho u^2}{2}$. dagi λ koeffitsiyent

44. Laminar oqimda Koriolis koeffitsiyenti:

- a) nolga teng;
- b) birga teng;
- v) ikkiga teng.

45. Bosimni to'liq yo'qotilishi koeffitsiyentini birdan kengayishda xisoblashda quyidagi chegaraviy shartlardan foydalaniladi:

- a) keng kanalga kirishdagi bosim uning chiqishdagi bosimga teng;
- b) keng kanalga kirishdagi bosim tor kanal chiqishdagi bosimga teng;
- v) tor kanal kirishdagi bosim, keng kanal chiqishdagi bosimga teng.

46. Bosimning yo'qotilishi koeffitsiyentini kanal birdan kengayishda xisoblash uchun:

- a) uzluksizlik tenglamasidan foydalanish etarli;
- b) uzluksizlik tenglamasidan va Bernulli tenglamasidan foydalanish etarli;
- v) uzluksizlik tenglamasi, Bernulli tenglamasi va harakat tenglamasidan foydalanish yetarli.

47. Tirqishdan suyuqlik oqib chiqayotganda sarf koeffitsiyenti aniqlanadi:

- a) suyuqlik qovushqoqligi bilan;
- b) tirqishni o'tkazish imkoniyati bilan;
- v) tirqish o'lchovlari bilan.

48. Qovushqoq suyuqlik tirqishdan va nasadkadan oqayotganda hajmiy sarf quyidagi ifoda bilan topiladi:

- a) $G = \rho u S$;
- b) $Q = u S$;
- v) $G = \mu \rho u S$;
- g) $Q = \mu u S$
- d) $Q = \mu S \sqrt{2gH + \frac{2\Delta p}{\rho}}$.

49. Oqib chiqish ifodasida $Q = \mu S \sqrt{2gH + \frac{2\Delta p}{\rho}}$ μ ko'paytuvchi:

- a) oqib chiqayotgan suyuqlik qovushqoqligi dinamik koeffitsiyenti;

b) tirqish yoki nasadka sarf koeffitsiyenti;

v) tirqish shakli koeffitsiyenti.

50. Oqib chiqish ifodasida $Q = \mu S \sqrt{2gH + \frac{2\Delta p}{\rho}}$ **S ko'paytuvchi:**

a) idishdagi suyuqlik erkin sirti yuzasi;

b) tirqish ko'ndalang qirg'imi yoki nasadka yuzasi;

v) tirqish xoshiyalovchi devor yuzasi.

51. Oqib chiqish ifodasida $Q = \mu S \sqrt{2gH + \frac{2\Delta p}{\rho}}$ **N ko'paytuvchi:**

a) tirqish o'qi botirilgan chuqurlik;

b) to'liq dam;

v) rezervuar balandligi.

51. Oqib chiqish ifodasida $Q = \mu S \sqrt{2gH + \frac{2\Delta p}{\rho}}$ **Δr ko'paytuvchi:**

a) idishdagi suyuqlik erkin sirtiga ortiqcha bosim;

b) erkin sirdagi bosim bilan oqib tushayotgan muxitdagi bosim farqi;

v) oqib tushayotgan muxitdagi ortiqcha bosim.

52. Bir o'lchovli, o'qi to'g'ri chiziqli bo'lgan gorizontal kanaldagi, oqim uchun to'liq impulsli harakat miqdori tenglamasini ko'rsating

a) $(p_2 S_2 + Gu_2) \cos(j, u_2) - (p_1 S_1 + Gu_2) \cos(j, u_1) = P_{\sigma j} - T_j + F_j;$

b) $\rho u S = \text{const};$

v) $\Phi_2 - \Phi_1 = P_{\sigma} - T.$

53. Bir o'lchovli, o'qi egri chiziqli bo'lgan oqim uchun to'liq impulsli harakat miqdori tenglamasini ko'rsating:

a) $(p_2 S_2 + Gu_2) \cos(j, u_2) - (p_1 S_1 + Gu_2) \cos(j, u_1) = P_{\sigma j} - T_j + F_j;$

b) $\rho u S = \text{const};$

v) $\Phi_2 - \Phi_1 = P_{\sigma} - T.$

54. Xarakat tenglamasi to'liq impulsda ideal suyuqlik uchun quyidagi ko'rinishga ega

a) $\vec{R} = \vec{\Phi}_2 - \vec{\Phi}_1$

b) $\vec{R} = \vec{\Phi}_2 + \vec{\Phi}_1$;

v) $0 = \vec{\Phi}_2 + \vec{\Phi}_1$;

g) $\Phi_2 - \Phi_1 = P - T$.

55. Xarakat tenglamasi to'liq impulsda qovushqoq suyuqlik uchun quyidagi ko'rinishga ega:

a) $\vec{R} = \vec{\Phi}_2 - \vec{\Phi}_1$

b) $\vec{R} = \vec{\Phi}_2 + \vec{\Phi}_1$;

v) $0 = \vec{\Phi}_2 + \vec{\Phi}_1$;

g) $\Phi_2 - \Phi_1 = P - T$.

56. To'liq impulsli nogorizontal kanaldagi bir o'lchovli oqim uchun harakat tenglamasini ko'rsating:

a) $(p_2 S_2 + Gu_2) \cos(j, u_2) - (p_1 S_1 + Gu_1) \cos(j, u_1) = P_{\sigma j} - T_j + F_j$;

b) $\rho u S = \text{const}$;

v) $\Phi_2 - \Phi_1 = P_{\sigma} - T$;

g) yo'q.

57. Siqilmaydigan ideal suyuqlik oqimi uchun Bernulli tenglamasi:

a) $\rho g z_1 + p_1 + \alpha_1 \frac{\rho u_1^2}{2} = \rho g z_2 + p_2 + \alpha_2 \frac{\rho u_2^2}{2} + \Delta p_r$;

b) $\frac{k}{k-1} \frac{p_1}{\rho_1} + \frac{u_1^2}{2} = \frac{k}{k-1} \frac{p_2}{\rho_2} + \frac{u_2^2}{2}$;

v) $z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{u_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{u_2^2}{2g}$;

g) $z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \alpha_1 \frac{u_1^2}{2g} = gz_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \alpha_2 \frac{u_2^2}{2g} + \Delta h_r$.

58. Quyidagi miqdorlardan qaysi biri Bernulli tenglamasidagi pyezometrik dam?

- a) z ;
- b) $p/\rho g$;
- v) $u^2/2g$;
- g) Δh_r .
- d) $z + \frac{p}{\rho g} + \frac{u^2}{2g}$.

59. Siqilmaydigan suyuqlik tezligi torayotgan kanalda qanday o'zgaradi?

- a) nolga teng;
- b) o'zgarmaydi;
- v) kamayadi;
- g) ko'payadi.

60. Qovushqoq siqilmaydigan suyuqlik oqimining to'liq bosimi $p^* = p + \frac{\rho u^2}{2}$

kanal torayayotganda qanday o'zgaradi?

- a) kamayadi;
- b) ko'payadi;
- v) nolga teng;
- g) o'zgarmaydi.

61. Laminar oqimda yo'lda yo'qotishlar koeffitsiyenti quyidagicha ifodalanadi

- a) $\lambda = \frac{0.3164}{Re^{0.25}}$;
- b) $\lambda = \frac{64}{Re}$;
- v) $\lambda = \frac{0.00164}{Re^{0.25}}$;
- g) $\lambda = u/a$.

62. Suyuqlik oqimi rejimini aniqlash uchun quyidagini xisoblash etarli

- a) Reynolds sonini xisoblash;
- b) oqimdagi qandaydir nuqtada oqim tezligini xisoblash;
- v) tezlik qiymatini kanal uchun xarakterli o'lchoviga ko'paytirish;

g) oqim tezligini xisoblash.

63. Agar Reynolds sonini topish uchun fizik xarakteristikalar kerak bo'lsa, ular qaysilar

a) qovushqoqlik dinamik koeffitsiyenti va suyuqlik zichligi;

b) issiqlik o'tkazuvchanligi va suyuqlik zichligi;

v) to'yingan par bosimi va suyuqlik zichligi;

g) suyuqlik issiqlik sig'imi va kinematik qovushqoqligi.

64. Oqib chiqish ifodasida $Q = \mu S \sqrt{2gH + \frac{2\Delta p}{\rho}}$ Δr ko'paytuvchi

a) idishdagi suyuqlik erkin sirtiga muallaq bosim;

b) oqib tushayotgan muxitdagi ortiqcha bosim;

v) idishdagi suyuqlik erkin sirtiga ortiqcha bosim;

g) erkin sirdagi bosim bilan oqib tushayotgan muhitdagi bosim farqi.

65. Tirqishdan suyuqlik oqib chiqayotganda sarf koeffitsiyenti aniqlanadi

a) o'tkazish imkoniyati;

b) suyuqlik qovushqoqligi bilan;

v) tirqishni o'tkazish imkoniyati bilan;

g) tirqish o'lchovlari bilan.

66. Quvuro'tkazgichdagi qarshilik

a) quvuro'tkazgichdagi bosim farqi $\Delta r = r_1 - r_2$;

b) K koeffitsiyenti bo'lib, $K = \frac{128 \cdot \mu l}{\pi d^4}$;

v) $\Delta r = K \cdot Q$ ifodadagi;

g) Darsi formulisi $\Delta p = \lambda \frac{l}{d} \frac{\rho u^2}{2}$ dagi λ koeffitsiyent.

67. Suyuqlik bosimining uzluksiz kamayib borishi kuzatiladi:

a) konfizorda;

b) bo'g'izli kanalda;

v) diffuzorda;

g) oshib boradi.

68. Quvurda suyuqlik oqganda qovushqoqli kuchlanish maksimal:

- a) quvur o'qida;
- b) quvur devorida;
- v) oqim qirgimi bo'yicha o'zgarmas;
- g) chiziqli qonun bo'yicha.

69. Laminar oqimda suyuqlik sarfi

- a) quvur radiusi ikkinchi darajasiga proporsional;
- b) quvur radiusi beshinchi darajasiga proporsional;
- v) quvur radiusi birinchi darajasiga proporsional;
- g) quvur radiusi uchinchi darajasiga proporsional.

MUNDARIJA

№	bet
1. Masalalarni yechish uchun umumiy ko‘rsatmalar. Ishning maqsadi va unga qo‘yilgan talablar.....	3
2. Suyuqlik harakati rejimlari. Gidravlik sirkulyatsiyali qurilmani hisoblash.....	5
3. Bosimli quvur o‘tkazgichlarni gidravlik hisoblash. Qurilma va suyuqlik parametrlari.....	6
4. Suyuqlik aylanib turuvchi qurilmani gidravlik hisoblash.....	8
5. Quduqlarni mustahkamlashda va yuvishda gidrodinamika masalalarini yechish.....	9
6. Quduqlarni mustahkamlashda va yuvishda gidrodinamika masalalarini yechish	11
7. Quduq rotorli yoki turbobur usullar bilan burg‘ilash jarayonida gidravlik bosimning yo‘qotishni olishini hisoblash.....	13
8. Quvurlar orasidagi sirkulyasion oqimda yo‘qotilgan bosim hisoblash.....	15
9. Suyuqlik oqimining struktura harakatidagi λ gidravlik qarshilikni aniqlash.....	19
10. Quduqdan oqib chiqayotgan gazlangan eritmaning zichligini aniqlash.....	21
11. Quduq tubi va devoriga ta’sir etuvchi bosimlarni aniqlash.....	23
12. Tezlashturuvchi trubka difmanometri ko‘rsatkichi h ni undagi suyuqlik zichligi ρ_2 bo‘yicha aniqlash.....	27
13. Nasadkasi diametri (d_{nas}) va sarf koeffitsiyenti (μ_{nas}) bo‘lgan oralik idishdagi suyuqlikning barqaror sathi N_1 ni aniqlash.....	29
14. Mahalliy qarshiliklardagi dam yo‘qotilishlari yig‘indisini va ularni ekvivalent uzunliklari yig‘indisi aniqlash.....	31
15. To‘g‘ri gidravlik zarba paydo bo‘lganda uzilib ketmaydigan d_2	

diametrli po‘lat quvur devori minimal qalinligi aniqlash.....	33
16. Gilli eritmaning asosiy reologik xarakteristikasini aniqlash metodikasi.....	35
Adabiyotlar ro‘yxati.....	40
ILOVA.....	41

Muharrir

Sidikova K.A

Musahhih

Adilxodjayeva Sh. M