

UZUN QUVURLARNI GIDRAVLIK HISOBLASH

Parpiyev Sayfiddin Fazliddinovich

Andijon mashinasozlik instituti tayanch doktoranti

E-mail: maximum.uzb1@gmail.com

ANNOTATSIYA

Ilmiy maqolada sodda uzun quvurlarni quvur xususiyatidan kelib chiqqan holda gidravlik hisoblash usullari hamda Reynolds soniga bogʻliq ravishda ishqalanish koefitsientini hisoblash formulalari berildi.

Kalit soʻzlar: quvur, quvur gʻadir-budirligi, ishqalanish koefitsienti, quvur diametri, Altshul formulasi, Shifrinson formulasi, Bernulli tenglamasi, Nikuradze grafigi.

Аннотация. В научной статье приведены методы гидравлического расчета простых длинномерных труб на основе свойств труб и формулы для расчета коэффициента трения в зависимости от числа Рейнольдса.

Ключевые слова: труба, шероховатость трубы, коэффициент трения, диаметр трубы, формула Альтшуля, формула Шифринсона, уравнение Бернулли, граф Никурадзе.

Abstract. In the scientific article, hydraulic calculation methods for simple long pipes based on pipe properties and formulas for calculating the friction coefficient depending on the Reynolds number were given.

Key words: pipe, pipe roughness, friction coefficient, pipe diameter, Altschul's formula, Shifrinson's formula, Bernoulli's equation, Nikuradze graph.

Gidravlik tahlil qisqa quvurlarni hisoblashni ham, uzun quvurlarni hisoblashni ham oʻz ichiga oladi. Qisqa quvur liniyalariga tortish trubkasi, sifon, nasosli assimilyatsiya trubkasi kiradi.

Oddiy quvur liniyasi - suyuqlik oraliq shoxlarisiz tashiladigan quvur liniyasi.

Oddiy quvur liniyasini hisoblashda ta'minot tankining bo'sh yuzasi tekisligidan quvur liniyasining chiqish qismi tekisligiga suyuqlik oqimi uchun tuzilgan Bernulli tenglamasi qo'llaniladi. Bernulli tenglamasi barqaror, silliq o'zgaruvchan harakat uchun amal qiladi. Bernulli tenglamasi bitta noma'lumning olinishini hisobga olgan holda tuzilgan; agar buning iloji bo'lmasa, ikkinchisi sifatida oqim uzluksizligi tenglamasi qo'llaniladi.

Bernulli tenglamasidan foydalanib, masalalar quyidagi ketma-ketlikda yechiladi:

1. 1-1 va 2-2 oqim uzunligi bo‘ylab ikkita kesim tanlanadi, shunda ulardan biri uchun p , v , g qiymatlari ma‘lum, ikkinchisi uchun esa bir yoki undan ko‘p parametrlarini aniqlash kerak bo‘ladi..

2. z_1 va (yoki) z_2 ma‘lum bo‘lishi uchun taqqoslash chizig‘ini chiziladi.

3. Ikkinchi bo‘lim uchun ikkita noma‘lum bilan suyuqlik harakatining uzluksizligi tenglamasi $v_1 \omega_1 = v_2 \omega_2$ ishlatiladi.

3. Noma‘lum uchun tenglamalari yechiladi.

Hisob-kitoblardagi barcha jismoniy miqdorlar Xalqaro birliklar tizimida (SI) berilishi kerak.

Ideal suyuqlik oqimining ikkita ixtiyoriy 1-1 va 2-2 kesimlari uchun Bernulli tenglamasi quyidagi shaklga ega:

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{g_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{g_2^2}{2g} = H = const \quad (1)$$

1-1 va 2-2 kesimlar erkin olinganligi sababli, hosil bo‘lgan tenglama boshqacha tarzda yozilishi mumkin:

$$z + \frac{p}{\rho g} + \frac{g^2}{2g} = H = const \quad (2)$$

va quyidagicha o‘qilishi mumkin: ideal suyuqlik oqimining istalgan kesimi uchun Bernulli tenglamasining uchta hadining yig‘indisi doimiy qiymatdir.

Energiya nuqtai nazaridan tenglamaning har bir a‘zosi energiyaning ma‘lum turlarini ifodalaydi: z_1 va z_2 - qo‘yilgan solishtirma energiya bo‘lib 1-1 va 2-2 kesimlardagi potentsial energiyani tavsiflaydi;

$\frac{p_1}{\rho g}$ va $\frac{p_2}{\rho g}$ - potentsialni tavsiflovchi maxsus bosim energiyalari bir xil bo‘limlarda bosim energiyasi;

$\frac{g_1^2}{2g}$ va $\frac{g_2^2}{2g}$ - shu kesimlardagi o‘ziga xos kinetik energiyalar.

Shuning uchun, Bernulli tenglamasiga ko‘ra, har qanday kesimdagi ideal suyuqlikning umumiy o‘ziga xos energiyasi doimiydir.

z_1 va z_2 - taqqoslash tekisligi ustidagi 1-1 va 2-2 kesimlarning geometrik balandliklari;

$\frac{p_1}{\rho g}$ va $\frac{p_2}{\rho g}$ - pyezometrik balandliklar;

$\frac{g_1^2}{2g}$ va $\frac{g_2^2}{2g}$ - ko‘rsatilgan kesimlarda tezlik balandliklari.

Bunday holda, Bernulli tenglamasini quyidagicha o‘qish mumkin: ideal suyuqlik uchun geometrik, pyezometrik va tezlik balandliklarining yig‘indisi doimiydir.

Haqiqiy yopishqoq suyuqlik harakat qilganda, ishqalanish kuchlari paydo bo‘ladi, uni bartaraf etish uchun suyuqlik energiya sarflaydi. Natijada, 1-1 qismdagi suyuqlikning umumiy o‘ziga xos energiyasi yo‘qolgan energiya qiymati bo‘yicha 2-2 qismdagi umumiy o‘ziga xos energiyadan katta bo‘ladi.

Yo‘qotilgan energiya yoki yo‘qolgan bosh h_{1-2} bilan belgilanadi va shuningdek, chiziqli o‘lchovga ega

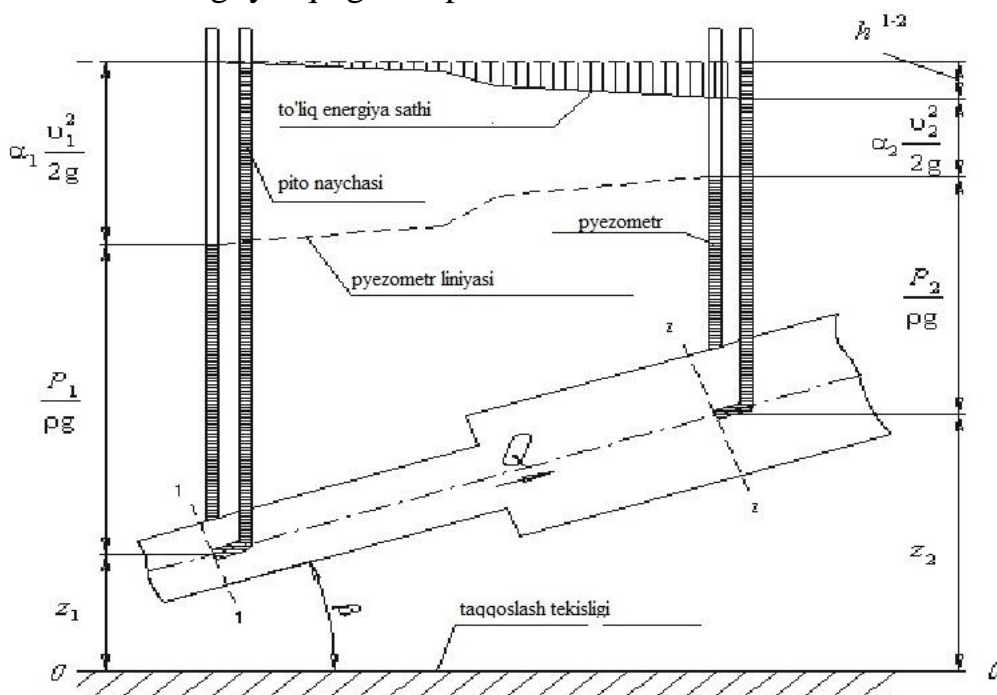
Haqiqiy suyuqlik uchun Bernulli tenglamasi quyidagi ko‘rinishga ega:

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_{yo'q}^{1-2} = H = const \quad (3)$$

Bu yerda $h_{yo'q}^{1-2}$ -napor yo‘qotilishi

v_1 va v_2 -jonli kesimdagi o‘rtacha tezlik, m/s

1-rasm shuni ko‘rsatadiki, suyuqlik 1-1 qismdan 2-2 qismga o‘tganda, yo‘qolgan bosim doimo ortadi (vertikal soya). Shunday qilib, suyuqlikning birinchi bo‘limda mavjud bo‘lgan dastlabki energiya darajasi ikkinchi qism uchun to‘rt komponentning yig‘indisi bo‘ladi: geometrik balandlik, piezometrik balandlik, tezlik balandligi va 1-1 va 2-2 kesimlar orasidagi yo‘qolgan napor.



1-rasm. Bernulli tenglamasining geometrik ma‘nosi.

Ikki α_1 va α_2 koeffitsientlari Koriolis koeffitsientlari deb ataladi va suyuqlik oqimi rejimiga bog‘liq (laminar rejim uchun $\alpha = 2$, turbulent rejim uchun $\alpha = 1$).

Yo‘qotilgan napor h_{1-2} - suyuqlik qatlamlari orasidagi ishqalanish kuchi va mahalliy qarshilik tufayli yuzaga keladigan yo‘qotishlar (oqim konfiguratsiyasining o‘zgarishi) natijasida yuzaga keladigan chiziqli yo‘qotishlar yig‘indisi.

$$h_{yo'q}^{1-2} = h_{yo'q} + h_m \quad (4)$$

Bu yerda $h_{yo'q}$ – uzunlik bo'yicha napor yo'qotilishi, m.

h_m – mahalliy qarshiliklardagi napor yo'qotilishi, m

$$h_{yo'q} = \lambda \frac{l}{d} \frac{g^2}{2g} \quad (5)$$

Bu yerda λ -gidravlik ishqalanish koeffitsenti laminar oqim uchun quyidagi ifoda bilan hisoblanadi:

$$\lambda = \frac{64}{Re} \quad (6)$$

Bu yerda Re - Reynolds soni, suyuqlik harakati rejimlarini aniqlash uchun xizmat qiladi.

Laminar - suyuqlik zarralari aralashmasdan, tezlik va bosimning pulsatsiyasiz qatlamli oqim.

Oqim turbulent deb ataladi, bu suyuqlikning tezlik va bosim pulsatsiyasi bilan intensiv aralashishi bilan birga keladi.

Laminar rejimdan turbulent rejimga o'tish suyuqlikning ma'lum tezligida kuzatiladi. Bu tezlik kritik tezlik deb ataladi.

Ushbu tezlikning qiymati suyuqlikning kinematik qovushqoqligiga to'g'ridan-to'g'ri proporsional va quvur diametriga teskari proporsionaldir.

$$g_{kr} = \frac{\nu}{d} k \quad (7)$$

bu yerda ν - kinematik yopishqoqlik koeffitsienti, m²/s.

k - o'lchovsiz koeffitsient;

d - quvurning ichki diametri, m.

Ushbu formulaga kiritilgan o'lchamsiz koeffitsient k barcha suyuqliklar va gazlar uchun, shuningdek, har qanday quvur diametrlari uchun bir xil. Bu koeffitsient kritik Reynolds soni Re_{kr} deb ataladi va quyidagicha aniqlanadi:

$$Re_{kr} = \frac{g_{kr} d}{\nu} \quad (8)$$

Dumaloq kesimli quvurlar uchun Re_{kr} taxminan 2320 ga teng. Reynolds o'xshashlik mezoni quvurdagi suyuqlik oqimi rejimini baholash imkonini beradi. $Re < Re_{kr}$ uchun oqim laminar, $Re > Re_{kr}$ uchun esa turbulentdir.

Quvurlardagi rivojlangan turbulent oqim faqat Re taxminan 4000 ga teng bo'lganda va $Re = 2300...4000$ bo'lganda o'tish, kritik mintaqada mavjud bo'lganda o'rnatiladi.

Quvurlarning gidravlik qarshiligi koeffitsienti tenglamalar (7, 1.9-1.12) yoki Nikuradze grafigi yordamida aniqlanishi mumkin (2-rasm).

Suyuqlikning harakatlanish rejimi quvurlarning gidravlik qarshiligi darajasiga bevosita ta'sir qiladi. Agar Reynolds soni $4000 < Re < 10 \left(\frac{d}{\Delta_s} \right)$ oralig'ida bo'lsa, λ koeffitsient Blaziusning yarim empirik formulasi bilan aniqlanadi.

$$\lambda_r = \frac{0,3164}{Re^{0,25}} \quad (9)$$

Ikkinchi sohada, II chiziqlar va o'ngdagi nuqta chiziq o'rtasida joylashgan (5-rasm). λ koeffitsienti bir vaqtning o'zida ikkita parametr ga bog'liq - Re raqami va Δ_s ga almashtirish mumkin bo'lgan nisbiy g'adir budurlik $\frac{\Delta}{r_0}$. Bu sohadagi λ koeffitsientini aniqlash uchun A.D.Altshulning universal formulasidan foydalanish mumkin

$$\lambda_r = 0,11 \left(\frac{\Delta_s}{d} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} \quad (10)$$

bu yerda Δ_s - ekvivalent absolyut g'adir budurlik, m.

Turli materiallardan tayyorlangan quvurlar uchun Δ_s (mm da) ning odatiy qiymatlari adabiyotlarda keltirilgan:

Uchinchi soha- katta Re sohasi va $\frac{\Delta}{r_0}$ sohasi bo'lib, bu yerda koeffitsient λ koeffitsient Re soniga bog'liq bo'lmaydi, faqat nisbiy g'adir budurlikdan topiladi.

(soha nuqta chiziqning o'ng tomonida joylashgan). Bu g'adir budur quvurlar sohasi bo'lib, unda har xil g'adir budurlikdagi quvur chiziqlari bir-biriga parallel. Bu hudud o'ziga o'xshashlik mintaqasi yoki kvadratik qarshilik rejimi deb ataladi, chunki bu erda gidravlik yo'qotishlar tezlikning kvadratiga proporsionaldir.

Ushbu hudud uchun λ ning ta'rifi Shifrinsonning soddalashtirilgan formulasiga muvofiq amalga oshiriladi:

$$\lambda_r = 0,11 \left(\frac{\Delta_s}{d} \right)^{0,25} \quad (11)$$

yoki Prandtl-Nikuradze formulasiga ko'ra:

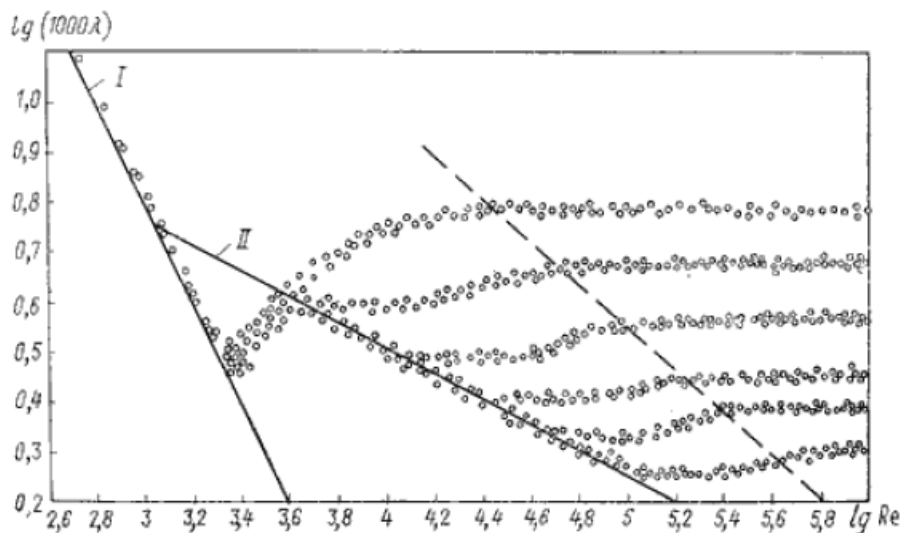
$$\frac{1}{\sqrt{\lambda_r}} = -2 \log \left(\frac{\Delta_s}{3,71d} \right) \quad (12)$$

Ichki gidravlik ishqalanish koeffitsientini Nikuradze grafigi yordamida ham aniqlash mumkin (2-rasm).

Vaysbax-Darsi formulasi bo'yicha aniqlangan napor yo'qotilishini Reynolds soni Re va ekvivalent g'adir budurlik Δ_s ga qarab aniqlanadigan gidravlik qarshilik koeffitsientini bilgan holda ham aniqlash mumkin.

Mahalliy qarshiliklar tufayli naporning yo‘qolishi Veysbax umumiy tenglamasidan mahalliy qarshilik turiga qarab aniqlanadi

$$h_m = \xi \frac{g_1^2}{2g} \quad (13)$$



2-rasm.Nikuradze grafigi.

Keskin torayish holatida umumiy napor yo‘qotilishi quyidagi formula yordamida aniqlanadi

$$h_{kt} = \xi_{kt} \frac{g_2^2}{2g} \quad (14)$$

Bu yerda quvur torayishidagi qarshilik koeffitsenti I.E.Idelchikning yarim emperik formulasidan topiladi

$$\xi_{kt} = 0,5 \left(1 - \frac{S_2}{S_1} \right) = 0,5 \left(1 - \frac{1}{n} \right) \quad (15)$$

Bu yerda $n = \frac{S_1}{S_2}$ - torayish darajasi

Katta o‘lchamli rezervuardagi quvurdan chiqishda $\frac{S_1}{S_2} = 0$, bundan tashqari qirralari silliqanmagan bo‘lsa qarshilik koeffitsenti $\xi_{kt} = 0,5$

Burilishning qarshilik koeffitsenti ξ_{bur} (quvurning silliq burilishida) $\frac{R}{d}$ nisbatga (bu yerda R- quvurning egilish(silliqanish) radiusi, d – quvur diametri), burilish burchagi, hamda quvurning kesim yuzasi shakliga bog‘liq.

Burilish radiusi $\delta = 90^\circ$ va $\frac{R}{d} \geq 1$ bo‘lganda va turbulent oqish rejimida dumaloq kesimli burilish uchun quyidagi emperik formuladan foydalanamiz.

$$\xi_{bur} = 0,051 + \frac{0,19d}{R} \quad (16)$$

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI: (REFERENCES)

1. Parpiyev S. F. MAGISTRAL SUV QUVURLARI TIZIMINI HISOBLASHGA DOIR ILMIY ISHLAR TAHLILI //Educational Research in Universal Sciences. – 2023. – Т. 2. – №. 3. – С. 376-382.
2. K.SH.Latipov, O.M.Arifjanov *Gidravlika va gidravlik mashinalar Darslik.*, TIMI T-2011.,332b
3. Панов, М. Я. Моделирование, оптимизация и управление системами подачи и распределения воды / Я. М. Панов, А. С. Левадный, В. И. Щербаков. – Воронеж: Воронежский ГАСУ, 2005. – 489 с
4. Панов, М. Я. Модели управления функционированием систем подачи и распределения воды / М. Я. Панов, Ю. Ф. Петров, В. И. Щербаков. – Воронеж: ВГАСУ, 2012. – 272 с
5. Абрамов, Н. Н. Теория и методика расчета систем подачи и распределения воды / Н. Н. Абрамов – М. : Стройиздат, 1972. – 288с.
6. Гальперин, Е. М. Об определении потерь напора в трубах при гидравлическом расчете кольцевой водопроводной сети / Е. М. Гальперин, А. Л. Лукс, Е. А. Крестин // СГАСУ., Вестник. Градостроительство и архитектура. – 2012. –№ 2. – С. 54-58.
7. Гальперин, Е. М. Надежность функционирования кольцевой водопроводной сети / Е. М. Гальперин // Водоснабжение и санитарная техника. – 1987. –№ 4. – С. 4 – 6.