

1-laboratoriya ishi. Suyuqliklarni oqish rejimlarini aniqlash

1.1. Nazariy qism

Suyuqlik va gazlarning harakatlari bilan bog'lik bo'lgan texnologik jarayonlarni hisoblashda ularning oqish rejimlarini bilish kerak bo'ladi. Texnologik truboprovodlarda (quvurlarda) suyuqliklar asosan 2 xil rejimda – laminar va turbulent rejimda harakatlanadi.

Ingliz fizigi O.Reynolds rangli suyuqlik (indikator) yordamida suyuqlikning laminar va turbulent (to'liqsimon) rejimda oqishini birinchi bo'lib tajribada aniqladi. U o'z tajribalari natijasida suyuqliklarning oqish holatlarini aniqlashga imkon beradigan quyidagi o'lchamsiz kompleks (kriteriy) keltirib chiqardi:

$$Re = \omega d \rho / \mu \quad (1)$$

bu yerda ω -trubada oqayotgan suyuqlikning tezligi, m/s; d-suyuqlik oqayotgan trubaning ichki diametri, m; ρ -suyuqlikning zichligi, kg/m³; μ -suyuqlikning qovushqoqligi, Ns/m².

Reynolds kriteriysi harakat rejimini aniqlash bilan birga oqim harakatidagi qovushqoqlik va inersiya kuchlarining o'zaro nisbatini ham aniqlaydi.

Suyuqlikning harakat rejimi Reynolds kriteriysining kritik qiymati Re_{kr} bilan aniqlanadi. To'g'ri va tekis yuzali quvurdagi (trubadagi) suyuqlik oqimi uchun $Re_{kr}=2320$. Agar $Re < 2320$ bo'lsa suyuqlikni oqish rejimi laminar va aksincha, $Re > 2320$ bo'lsa turbulent bo'ladi. Agar $Re > 10000$ bo'lganda oqim harakati turg'un turbulent bo'ladi.

$2300 < Re < 10000$ bo'lgan hollarda suyuqlik oqayotgan trubada bir vaqtning o'zida ikki xil rejim mavjud bo'ladi: truba devori yaqinida laminar oqim, uning o'rtasida esa turbulent oqim. Reynolds kriteriysining ushbu chegaradagi qiymati oqimni o'zgarish (o'tish sohasi "perexodnoy") rejimini ifodalaydi.

1.2. Ishning maqsadi

- 1.Suyuqlikning oqim holatlarini tajribada kuzatish;
- 2.Suyuqlik oqimiga ta'sir qiluvchi kattaliklarni o'rganish;
- 3.Reynolds kriteriysining qiymatlarini tajribada aniqlash asosida suyuqlik oqimining rejimini belgilash.

1.3. Tajriba qurilmasining tuzilishi

Tajriba o'tkaziladigan qurilmaning tuzilishi 1-rasmda ko'rsatilgan. Qurilma rangli suyuqlik solingan idishcha (1), suv to'ldirilgan shisha idish (4), qo'zg'almas tayanch yuzaga (6) o'rnatilgan shisha truba (8), o'lchov idishi (13) va stakanidan (9) iborat. Idishdagi suv harorati termometr (10) bilan o'lchanadi. Trubada oqayotgan suv sarfini jumrak (7) yordamida o'zgartirish mumkin. Rangli suyuqlik (1) idishdan shaffof naycha (12) orqali shisha truba (8) ichiga uzatiladi. Naycha uchiga shisha

truba markaziga nisbatan rostlangan igna (5) o'rnatilgan. Rangli suyuqlik sarfi jumrak (2) orqali rostlanadi. Suv sarfini tajriba mobaynida o'lchash uchun o'lchov stakani (9) yoki o'lchov tasmasi (3) va sekundomerdan foydalaniladi. Vodoprovod jumragi (11) yordamida shisha idishdagi (4) suv sarfi tajriba paytida bir maromda ushlab turiladi.

1.4. Tajriba o'tkazish tartibi

Tajriba ishining birinchi qismida shisha (8) trubadagi suvning harakatini rostlab turuvchi jumrak (7) asta-sekin ochiladi. Jumrak (2) ochilib shisha trubaga igna orqali rangli suyuqlik yuboriladi. Agar trubadagi suv oqimining tezligi kichik bo'lsa, rangli suyuqlik suvga aralashmasdan to'g'ri chiziq bo'ylab gorizontal ip shaklida harakat qiladi. Bunda shisha trubadan oqayotgan suv va rangli suyuqlikning tezliklari bir xilda bo'ladi. Kuzatilayotgan oqim rejimi laminar bo'ladi.

Kelgusida rostlovchi jumrakni ko'proq ochib suv oqimining tezligi ko'paytiriladi. Bunda rangli suyuqlik shisha truba bo'ylab to'liqsimon harakat qilib (turbulent rejim) undagi suvning butun hajmi bo'yicha aralashadi. Shu tariqa rostlovchi jumrak orqali suv oqimi rejimlarining barcha turlari kuzatiladi.

Tajribaning ikkinchi qismida Reynolds kriteriysining qiymati aniqlanadi. Buning uchun jumrak (7) orqali suvning oqimi laminar holatga keltiriladi. Shisha idishdagi (4) suv sathi ushbu davrda o'zgarmas bo'lishiga jumrak (11) orqali erishiladi. Rostlovchi jumrak (7) orqali oqayotgan suv miqdori o'lchov stakani (9) yoki tasmasi (3) yordamida aniqlanadi. Stakan yoki o'lchov tasmali idishning (13) to'lishi uchun ketgan vaqt sekundomer bilan o'lchanadi. Tajriba 4-5 marotaba takrorlanadi. Xuddi shunday o'lchashlar to'liqsimon oqim holati uchun ham takrorlanadi. O'lchov ishlari tugagandan so'ng rostlovchi jumraklar berkitiladi va hisoblash ishlari bajariladi.

1.5. Tajriba ishlarini hisoblash va hisobot tuzish

Shisha trubadan oqayotgan suvning harakat tezligi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$\omega = 4G / (\pi d^2 \rho) = 4V / (\pi d^2 t) \quad (2)$$

bu yerda G -suvning massaviy sarfi, kg/sek; V -suvning hajmiy sarfi m^3 /sek; d -shisha trubaning ichki diametri, m; ρ -suvning zichligi, kg/m^3 .

Suvning zichligi ρ va qovushqoqligi μ , uning o'lchangan harorati bo'yicha ushbu ishning 1-ilovasidagi 2-jadvaldan aniqlanadi.

Suvning fizik kattaliklari qiymati aniqlangandan so'ng Reynolds kriteriysining qiymati (1) ifodadan hisoblanadi.

Kuzatuvlar va hisoblashlar natijalari quyidagi 1-jadvalga yoziladi.

1-jadval.

| Tartib soni | Suvning parametrlari | | | | Reynolds mezon | Oqim holati |
|-------------|----------------------|----------|---------------|------------------|----------------|-------------|
| | Sarfi | Harorati | Qovushqoqligi | Tezligi | | |
| | G, kg/sek | t, °C | μ , Pa s | ω , m/sek | | |
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |

Tajriba natijalari asosida Reynolds kriteriysi bilan suvning oqish tezligi o'rtasidagi bog'lanishni ifodalovchi $Re=f(v)$ grafik chiziladi. Bu grafikdan suvning kritik (chegaraviy) tezligi ω_{kr} aniqlanadi.

1.6. O'z-o'zini tekshirish uchun savollar

1. Quvurlardan oqayotgan suyuqlik tezligini aniqlash uslubini tushuntirib bering.
2. Qanday oqimlar laminar oqimlar deb tavsiflanadi?
3. Reynolds kriteriysining mohiyati nimada?
4. Qanday oqimlar turbulent deb tavsiflanadi?
5. Suyuqliklarni ifodalovchi fizik kattaliklarni sanab o'ting, ularning mohiyatini tushuntirib bering.
6. Reynolds kriteriysi qanday amaliy maqsadlar uchun aniqlanadi?
7. Suyuqlikning massaviy va hajmiy sarfi o'rtasidagi farqni tushuntirib bering.
8. Reynolds kriteriysi o'lchamsiz kattalik (son qiymati) ekanligini isbotlab bering.
9. "Ekvivalent diametr" tushunchasini izohlab bering. Ushbu tushuncha qanday holatlarda qo'llanishini misollar orqali tushuntiring.

1.7. Tavsiya etilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Salimov Z. "Kimyoviy texnologiyaning asosiy jarayonlari va qurilmalari". T.1. Toshkent. "Uzbekiston". 1994-y. 23-26, 31 va 72-75 betlar.
2. Salimov Z., To'ychiyev I. "Kimyoviy texnologiya jarayonlari va qurilmalari". Toshkent. "O'qituvchi". 1987-y. 26-28 betlar.
3. Lipatov N.N. "Oziq-ovqat ishlab chiqarish jarayonlari va qurilmalari". M. "Ekonomika". 1987g. 33-36 betlar.
4. Kasatkin A.G. "Kimyoviy texnologiyaning asosiy jarayon va qurilmalari". M. "Kimyo". 1971. 38-49 betlar.

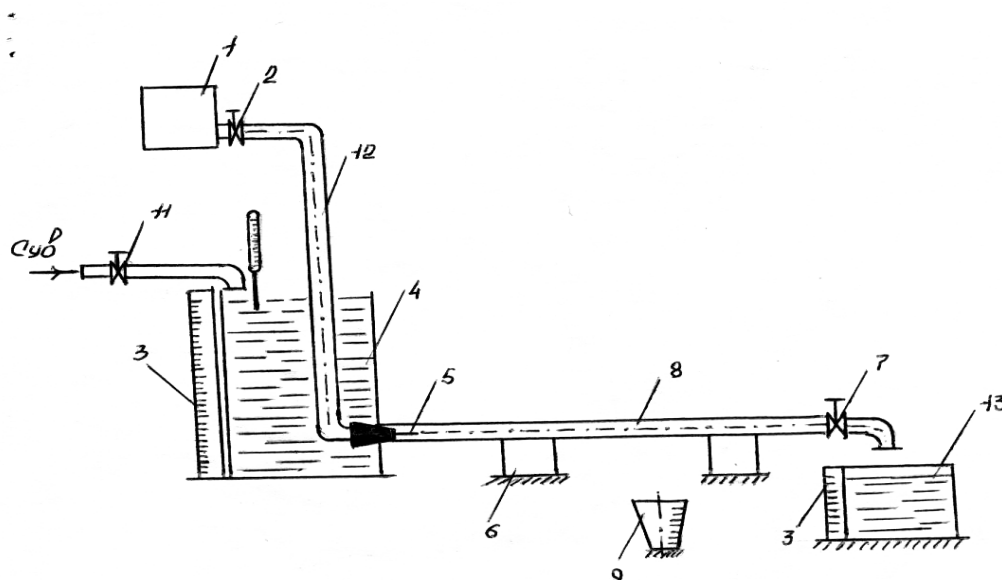
1.8. Ilovalar

I-1. Suvning fizik parametrlari

2-jadval.

| T | ρ | $\mu \cdot 10^6$ | $\nu \cdot 10^6$ |
|--------------------|-----------------|----------------------------|-----------------------|
| $^{\circ}\text{C}$ | kg/m^3 | $\text{Pa} \cdot \text{s}$ | m^2/s |
| 0 | 1000 | 1790 | 1,79 |
| 10 | 1000 | 1310 | 1,31 |
| 20 | 998 | 1000 | 1,01 |
| 30 | 996 | 804 | 0,81 |
| 40 | 992 | 657 | 0,66 |

bu yerda t -harorat; ρ -zichlik; μ -qovushqoqlikni dinamik koeffitsiyenti;
 ν -qovushqoqlikning kinematik koeffitsiyenti.



1-rasm. Tajriba qurilmasining sxemasi: 1-rangli suyuqlik idishi; 2,7 va 11-jumraklar; 3-o'lchov lineykasi; 4 va 13-suv uchun sig'imli idishlar; 5-igna; 6-qo'zg'almas taglik; 8-shisha truba; 9-o'lchov stakani; 10-termometr; 12-shaffof shlang (naycha).