

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI

K.R.RAXMONOV, F.H.HIKMATOV,
D.M.TURG‘UNOV

UMUMIY VA MAXSUS GIDRAVLIKA

“GIDRAVLIKADAN
AMALIY MASHG‘ULOTLAR”

5140700 - Gidrometeorologiya va
5141100 – Gidrologiya (tarmoqlar bo‘yicha) bakalavriatura
ta‘lim yo‘nalishlari talabalari uchun
o‘quv qo‘llanma

Toshkent-2019

O'quv qo'llanma 5140700 – Gidrometeorologiya va 5141100 - Gidrologiya (tarmoqlar bo'yicha) bakalavriatura bosqichi ta'lim yo'nalishlari namunaviy o'quv rejalaridan o'rin olgan "Umumiy va maxsus gidravlika" hamda "Ochiq o'zanlar gidravlikasi" fanlari dasturlari asosida tayyorlandi. Unda suyuqliklarning asosiy fizik xususiyatlari, gidrostatik bosim, bosim kuchini hisoblash, oqimning gidravlik elementlari, Bernulli diagrammasi, quvurlar va kanallarni gidravlik hisoblashlar, tashlamalar, gidravlik sakrash va suv omborlarining suvdan bo'shash vaqtini aniqlash kabi mavzularga tegishli bo'lgan amaliy mashg'ulotlarni bajarishga oid uslubiy ko'rsatmalar berildi.

O'quv qo'llanmadan "Gidrometeorologiya" va "Gidrologiya (tarmoqlar bo'yicha)" yo'nalishlari bakalavrlari bilan bir qatorda "Suv omborlari gidrologiyasi" kabi turdosh yo'nalishlar talabalari ham foydalanishlari mumkin.

Taqrizchilar:

Axmedova T.A. - texnika fanlari nomzodi, GMITI direktori muovini;

Adenbaev B.E. - geografiya fanlari nomzodi, Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zMU Quruqlik gidrologiyasi kafedrasini dotsenti.

Учебное пособие подготовлено на основе типовых программ дисциплин "Общая и специальная гидравлика" и "Гидравлика открытых потоков", входящих в учебный план направления бакалавриатуры 5140700 – Гидрометеорология и 5141100 – Гидрология (по отраслям). В пособии даны методические указания для выполнения практических работ по основным разделам гидравлики, таких как физические свойства жидкости, гидростатическое давление, расчет силы давления, гидравлические элементы потока, диаграмма Бернулли, гидравлический расчет трубопроводов и каналов, водосливы, гидравлический прыжок и расчет времени опорожнения водохранилища и другие.

Учебное пособие предназначено для студентов направления бакалавриатуры 5140700 – Гидрометеорология и 5141100 – Гидрология (по отраслям). Оно также может быть использовано студентами направления "Гидрология водохранилищ" и других смежных направлений.

Рецензенты:

Ахмедова Т.А. - кандидат технических наук, заместитель директора НИГМИ;

Аденбаев Б.Е. - кандидат географических наук, доцент кафедры Гидрологии суши НУУз имени Мирзо Улугбека.

The tutorial is prepared on the basis of standard programs of disciplines "General and special hydraulics" and the "Open flow hydraulics", intended for bachelors directions 5140700 – Hydrometeorology and 5141100 – the Hydrology (on branches). In a grant methodical instructions for performance of practical works on the main sections of hydraulics, such as physical properties of liquid, hydrostatic pressure, pressure force calculation, hydraulic elements of a stream, Bernoulli's chart, hydraulic calculation of pipelines and channels, spillways, a hydraulic jump and calculation of time of depletion of a reservoir and others are given.

The tutorial is intended for students-bachelors of the directions 5140700 – Hydrometeorology and 5141100 – the Hydrology (on branches). It also can be used by students of the direction "Hydrology of Reservoirs" and other adjacent directions.

Reviewers:

Axmedova T.A. - Candidate of technical sciences, Deputy Director of SRHMI

Adenbayev B.E. - Candidate of geographical sciences, associate Professor department of Hydrology of the land of NUUz named by Mirzo Ulugbek.

M U N D A R I J A

SO‘Z BOSHI	4
KIRISH	6
1 - amaliy mashg‘ulot. Suyuqliklarning asosiy fizik xususiyatlari va ularni aniqlashga oid masalalar	8
2 - amaliy mashg‘ulot. Hidrostatik bosim. Bosim kuchi va uni hisoblash	19
3 - amaliy mashg‘ulot. Oqimning gidravlik elementlarini aniqlashga doir masalalar.	28
4 - amaliy mashg‘ulot. Uzun quvurlar uchun gidravlik hisoblashlar	32
5 - amaliy mashg‘ulot. Qisqa quvurlar uchun gidravlik hisoblashlar	40
6 - amaliy mashg‘ulot. Bernulli diagrammasini tuzish	47
7 - amaliy mashg‘ulot. Kanallar uchun gidravlik hisoblashlar	59
8 - amaliy mashg‘ulot. Ko‘ndalang qirqimning solishtirma energiyasini hisoblash	70
9 - amaliy mashg‘ulot. Gidravlik sakrash, sakrash funksiyasi grafigini chizish.....	77
10 - amaliy mashg‘ulot. Tekismas harakat tenglamasini integrallash. Dimlanish egri chizig‘i grafigini chizish.....	85
11 - amaliy mashg‘ulot. Suyuqliklarning kichik tuynuklar va nasadkalardan oqishi	91
12 - amaliy mashg‘ulot. Suv omborlarining suvdan bo‘shash vaqtini hisoblash	103
13 - amaliy mashg‘ulot. Tashlamalarni gidravlik hisoblashlar.....	107
GLOSSARIY	117
FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YHATI.....	120
ILOVALAR	121

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	4
ВВЕДЕНИЕ	6
Практическая работа № 1. Задачи по расчету основных физических свойств жидкостей	8
Практическая работа № 2. Гидростатическое давление. Расчет силы давления.....	19
Практическая работа № 3. Задачи по расчету гидравлических элементов потока.....	28
Практическая работа № 4. Гидравлический расчет длинных трубопроводов.....	32
Практическая работа № 5. Гидравлический расчет коротких трубопроводов.....	40
Практическая работа № 6. Составление диаграммы Бернулли	47
Практическая работа № 7. Гидравлический расчет каналов	59
Практическая работа № 8. Расчет удельной энергии сечения потока	70
Практическая работа № 9. Гидравлический прыжок, построение графика прыжковой функции.....	77
Практическая работа № 10. Интегрирование дифференциального уравнения неравномерного движения. Построение графика кривого подпора	85
Практическая работа № 11. Истечение жидкости через отверстия и насадок.....	91
Практическая работа № 12. Расчет времени опорожнения водохранилищ	103
Практическая работа № 13. Гидравлический расчет водосливов	107
ГЛОССАРИЙ.....	117
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	120
ПРИЛОЖЕНИЙ.....	121

CONTENTS

ENTRANCE.....	
INTRODUCTION	
Practical work № 1. Tasks for calculating the basic physical properties of liquids.....	
Practical work № 2. Hydrostatic pressure. Pressure Strength Calculation	
Practical work № 3. Tasks for calculating hydraulic flow elements.....	
Practical work № 4. Hydraulic calculation of long pipelines.....	
Practical work № 5. Hydraulic calculation of short pipelines.....	
Practical work № 6. Charting Bernoulli.....	
Practical work № 7. Hydraulic channel calculation.....	
Practical work № 8. Calculation of the specific energy of the flow section.....	
Practical work № 9. Hydraulic jump, plotting the hopping function.....	
Practical work № 10. Integration of the differential equation of uneven motion. Plotting curve backwater.....	
Practical work № 11. Fluid through holes and nozzles.....	
Practical work № 12. Calculation of time for emptying reservoirs.....	
Practical work № 13. Hydraulic calculation of weirs.....	
GLOSSARY	
LIST OF REFERENCES	
APPLICATIONS	

SO‘Z BOSHI

Ma'lumki, "Gidravlika" fani barcha texnika yo'nalishlari bilan bir qatorda 5140700-Gidrometeorologiya va 5141100-Gidrologiya (tarmoqlar bo'yicha) bakalavriatura ta'lim yo'nalishlarida ham o'qitiladigan asosiy umumkasbiy fanlardan biri hisoblanadi. Mamlakatimiz mustaqillikka erishgach, ushbu fan bo'yicha davlat tili – o'zbek tilida bir necha darsliklar, o'quv qo'llanmalar yaratildi. Ular orasida Latipov K.Sh. (Gidravlika, gidromashinalar va gidroyuritmalar, Toshkent, 1992), Umarov A.Yu. (Gidravlika, Toshkent, 2002), Hamidov A.A. va boshq. (Gidromexanika, Toshkent, 2008), Hikmatov F.H., Raxmonov K.R., Turgunov D.M. (Gidravlikadan amaliy mashg'ulotlar, Toshkent, 2014) kabi olimlar tomonidan tayyorlangan o'quv adabiyotlari alohida o'rin egallaydi. Mazkur darsliklar va o'quv qo'llanmalarda gidravlika fanining nazariy masalalari yoritilgan.

O'quv qo'llanmaning asosiy maqsadi gidrometeorologiya va gidrologiya ta'lim yo'nalishlarida o'qitiladigan «Gidravlika» fanidan amaliy mashg'ulotlarni bajarish qaratilgan. Unda shu fanning alohida bo'limlariga tegishli bo'lgan 10 dan ortiq amaliy mashg'ulotlar namuna variantlarda berilgan. Barcha amaliy mashg'ulotlar namuna variantlarda bajarilgan bo'lib, talabalarga alohida variantlar ham taklif etilgan.

O'quv qo'llanmaga kiritilgan har bir amaliy mashg'ulot, dastlab ishning maqsadini va mavzuga oid nazariy bilimlarni qisqacha yoritishdan boshlanadi. So'ng amaliy ishni bajarish uchun zarur bo'lgan ma'lumotlar va quyilgan maqsadni amalga oshirish uchun talab qilingan vazifalar aniq belgilanib, ishni bajarish tartibi esa qo'yilgan vazifalar ketma-ketligiga asoslanadi. Barcha amaliy mashg'ulotlar ishni bajarish jarayonida olingan natijalarning tahlili bilan yakunlanadi.

O'quv qo'llanmada dastlab suyuqliklarning asosiy fizik xususiyatlari va ularni hisoblashga oid masalalar berilgan bo'lsa, keyingi amaliy mashg'ulotlar gidrostatik bosim, bosim kuchini hisoblash, oqimning gidravlik elementlarini aniqlash, Bernulli diagrammasini tuzish, quvurlar va kanallarni gidravlik hisoblashlar kabi

masalalarni hal etishga bag'ishlangan. Shu bilan birga o'quv qo'llanmada suv oqimi ko'ndalang qirqimining solishtirma energiyasini aniqlash, gidravlik sakrash va sakrash funksiyasi grafigini chizish, notekis harakat tenglamasini integrallash asosida dimlanish egri chizig'i grafigini chizish, suyuqliklarning kichik tuynuklar, nasadkalardan oqishi, suv omborlarining suvdan bo'shash vaqtini va tashlamalarni gidravlik hisoblashlarga oid amaliy mashg'ulotlarni bajarish ko'zda tutildi.

O'quv qo'llanmada keltirilgan barcha amaliy mashg'ulotlar mavzulari nazariy jihatdan to'liq asoslangan bo'lib, ular amaliyot bilan bevosita bog'liqdir. Shu holatni e'tiborga olsak, o'quv qo'llanmadan "Gidrologiya" va "Gidrometeorologiya" yo'nalishlarida ta'lim olayotgan talabalar bilan bir qatorda muhandis-gidrologlar, muhandis-gidrotexniklar va suv xo'jaligi muhandislari ham foydalanishlari mumkin.

Mualliflar o'quv qo'llanmani nashrga tayyorlash jarayonida o'zlarining qimmatli maslahatlarini bergan rasmiy taqrizchilar –O'zgidromet bosh direktori birinchi o'rinbosari, texnika fanlari nomzodi B.E.Nishonovga hamda geografiya fanlari nomzodi, Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zMU Quruqlik gidrologiyasi kafedrasi dotsenti B.E.Adenbaevlarga minnatdorchilik izhor etadilar. Shuningdek, o'quv qo'llanmani chop etishga tayyorlashda va undagi chizmalar, grafiklar, maxsus nomogrammlar va jadvallarni rasmiylashtirishda ko'rsatgan yordamlari uchun O'zMU Quruqlik gidrologiyasi kafedrasi dotsentlari G'.X.Yunusov va F.Ya.Artikovalarga tashakkur bildiramiz.

O'quv qo'llanmaning mazmunini boyitish maqsadida bildirilgan barcha fikr-mulohazalarni mamnuniyat bilan qabul qilamiz.

KIRISH

Gidravlika – suyuqliklarning tinch holati va harakati qonunlarini o‘rganib, ularni amaliyotda qo‘llash usullari bilan shug‘ullanadigan fandır. “Gidravlika” ikkita grek so‘zlaridan, ya’ni “gidro” - suv, “aulis” - quvur atamalarining qo‘shilishidan hosil bo‘lgan. Chunki, dastlabki paytlarda, hayot talabi bilan, quvurda oqayotgan suvning harakati qonunlari o‘rganilgan.

Biz o‘rganadigan gidravlika fani umumiy va maxsus qismlardan iboratdir. Uning umumiy qismida gidrostatika va gidrodinamika qonunlari o‘rganilsa, maxsus qismida esa ochiq o‘zanlar – daryolar, kanallar va suv omborlaridagi suvning harakati qonunlari o‘rganiladi. Bo‘lajak gidrometeorologiya va gidrologiya bakalavrlarining amaliy faoliyatlari davrida duch kelishi mumkin bo‘lgan masalalar hisobga olib, qo‘llanmada maxsus qismga ko‘proq e’tibor berildi.

Boshqa fanlar qatori “Gidravlika” ning ham o‘ziga xos shakllanish va rivojlanish bosqichlari mavjud. Ma’lumki, yangi eradan 3000-5000 yil ilgari ham sug‘orish kanallari va suv o‘tkazgich quvurlar mavjud bo‘lgan. Oddiy gidravlik mashinalar esa yangi eradan 2000 yil ilgari paydo bo‘lgan. Insoniyat tarixiga nazar tashlaydigan bo‘lsak, juda qadimdayoq suv omborlari, to‘g‘onlar va boshqa turdagi suv inshootlari qurilgan.

Gidravlikaning fan sifatida shakllanish davri yangi eradan 250 yil oldinga borib taqaladi. Shu vaqtlarda yunon olimi Arximedning “Suzuvchi jismlar haqida traktat”i e’lon qilinadi. Keyinchalik rimlik quruvchi-muhandis Frontin (40-103 yillar) Rim shahri aholisini suv bilan ta’minlash maqsadida qurilgan 9 ta suv quvurlari, ularning umumiy uzunligi 436 km ekanligi haqida yozib qoldirgan. Bundan ko‘rinib turibdiki, qadimgi rimliklar gidravlika qonunlaridan xabardor bo‘lganlar va ularni amaliyotda qo‘llaganlar.

O‘rta asrlarda gidravlikaning rivojlanishi italiyalik olimlar Leonardo da Vinchi (1452-1519) va Galileo Galiley (1564-1642), niderlandiyalik olim Simon Stevin (1580- 1620) kabilarning nomlari bilan bog‘liqdir.

Fanning XVII-XVIII asrlardagi rivojlanishiga esa Galileyning o‘quvchisi

Torrichelli (1608-1647), fransuz olimlari Paskal (1623-1662), A.SHezi (1718-1798), ingliz olimi Nyuton (1643-1727), shved olimi D.Bernulli (1700-1782), shveysariyalik olim Eyler (1707-1783), rus olimi M.V.Lomanosov (1711-1765) va boshqalar katta hissa qo'shganlar.

Gidravlikaning XIX-XX asrlardagi taraqqiyoti esa italiyalik olim D.Venturi (1746-1822), fransuz olimlari A.Darsi (1803-1858), A.Bazen (1829-1917), irlandiyalik olim R.Manning (1816-1897), nemis olimi Yu.Vaysbax (1806-1871), avstriyalik olim F.Forxgeymer (1852-1933), rus olimlari N.E.Jukovskiy (1847-1921), N.N.Pavlovskiy (1886-1937), B.A.Baxmetov (1880-1951) kabilarning nomlari bilan bog'liqdir.

Hozirgi zamon gidravlikasining shakllanishiga akademik N.N.Pavlovskiy va uning o'quvchilari katta hissa qo'shdilar. Bu borada M.D.CHertousov, A.N.Raxmanov, I.I.Agroskin, E.A.Zamarin, R.R.Chugaev, K.V.Grishanin, X.A.Raxmatulin va boshqalar amalga oshirgan tadqiqotlar muhim ahamiyatga ega bo'ldi. Ular o'z tadqiqotlarini maxsus ilmiy tadqiqot institutlari qoshidagi gidravlika laboratoriyalarida amalga oshirdilar.

O'tgan XX asrning o'rtalari va ikkinchi yarimida ochiq o'zanlar gidravlikasining rivojlanishiga M.A.Velikanov, V.N.Goncharov, V.M.Makkaveev, A.V.Karaushev, I.V.Popov, N.B.Barishnikov kabi olimlar katta hissa qo'shdilar.

O'zbekistonda nazariy va amaliy gidravlikaning rivojlanishiga A.M.Muxamedov, D.F.Fayzullaev, Q.Sh.Latipov, A.A.Hamidov, E.J.Mahmudov, A.I.Umarov, O.M.Oripjonov va boshqa olimlar katta hissa qo'shdilar va qo'shmoqdalar.

1 - amaliy mashg'ulot

Suyuqliklarning asosiy fizik xususiyatlari va ularni aniqlashga oid masalalar

Ishning maqsadi. Ushbu amaliy mashg'ulotni bajarishdan ko'zda tutilgan asosiy maqsad talabalarda suyuqliklarning asosiy fizik xususiyatlarini aniqlashga doir masalalar echish bo'yicha tajriba, ko'nikma va malakalar hosil qilishdan iborat.

Tayanch atamalar va iboralar: suyuqliklar, suyuqliklarning fizik xususiyatlari, solishtirma og'irlik, zichlik, siqiluvchanlik, yopishqoqlik, hajmiy kichrayish, hajmiy kengayish, dinamik yopishqoqlik, kinematik yopishqoqlik, Engler gradusi, fizik birliklar tizimi (*sgs*), texnik birliklar tizimi (*MKGS*), xalqaro birliklar tizimi (*si*), hosilaviy birliklar tizimi.

Ishning nazariy asoslari. Suyuqliklarning asosiy xossasi - oquvchanlikdir. Suyuqliklar oquvchanligi tufayli o'zi solingan idish shaklini egallaydi. Gidravlikada suyuqliklarning fizik xususiyatlarini o'rganishda quyidagi tushunchalardan keng foydalaniladi: solishtirma og'irlik, zichlik, siqiluvchanlik, yopishqoqlik va boshqalar.

Suyuqliklarning hajm birligidagi og'irligi solishtirma og'irlik deb ataladi. Boshqacha qilib aytganda, solishtirma og'irlik suyuqlik og'irligining uning hajmiga bo'lgan nisbatiga teng. Solishtirma og'irlikni " γ " harfi bilan belgilaymiz:

$$\gamma = \frac{G}{V}, \quad (1.1)$$

bu yerda: G – suyuqlikning og'irligi, V – suyuqlikning hajmi. Ushbu (1.1) ifodaga asosan solishtirma og'irlikning o'lcham birligi quyidagicha bo'ladi:

$$[\gamma] = \left[\frac{\text{og'irlik}}{\text{hajm}} \right] = \frac{G}{sm^3}, \frac{KG}{m^3}, \frac{Tonna}{m^3}.$$

Ma'lumki, $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ haroratdagi toza suvning solishtirma og'irligi:

$$\gamma_{\text{suv}} = \frac{1KG}{Dm^3} = 1 \cdot \frac{Tonna}{m^3}.$$

Ba'zi suyuqliklarning solishtirma og'irliklari quyidagi jadvalda keltirilgan.

Ayrim suyuqliklarning solishtirma og'irligi

Suyuqlik	Solishtirma og'irligi, $\gamma, \frac{Tonna}{m^3}$	Harorat, $t, ^\circ C$
Simob	13,6	0
Glitserin	1,26	0
Suv	1,0	4
Kerosin	0,8-0,82	15-20
Neft	0,76-0,90	15-20

Suyuqlikning zichligi deb, uning hajm birligidagi massasiga aytiladi. Demak, suyuqlikning zichligi uning massaning hajmiga bo'lgan nisbatini ifodalaydi. Zichlikni « ρ » harfi bilan belgilaymiz va quyidagicha aniqlaymiz:

$$\rho = \frac{M}{V}, \quad (1.2)$$

bu yerda: M – suyuqlik massasi, V – suyuqlik hajmi.

Fizikadan ma'lumki, jismning og'irligi (G), massasi (M) va erkin tushish tezlanishi (g) orasida quyidagicha munosabat mavjud:

$$G = M \cdot g. \quad (1.3)$$

Bu ifodadan M ni quyidagicha aniqlashimiz mumkin:

$$M = \frac{G}{g}. \quad (1.4)$$

Shu qiymatlarni (1.2) ifodaga qo'ysak:

$$\rho = \frac{G}{V \cdot g} = \frac{\gamma \cdot V}{g \cdot V} = \frac{\gamma}{g} \quad (1.5)$$

tenglikka ega bo'lamiz.

Shu ifodadan zichlikning texnik birliklar tizimidagi o'lcham birligini aniqlaymiz:

Ayrim suyuqliklarning zichligi

Suyuqlik	Zichlik, $\rho \left[\frac{KG \cdot sek^2}{m^4} \right]$
Suv	102
Neft	90
Benzin	71,5

$$[\rho] = \frac{[\gamma]}{[g]} = \frac{\left[\frac{KG}{m^3} \right]}{\left[\frac{m}{sek^2} \right]} = \left[\frac{KG \cdot sek^2}{m^4} \right].$$

Siqiluvchanlik deganda, suyuqlik hajmining tashqi kuchlar ta'sirida o'zgarishi, aniqrog'i, kichirayishi tushuniladi. Ma'lumki, suyuqliklar juda kichik siqiluvchanlikka ega. Siqiluvchanlik hajmiy kichirayish koefitsiyenti bilan ifodalanadi.

Hajmiy kichirayish koefitsiyenti deb, bosim 1 atmosferaga ortganda suyuqlik hajmining nisbiy kichirayishiga aytiladi.

Hajmiy kichirayish koefitsiyentini β_v bilan ifodalaymiz:

$$\beta_v = \frac{V_1 - V_2}{V_1 P} = \frac{\Delta V}{V_1 P}, \quad (1.6)$$

bu yerda: V_1 - dastlabki hajm, V_2 - kuch ta'sirida kichraygan hajm, P - birlik yuzaga ta'sir etadigan bosim kuchi.

Hajmiy kichirayish koefitsiyentining o'lcham birligi quyidagicha ifodalanadi:

$$\beta_v = \left[\frac{\Delta V}{V_1 \cdot P} \right] = \frac{sm^3 - sm^3}{sm^3 \cdot KG / sm^2} = \frac{sm^3}{sm^3 \cdot KG / sm^2} = \frac{1}{KG / sm^2} = \left[\frac{sm^2}{KG} \right].$$

Yuqorida aytilganidek, suyuqliklarda hajmiy kichirayish juda kichik qiymatga ega. Masalan, 0-20 °C oraliqdagi haroratda toza suvga 25 atmosferagacha bosim berilganda, hajmiy kichirayish koefitsiyenti

$$\beta_v = \frac{1}{21000} \left[\frac{sm^2}{KG} \right] \text{ ga teng bo'ladi.}$$

Hajmiy kichirayish koefitsiyentiga teskari kattalik elastiklik moduli deb ataladi:

$$K = \frac{1}{\beta_v} \left[\frac{KG}{sm^2} \right]. \quad (1.7.)$$

Toza suv uchun elastiklik modulining qiymati quyidagiga teng:

$$K = 21000 \left[\frac{KG}{sm^2} \right] = 21000 \left[\frac{KG}{10^{-4} m^2} \right] = 2,1 \cdot 10^8 \left[\frac{KG}{m^2} \right].$$

Turli tarkibli suvlar uchun elastiklik modulining qiymati 13500-21000 kg/sm² oraliqda o'zgaradi.

Suyuqlik hajmining o'zgarishiga harorat ham ta'sir ko'rsatadi. Uni xarakterlash uchun "**haroratga bog'liq bo'lgan kengayish koeffitsiyenti**" kiritiladi. Ushbu koeffitsiyent " β_t " bilan ifodalanib, quyidagi tenglik bilan aniqlanadi:

$$\beta_T = \frac{V_1 - V_2}{V_1 \cdot t} = \frac{\Delta V}{V_1 \cdot t}, \frac{1}{grad}, \quad (1,8)$$

bu yerda: V_1 – dastlabki hajm, V_2 – harorat t ga o'zgargandagi hajm.

1.3 - jadval

Suvning solishtirma og'irligi (γ) va zichligi (ρ) ning harorat (t) ga bog'liq holda o'zgarishi ($P = const$)

$t, ^\circ C$	0	4	10	20	40	60	80	100
$\gamma, KG/m^3$	999,9	1000,0	999,8	998,2	992,2	983,2	971,8	958,4
$\rho, KG \cdot sek^2 / m^4$	101,9	102,0	101,9	101,7	101,1	100,2	99,1	97,8

Ayrim suyuqliklar, masalan, neft uchun istalgan haroratdagi γ_t ni aniqlash uchun D.I.Mendeleev quyidagi ifodani taklif etgan:

$$\gamma_t = \frac{\gamma_{15}}{1 + 0,0007(t - 15)}, \quad (1.9)$$

bu yerda: γ_{15} – 15 $^\circ C$ haroratdagi neftning solishtirma og'irligi ($0,76 \cdot \frac{Tonna}{M^3}$), t – hisob harorati.

Yopishqoqlik – suyuqlik qatlamlari orasida, harakatlanishga qarshilik natijasida vujudga keladi.

1) μ – **dinamik yopishqoqlik koeffitsiyenti** yoki **absolyut yopishqoqlik koeffitsiyenti** deyiladi, birligi $\frac{g}{sm \cdot sek} = puaz$;

2) ν - kinematik yopishqoqlik koeffitsiyenti yoki nisbiy yopishqoqlik koeffitsiyenti, birligi $sm/sek = stoks$.

Yuqoridagi har ikki koeffitsiyent o'zaro quyidagicha bog'langan:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}. \quad (1.10)$$

Absolyut yopishqoqlik koeffitsiyenti suyuqlikning haroratiga bogʻliq boʻladi. Buni 1.4 - jadval maʼlumotlarida ham koʻrishimiz mumkin.

1.4 - jadval

Turli haroratdagi ayrim suyuqliklarning absolyut yopishqoqlik koeffitsiyentlari

Suyuqlik	Harorat, $t, ^\circ\text{C}$	Absolyut yopishqoqlik koeffitsiyenti, μ ($\text{g} / \text{sm} \cdot \text{sek}$)
Neft	18	1,4
Gletsirin	20	8,7-15,0
Benzin	18	0,0065
Suv	0	0,0179
Suv	10	0,0131
Suv	20	0,0101
Suv	40	0,0066
Suv	100	0,0028

Bosim oʻzgarmaganda μ ni t ga bogʻliq holda quyidagi ifoda bilan aniqlash mumkin:

$$\mu = \frac{0,0178 \cdot \rho}{1 + 0,0437t + 0,0022t^2}, \frac{\text{g}}{\text{sm} \cdot \text{sek}}. \quad (1.11)$$

Yuqoridagi ifodada $P = 1 \frac{\text{KG}}{\text{sm}^2} = 1 \text{AT}$.

Yopishqoqlikka bosim (R) ham taʼsir etadi. Bosimning ortishi yopishqoqlikning ortishiga olib keladi. Masalan, $\Delta P = 2 \text{KG} / \text{sm}^2$ boʻlganda, $\Delta \mu = \frac{1}{300} - \frac{1}{500}$ puazga teng boʻlgan oraliqda oʻzgaradi.

Laboratoriyada sharoitida absolyut yopishqoqlik μ ni Stoks usuli bilan aniqlash mumkin. Suyuqlikka tushirilgan shar tekis harakat bilan choʻkayotganda, sharga koʻrsatilayotgan qarshilik va suyuqlikdagi shar ogʻirligi oʻzaro teng boʻladi. Sharining suyuqlikdagi ogʻirligi (G) quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$G = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3 \cdot \gamma_{sh} - \frac{4}{3} \pi \cdot r^3 \cdot \gamma_s = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3 \cdot (\gamma_{sh} - \gamma_s), \quad (1.12)$$

bu yerda: r – sharning radiusi, γ_{sh} – shar materialining solishtirma ogʻirligi, γ_s – suyuqlikning solishtirma ogʻirligi.

Sharga koʻrsatiladigan qarshilik kuchi (U) esa quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$U = 6 \cdot \pi \cdot \mu \cdot r \cdot \vartheta, \quad (1.13)$$

bu yerda ϑ - sharning choʻkish tezligi. Har ikki kuchlarning tengligi, yaʼni $G = U$ ekanligidan μ ni quyidagicha aniqlash mumkin:

$$\frac{4}{3} \pi \cdot r^3 (\gamma_{sh} - \gamma_s) = 6 \pi \cdot \mu \cdot r \cdot \vartheta, \quad (1.14)$$

$$\mu = \frac{2}{9} r^2 \frac{\gamma_{sh} - \gamma_s}{\vartheta}.$$

Nisbiy yopishqoqlik koeffitsiyenti ν ning qiymatini absolyut yopishqoqlik koeffitsiyenti μ hamda suyuqlikning zichligiga ρ bogʻliq holda quyidagi ifoda bilan aniqlash mumkin:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} = \frac{0,0178}{1 + 0,0337t + 0,000221t^2}. \quad (1.15)$$

Yuqoridagi ifodadan koʻrinib turibdiki, nisbiy yopishqoqlik koeffitsiyenti ham suyuqlikning haroratiga bogʻliq (1.5 - jadval).

1.5 - jadval

Nisbiy yopishqoqlik koeffitsiyenti (ν) ning haroratga bogʻliqligi, suv uchun

Harorat, $t, ^\circ C$	$\nu, \frac{sm^2}{sek} (stoks)$	Harorat, $t, ^\circ C$	$\nu, \frac{sm^2}{sek} (stoks)$
0	0,0179	17	0,0109
2	0,0173	20	0,0101
3	0,0167	25	0,0090
4	0,0162	30	0,0081
5	0,0157	40	0,0066
6	0,0152	50	0,0056
7	0,0143	60	0,0048
10	0,0131	80	0,0037
12	0,0124	100	0,0029
15	0,0114		

Yuqoridagilardan tashqari “shartli yopishqoqlik” tushunchasi ham mavjud. Suyukliklarning shartli yopishqoqligini aniqlashda viskozimetrdan foydalaniladi. Engler gradusida ifodalangan shartli yopishqoqlik (E^0) quyidagicha aniqlanadi:

$$E^0 = \frac{T_{suyuqlik}}{T_{suv}}, \quad (1.16)$$

bu yerda: $T_{suyuqlik}$ - sinalayotgan suyuqlikning viskozimetrdan oqib oʻtishi uchun

ketgan vaqt, T_{suv} – suvning viskozimetrdan oqib o'tishi uchun ketgan vaqt.

Suyuqlikning Engler gradusida ifodalangan shartli yopishqoqligi asosida, nisbiy yopishqoqlik koeffitsiyenti ν ni quyidagi ifoda yordamida aniqlash mumkin:

$$\nu = 0,0731E^0 - \frac{0,0631}{E^0}, \frac{sm^2}{sek}. \quad (1.17)$$

Demak, suyuqliklarning absolyut va nisbiy yopishqoqlik koeffitsiyentlari hamda shartli yopishqoqligi o'zaro bog'liqdir.

Gidravlik kattaliklarni quyidagi o'lcham birliklari tizimlarida ifodalash mumkin (1.6-jadval):

- a) fizik yoki *sgs* birliklar tizimida;
- b) texnik yoki *MKGS* birliklar tizimida;
- v) xalqaro yoki *si* birliklar tizimida;
- g) hosilaviy birliklar tizimida.

1.6 - jadval

Gidravlik kattaliklarni turli o'lcham birliklari tizimlarida ifodalash

Gidravlik kattalik	Belgisi	<i>sgs</i>	<i>si</i>	<i>MKGS</i>	hbt
Uzunlik	L	sm	m	m	$mm, sm, dm,$
Vaqt	T	sek	sek	sek	$sek, min, soat$
Massa	M	g	kg	KG	g, kg, t
Og'irlik kuch	G	$g \cdot sm/sek^2$	$\frac{kg \cdot m}{sek^2}$	KG	$\frac{g}{sm^3}, kg, tonna$
Solishtirma og'irlik	γ	$\frac{g}{sm^2 \cdot sek^2}$	$\frac{kg}{sek^2 \cdot m^2}$	$\frac{KG}{m^3}$	$\frac{g}{sm^3}, \frac{kg}{m^3}, \frac{tonna}{m^3}$
Zichlik	ρ	$\frac{g}{sm^3}$	$\frac{kg}{m^3}$	$\frac{KG \cdot sek^2}{m^4}$	$\frac{tonna}{m^3}, \frac{kg}{sm^3}, \frac{g}{sm^3}$
Dinamik yopishqoqlik koeffitsiyenti	μ	$\frac{g}{sm \cdot sek}$	$\frac{kg}{m \cdot sek}$	$\frac{KG \cdot sek}{m^2}$	$\frac{g}{sm \cdot sek}$
Kinematik yopishqoqlik koeffitsiyenti	ν	$\frac{sm^2}{sek}$	$\frac{m^2}{sek}$	$\frac{m^2}{sek}$	$\frac{sm^2}{sek}, \frac{m^2}{sek}$

Gidravlik kattaliklarni qaysi birliklar tizimida ifodalash quyilgan masalaning mazmuni va mohiyatiga bog'liq.

1-masala. Benzinning solishtirma og'irligi $\gamma_{MKGS} = 820 \frac{KG}{m^3}$ ga teng bo'lsa,

uning qiymatlarini halqaro (si) va fizik (sgs) birliklar tizimlarida, zichligi (ρ) ni, esa texnik (MKGS), halqaro (si) va fizik (sgs) birliklar tizimlarida ifodalang.

Masalaning echimi:

1. Benzinning solishtirma og'irligini halqaro (si) birliklar tizimida ifodalash:

$$\gamma_{si} = \gamma_{MKGS} = 820 \frac{KG}{m^3} = 820 \cdot \frac{g \cdot \frac{kg \cdot m}{sek^2}}{m^3} = 820 \cdot \frac{9,81 \cdot \frac{kg \cdot m}{sek^2}}{m^3} = 8044,2 \frac{kg}{m^2 \cdot sek^2};$$

2. Benzinning solishtirma og'irligini fizik (sgs) birliklar tizimida aniqlash:

$$\gamma_{sgs} = \gamma_{si} = 8044,2 \frac{kg}{m^2 \cdot sek^2} = 8044,2 \frac{10^3 \cdot g}{10^4 \cdot sm^2 \cdot sek^2} = 804,42 \frac{g}{sm^2 \cdot sek^2};$$

3. Benzinning zichligini texnik (MKGS) birliklar tizimida aniqlash:

$$\rho_{MKGS} = \frac{\gamma_{MKGS}}{g} = \frac{820 \frac{KG}{m^3}}{9,81 \frac{m}{sek^2}} = 83,6 \frac{KG \cdot sek^2}{m^4};$$

4. Benzinning zichligi halqaro (si) birliklar tizimida qo'yidagicha aniqlanadi:

$$\rho_{si} = \rho_{MKGS} = 83,6 \frac{KG \cdot sek^2}{m^4} = 83,6 \frac{9,81 \frac{kg \cdot m}{sek^2} sek^2}{m^4} = 820 \frac{kg}{m^3};$$

5. Benzinning zichligini fizik (sgs) birliklar tizimida ifodalash:

$$\rho_{sgs} = \rho_{si} = 820 \frac{kg}{m^3} = 820 \frac{10^3 g}{10^6 sm^3} = 0,820 \frac{g}{sm^3}.$$

2-masala. Idishda solishtirma og'irligi $\gamma_1 = 842 \frac{KG}{m^3}$ ga teng bo'lgan $V_1 = 27620$ litr hajmdagi neft bor edi. Unga solishtirma og'irligi noma'lum bo'lgan $V_2 = 19260$ litr hajmdagi neft quyildi. Hosil bo'lgan aralashmaning solishtirma og'irligi $\gamma_a = 863 \frac{KG}{m^3}$ ga teng bo'lsa, noma'lum solishtirma og'irlikni aniqlang.

Masalaning echimi:

1. Aralashmaning hajmini aniqlash:

$$V_a = V_1 + V_2 = 27,62m^3 + 19,26m^3 = 46,88m^3;$$

2. Idishdagi suyuqlikning og'irligini aniqlash:

$$G_1 = \gamma_1 \cdot V_1 = 842 \frac{kg}{m^3} \cdot 27,62 m^3 = 23256 kg;$$

3. Aralashmaning og'irligini aniqlash:

$$G_a = \gamma_a \cdot V_a = 863 \frac{kg}{m^3} \cdot 46,88 m^3 = 40457 kg;$$

4. Idishga quyilgan neftning og'irligini aniqlash:

$$G_2 = G_a - G_1 = 40457 kg - 23256 kg = 17201 kg;$$

5. Noma'lum solishtirma og'irlikni aniqlash:

$$\gamma_2 = \frac{G_2}{V_2} = \frac{17201 \cdot kg}{19,26 \cdot m^3} = 893 \frac{kg}{m^3}.$$

3-masala. Suvning $t = 4^\circ C$ haroratdagi dinamik yopishqoqlik koeffitsiyenti texnik birliklar tizimida $\mu_{MKGS} = 1,618 \cdot 10^{-4} \frac{KG \cdot sek}{m^2}$ ga teng bo'lsa, ushbu kattalikni xalqaro (si) va fizik (sgs) birliklar tizimlarida ifodalang.

Masalaning echimi:

1. Suvning $t = 4^\circ C$ haroratdagi dinamik yopishqoqlik koeffitsiyenti (μ) ni xalqaro (si) birliklar tizimida ifodalash;

$$\mu_{si} = \mu_{MKGS} = 1,618 \cdot 10^{-4} \frac{KG \cdot sek}{m^2} = 1,618 \cdot 10^{-4} \frac{9,81 \frac{kg \cdot m}{sek^2} \cdot sek}{m^2} = 15,872 \cdot 10^{-4} \frac{kg}{m \cdot sek}$$

2. Suvning $t = 4^\circ C$ haroratdagi dinamik yopishqoqlik koeffitsiyenti (μ) ni fizik (sgs) birliklar tizimida aniqlash;

$$\mu_{sgs} = \mu_{si} = 15,872 \cdot 10^{-4} \frac{kg}{m \cdot sek} = 15,872 \cdot 10^{-4} \frac{10^3 \cdot g}{10^2 \cdot sm \cdot sek} = 158,72 \cdot 10^{-4} \frac{g}{sm \cdot sek}$$

4-masala. Neftning kinematik yopishqoqlik koeffitsiyenti $t = 15^\circ C$ haroratda $\nu_{sgs} = 0,60 \frac{sm^2}{sek}$ ga, solishtirma og'irligi esa, $\gamma_{MKGS} = 920 \frac{KG}{m^3}$ ga teng bo'lsa, dinamik yopishqoqlik koeffitsiyenti (μ) ni texnik (MKGS) va xalqaro (si) birliklar tizimlarida aniqlang.

Masalaning echimi:

1. Neftning dinamik yopishqoqlik koeffitsiyenti (μ) ni texnik (MKGS) birliklar tizimida aniqlash:

$$\mu_{MKGS} = \rho_{MKGS} \cdot v_{MKGS} = 93,78 \frac{KG \cdot sek^2}{m^4} \cdot 0,60 \cdot 10^{-4} \frac{m^2}{sek} = 56,26 \cdot 10^{-4} \frac{KG \cdot sek}{m^2};$$

1.1. Yuqoridagi ifodada ρ_{MKGS} neftning texnik birliklar tizimidagi zichligi bo'lib, uning qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$\rho_{MKGS} = \frac{\gamma_{MKGS}}{g} = \frac{920 \frac{KG}{m^3}}{9,81 \frac{m}{sek^2}} = 93,78 \frac{KG \cdot sek^2}{m^4};$$

1.2. Neftning texnik birliklar tizimidagi kinematik yopishqoqlik koeffitsiyenti v_{MKGS} quyidagiga teng:

$$v_{MKGS} = v_{sgs} = 0,60 \frac{sm^2}{sek} = 0,60 \cdot 10^{-4} \frac{m^2}{sek}.$$

2. Neftning dinamik yopishqoqlik koeffitsiyentini xalqaro (si) birliklar tizimida ifodalash;

$$\mu_{si} = \mu_{MKGS} = 56,26 \cdot 10^{-4} \frac{KG \cdot sek}{m^2} = 56,26 \cdot 10^{-4} \frac{9,81 \frac{kg \cdot m}{sek^2} sek}{m^2} = 551,91 \cdot 10^{-4} \frac{kg}{m \cdot sek}.$$

5-masala. Diametri 500 mm va uzunligi 1260 metr bo'lgan quvur suvga to'ldirilgan va tinch holatda. Quvur ichidagi suvning harorati $5^\circ C$ va bosimi $P = 4AT$. Suvning hajmiy kengayish koeffitsiyenti $\beta_t = 0,000014$ va hajmiy kichrayish koeffitsiyenti $\beta_v = 1/2100 = sm^2/kg$ bo'lsa, $5^\circ C$ haroratdagi suvning hajmi va harorat $15^\circ C$ ga ko'tarilgandagi hajm hamda bosim o'zgarishlarini hisoblang.

Masalaning echimi:

1) quvurdagi $5^\circ C$ haroratdagi suvning hajmini aniqlash;

$$V = S_{doi} \cdot l = \pi \cdot r^2 \cdot l = 3,14 \left(\frac{d}{2} \right)^2 \cdot l = 3,14 \frac{0,25 m^2}{4} \cdot 1260 m = 247 m^3$$

2) harorat $15^\circ C$ ga ko'tarilgandagi hajm o'zgarishini hisoblash;

$$\Delta V = V \cdot \Delta t \cdot \beta_t = 247 m^3 \cdot 10^\circ C \cdot 0,000014 \frac{1}{^\circ C} = 0,035 m^3;$$

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 15^\circ C - 5^\circ C = 10^\circ C.$$

3) harorat ko'tarilishi natijasida bosim o'zgarishini aniqlash;

$$\Delta P = \frac{\Delta V}{V \cdot \beta_v} = \frac{0,035 \text{ m}^3}{247 \text{ m}^3 \cdot \frac{1}{2100} \cdot \frac{\text{sm}^2}{\text{KG}}} = \frac{0,035}{0,118 \frac{\text{sm}^2}{\text{KG}}} = 0,297 \frac{\text{KG}}{\text{sm}^2}.$$

6-masala. Suyuqlikning Engler gradusida ifodalangan shartli yopishqoqligi $E^0 = 8$ ga teng. Suyuqlikning *zichligi* texnik (MKGS) birliklar tizimida $\gamma_{MKGS} = 1140 \frac{\text{KG}}{\text{m}^3}$ ga teng bo'lsa, suyuqlikning dinamik yopishqoqlik koeffitsiyentini *xalqaro* (si) birliklar tizimida ifodalang.

Masalaning echimi:

1. Suyuqlikning zichligini texnik birliklar tizimida aniqlash:

$$\rho_{MKGS} = \frac{\gamma_{MKGS}}{g} = \frac{1140 \frac{\text{KG}}{\text{m}^3}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{sek}^2}} = 116,2 \frac{\text{KG} \cdot \text{sek}^2}{\text{m}^4};$$

2. Suyuqlikning kinematik yopishqoqlik koeffitsiyentini fizik (sgs) birliklar tizimida hisoblash:

$$\nu_{c22} = 0,0781 \cdot E^0 - \frac{0,0631}{E^0} = 0,0781 \cdot 8 \frac{\text{sm}^2}{\text{sek}} - \frac{0,0631}{8 \frac{\text{sm}^2}{\text{sek}}} = 0,61 \frac{\text{sm}^2}{\text{sek}}$$

3. Suyuqlikning kinematik yopishqoqlik koeffitsiyentini texnik (MKGS) birliklar tizimida aniqlash:

$$\nu_{MKGS} = \nu_{sgs} = 0,61 \frac{\text{sm}^2}{\text{sek}} = 0,61 \frac{10^{-4} \cdot \text{m}^2}{\text{sek}} = 0,61 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}^2}{\text{sek}}$$

4. Suyuqlikning dinamik yopishqoqlik koeffitsiyenti (μ) ni texnik (MKGS) birliklar tizimida aniqlash:

$$\mu_{MKGS} = \rho_{MKGS} \cdot \nu_{MKGS} = 116,2 \frac{\text{KG} \cdot \text{sek}^2}{\text{m}^4} \cdot 0,61 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}^2}{\text{sek}} = 70,9 \cdot 10^{-4} \frac{\text{KG} \cdot \text{sek}}{\text{m}^2};$$

5. Suyuqlikning dinamik yopishqoqlik koeffitsiyentini xalqaro (si) birliklar tizimida aniqlash;

$$\mu_{si} = \mu_{MKGS} = 70,9 \cdot 10^{-4} \frac{\text{KG} \cdot \text{sek}}{\text{m}^2} = 70,9 \cdot 10^{-4} \frac{9,81 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{sek}^2} \text{sek}}{\text{m}^2} = 695,5 \cdot 10^{-4} \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{sek}}.$$

Yuqorida keltirilgan masalalarni echish uchun har bir talabaga I ilovaga muvofiq alohida-alohida variant taklif etiladi.

Hisoblashlar natijalarining tahlili. Hisoblashlar natijalarining tahliliy bayonnomasini tuzishda asosiy e'tibor ishning maqsadi, vazifalari, hisoblash ifodalarining tabiiy mohiyatiga, unda ishtirok etadigan har bir gidravlik kattalikni aniqlash tartibiga, olingan natijalarning aniqligiga e'tibor qaratilishi lozim.

Sinov savollari va topshiriqlar:

1. Suyuqliklarning asosiy fizik xususiyatlarini eslang.
2. Suyuqliklarning fizik xususiyatlarini o'rganishda foydalaniladigan asosiy tushunchalarni aytib bering.
3. Solishtirma og'irlikning ta'rifi va ifodasini eslang.
4. Zichlik nima va u solishtirma og'irlik bilan qanday bog'langan?
5. Suyuqliklarda hajm o'zgarishi qanday qiymatlarda kuzatiladi?
6. Hajmiy kichrayish koeffitsiyenti nima?
7. Hajmiy kengayish koeffitsiyentining ifodasini bilasizmi?
8. Suyuqliklarda yopishqoqlik qanday namoyon bo'ladi?
9. Absolyut yopishqoqlik koeffitsiyenti nima?
10. Nisbiy yopishqoqlik koeffitsiyenti qanday aniqlanadi?
11. Gidravlik kattaliklarni qanday o'lcham birliklari tizimlarida ifodalash mumkin?
12. Fizik birliklar tizimining asosiy o'lcham birliklarini eslang.
13. Texnik birliklar tizimida og'irlik va massa qanday ifodalanadi?
14. Xalqaro birliklar tizimida solishtirma og'irlik va zichlik qanday ifodalanadi?
15. Hosilaviy birliklar tizimidan qanday holatlarda foydalanish tavsiya etiladi?

2 - amaliy mashg'ulot

**Gidrostatik bosim.
Bosim kuchi va uni hisoblash**

Ishning maqsadi. Ushbu amaliy mashg'ulotni bajarishdan ko'zda tutilgan asosiy maqsad talabalarni gidrostatik bosim, bosim kuchi va ularni hisoblash ifodalarini amaliyotda qo'llash usullari bilan tanishtirishdan iborat.

Tayanch atamalar va iboralar: gidrostatika, suyuqlik ichidagi bosim kuchlari, gidrostatik bosim, bosim kuchi, analitik usul, grafo-analitik usul, og'irlik kuchi, og'irlik markazi, bosim markazi, eksentritet, metomarkaz, Arximed kuchi.

Ishning nazariy asoslari. Gidravlikaning gidrostatika qismida tinch holatdagi suyuqliklar, ularning muvozanat sharti qonunlari o'rganiladi. Shu bilan birga, suyuqliklarning birlik maydonga (maydon egri yoki tekis yuzali bo'lishi

mumkin) ko'rsatadigan bosimi aniqlanadi, jismlarning suzishi haqidagi asosiy tushunchalar bayon qilinadi.

Tinch holatdagi suyuqliklarga quyidagi kuchlar ta'sir etadi:

1. Tashqi kuchlar (atmosfera bosimi, porshen ta'siri va boshqalar);
2. Og'irlik kuchi, ya'ni suyuqlikning og'irligi;
3. Suyuqlik ichidagi bosim kuchlari.

1. Suvning to'siqqa ko'rsatayotgan yig'indi bosim kuchini va bosim markazini aniqlash.

Analitik usul. Tekis yuzali to'siqqa suvning ko'rsatayotgan yig'indi bosim kuchi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi.

$$P = (P_0 + \rho \cdot g \cdot h_c) \omega = (P_0 + \gamma \cdot h_c) \omega = (P_0 + P_c) \omega, \quad (2.1)$$

bu yerda ρ - suvning zichligi, g - erkin tushish tezlanishi, P_0 - suv yuzasiga ta'sir etayotgan bosim, h_c - to'siqning og'irlik markazi joylashgan chuqurlik, ω - to'siqning yuzasi, γ - suvning solishtirma og'irligi.

Biz ko'rayotgan holatda suv yuzasidagi bosim atmosfera bosimiga teng bo'lib, quyi va yuqori beflarda bir xildir. SHuning uchun suvning to'siqqa ko'rsatayotgan yig'indi bosim kuchini aniqlashda uning qiymatini hisobga olmasa ham bo'ladi:

$$P = \rho \cdot g \cdot h_c \cdot \omega = P_c \cdot \omega. \quad (2.2)$$

Ma'lumki, to'g'ri to'rtburchak shaklidagi tekis yuzali to'siqning og'irlik markazi joylashgan chuqurlik (h_c) umumiy chuqurlik (h_1 yoki h_2) ning yarmiga teng bo'ladi. To'siqning yuzasi $\omega = b \cdot h$ ifoda bilan aniqlanadi; b - to'siqning kengligi; h - to'siqning balandligi (biz ko'rayotgan holda to'siqqa ta'sir etayotgan suvning chuqurligiga teng, ya'ni yuqori befda $h = h_1$, quyi befda $h = h_2$).

Yuqoridagi (2.2) ifoda yordamida yuqori va quyi beflar uchun suvning to'siqqa (devorga) ko'rsatayotgan yig'indi bosim kuchlari (P_1 va P_2) aniqlanadi. Ularning teng ta'sir etuvchisi P esa quyidagicha hisoblanadi: .

$$P = P_1 - P_2. \quad (2.3)$$

Ko‘rinib turibdiki, teng ta’sir etuvchi kuch, quyi befga tomon yo‘nalgan bo‘ladi, chunki $P_1 > P_2$.

Bosim markazi - bosim kuchining teng ta’sir etuvchisi yo‘naltirilgan nuqtada joylashadi. Yuqori va quyi beflarda bosim markazi joylashgan nuqtalar quyidagi ifodalar bilan aniqlanadi:

$$h'_1 = \frac{1}{3} \cdot h_1; \quad (2.4)$$

$$h'_2 = \frac{1}{3} \cdot h_2 \quad (2.5)$$

bu yerda h_1 yoki h_2 - yuqori va quyi beflardagi chuqurliklardir.

Teng ta’sir etuvchi kuch (P) yo‘naltirilgan nuqtani topish uchun mexanika qoidasidan foydalanamiz: teng ta’sir etuvchi kuch momentini va uni tashkil etuvchi kuchlar momentlarini 0 nuqtaga nisbatan aniqlaymiz (2.1-rasm). U holda

$$P \cdot l = P_1 \cdot h'_1 - P_2 \cdot h'_2, \quad (2.6)$$

bo‘lib, bosim markazi yoki teng ta’sir etuvchi kuch yo‘naltirilgan nuqta o‘zan tubidan l balandlikda bo‘lib, quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$l = \frac{P_1 \cdot h'_1 - P_2 \cdot h'_2}{P}. \quad (2.7)$$

Grafo-analitik usul. Masalani grafo-analitik usulda echish uchun 2.1-rasmدا keltirilgan chizmadan foydalanamiz. Bu chizmada yuqori va quyi beflarga ta’sir etayotgan gidrostatik bosim epyuralari chiziladi.

Gidrostatik bosim epyurasi gidrostatik bosim miqdorining chuqurlik bo‘yicha o‘zgarishini ifodalaydi.

Yuqori bef tomonidan ta’sir etayotgan gidrostatik bosim epyurasi to‘g‘ri burchakli uchburchak ko‘rinishida bo‘lib, balandligi h_1 , asosi esa $\gamma \cdot h_1$ ga teng. Suvning to‘siqqa yuqori bef tomonidan ta’sir etadigan bosim kuchining qiymati epyura yuzasining to‘siq kengligiga bo‘lgan ko‘paytmasi bilan aniqlanadi:

$$P_1 = \frac{1}{2} \cdot h_1 \cdot \gamma \cdot b \cdot h_1. \quad (2.8)$$

Quyi befdagi bosim kuchi ham shu kabi topiladi:

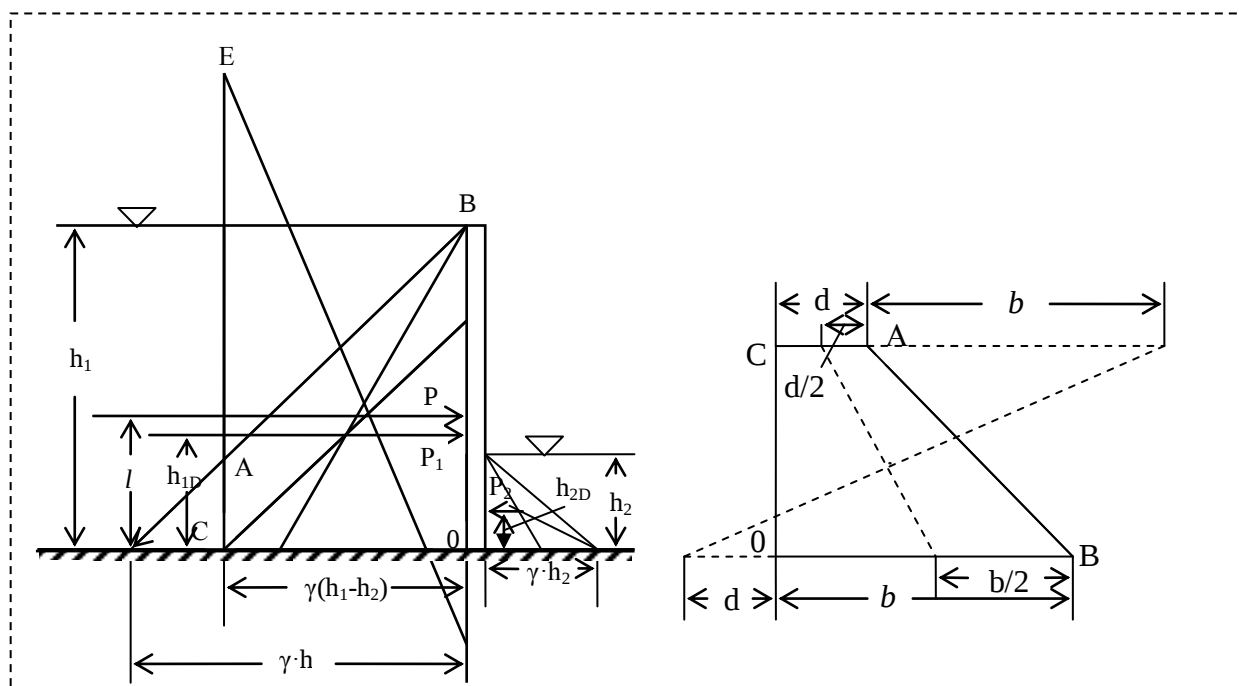
$$P_2 = \frac{1}{2} \cdot h_2 \cdot \gamma \cdot b \cdot h_2. \quad (2.9)$$

Bosim markazi uchburchakli epyuraning og'irlik markazi ordinatasiga teng bo'ladi. Ma'lumki, uchburchakning og'irlik markazi medianalar kesishgan nuqtadir. Epyura to'g'ri burchakli uchburchak ko'rinishida bo'lganligi uchun bu nuqta o'zan tubidan $1/3 \cdot h$ masofada yotadi. Shu yo'l bilan P_1 va P_2 kuchlar qo'yilgan nuqtalar, ya'ni bosim markazlari topiladi. To'siqqa yuqori va quyi bef tomonlardan ta'sir etayotgan bosim kuchlarining teng ta'sir etuvchisi grafikda trapetsiya ko'rinishida bo'ladi (2.1-rasm).

Ko'rinib turibdiki, bu trapetsiya yuqori va quyi beflarga ta'sir etayotgan uchburchak ko'rinishidagi gidrostatik bosim epyuralarining farqidan iboratdir. Teng ta'sir etuvchi kuchning qiymati quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$P = P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot b (h_1^2 - h_2^2). \quad (2.10)$$

Teng ta'sir etuvchi kuch (P) yo'naltirilgan nuqta $ABOC$ trapetsiyaning og'irlik markazini topish yordamida aniqlanadi (2.2 - rasm).



2.1 - rasm. Birinchi masalaga oid chizma

2.2 - rasm. Trapetsiyaning og'irlik markazini grafik usulda topish

2. To'siqni ko'tarish uchun zarur bo'lgan kuchning qiymatini aniqlash.

To'siqni ko'tarish uchun to'siqning og'irligi – G va ishqalanish kuchi – T ni engish kerak. To'siqning og'irligi berilgan bo'lsa, ishqalanish kuchi quyidagi ifoda

bilan aniqlanadi:

$$T = P \cdot f, \quad (2.11)$$

bu yerda P – suvning to'siqqa har ikki tomondan ta'sir etayotgan bosim kuchlarining teng ta'sir etuvchisi; f – ishqalanish koeffitsiyenti.

Shunday qilib, to'siqni ko'tarish uchun zarur bo'lgan kuchning qiymati quyidagicha hisoblanadi:

$$F = P + T \quad (2.12)$$

Quyida berilgan masalalarga tegishli bo'lgan variantlar II ilovada keltirilgan.

1-masala. Tekis yuzali vertikal to'siqqa ta'sir etayotgan suvning bosim kuchi, bosim markazi joylashgan chuqurlik hamda to'siqni ko'tarish uchun zarur bo'lgan kuch miqdori aniqlansin. Yig'indi bosim kuchining qiymati va bosim markazi joylashgan chuqurlik analitik va grafo-analitik usullar bilan aniqlansin.

Quyidagilar berilgan (2.1-rasm): to'siqning kengligi, $b = 2,3$ m; yuqori befda suvning chuqurligi, $h_1 = 2,0$ m; quyi befda suvning chuqurligi, $h_2 = 0,8$ m; to'siqning og'irligi, $G = 0,8$ tonna; to'siqni ko'taradigan mexanizmlardagi ishqalanish koeffitsiyenti, $f = 0,3$.

Masalaning echimi:

1) AB devorga ta'sir etadigan bosim kuchini hisoblash:

$$P = P_1 - P_2 = 4,6 \text{ t} - 0,736 \text{ t} = 3,864 \text{ tonna};$$

$$P_1 = \frac{1}{2} \cdot h_1 \cdot \gamma \cdot b \cdot h_1 = \frac{1}{2} \cdot 2,0 \text{ m} \cdot 1 \frac{\text{tonna}}{\text{m}^3} \cdot 2,3 \text{ m} \cdot 2,0 \text{ m} = 4,6 \text{ tonna};$$

$$P_2 = \frac{1}{2} \cdot h_2 \cdot \gamma \cdot b \cdot h_2 = \frac{1}{2} \cdot 0,8 \text{ m} \cdot 1 \frac{\text{tonna}}{\text{m}^3} \cdot 2,3 \text{ m} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,736 \text{ tonna};$$

2) P kuchning ta'sir nuqtasi ordinatasini aniqlash:

$$l = \frac{P_1 \cdot h'_1 - P_2 \cdot h'_2}{P} = \frac{4,6 \text{ t} \cdot 0,6 \text{ m} - 0,736 \text{ tonna} \cdot 0,24 \text{ m}}{3,864 \text{ tonna}} = \frac{2,58 \frac{\text{tonna}}{\text{m}}}{3,864 \text{ tonna}} = 0,66 \text{ m};$$

$$\text{a) } h'_1 = \frac{1}{3} \cdot h_1 = \frac{1}{3} \cdot 2,0 \text{ m} = 0,6 \text{ m}; \quad \text{b) } h'_2 = \frac{1}{3} \cdot h_2 = \frac{1}{3} \cdot 0,8 \text{ m} = 0,24 \text{ m}.$$

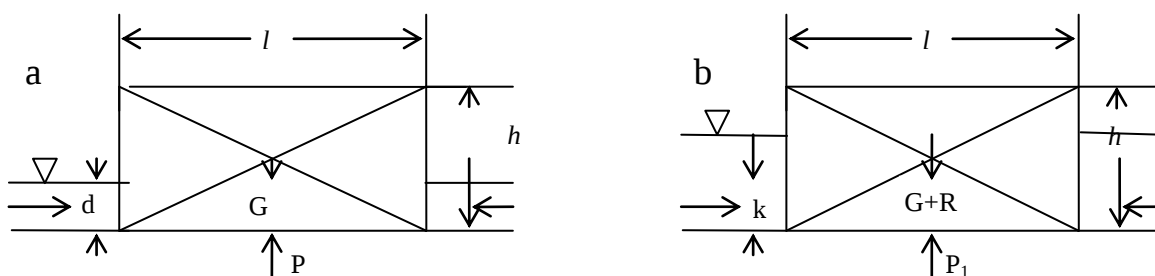
3) to'siqni ko'tarish uchun zarur bo'lgan kuchni hisoblash.

$$F = G + T = G + P \cdot f = 0,8 \text{ tonna} + 3,864 \text{ tonna} \cdot 0,3 = 1,96 \text{ tonna}.$$

ifodada: T - ishqalanish kuchi.

2-masala. Parallelopiped shaklidagi gidrometrik pontonning yuksiz choʻkish chuqurligi (d) va ponton bortining suv sathi yuqorida berilgan K balandlikni saqlagan holda koʻtarishi mumkin boʻlgan yuk miqdori (R) aniqlansin (2.3-rasm).

Quyidagilar berilgan: pontonning ogʻirligi, $G = 13,7$ tonna; uzunligi, $l = 7,7$ m; kengligi, $b = 2,3$ m, ponton bortining suv sathi, $h = 1,2$ m; chegara miqdoridagi yuk ortilganda ponton bortining suvdan yuqorida joylashgan qismining balandligi, $K = 0,2$.



2.3 – rasm. a) yuksiz panton, b) yukli panton

Masalaning echimi:

1) Pontonning yuksiz choʻkish chuqurligi (d) ni aniqlash:

$$d = \frac{G}{\gamma \cdot b \cdot l} = \frac{13,7 \text{ tonna}}{1 \frac{T}{m^3} \cdot 2,3m \cdot 7,7m} = 0,77m \cdot$$

2) $K = 0,2$ metr boʻlganda pontonga ortilishi mumkin boʻlgan yuk miqdorini aniqlash:

$$R = \gamma \cdot b \cdot l \cdot (h - K) - G = 1 \frac{\text{tonna}}{m^3} \cdot 2,3m \cdot 7,7m \cdot (1,2m - 0,2) - 13,7 \text{ tonna} = 4,01 \text{ tonna} \cdot$$

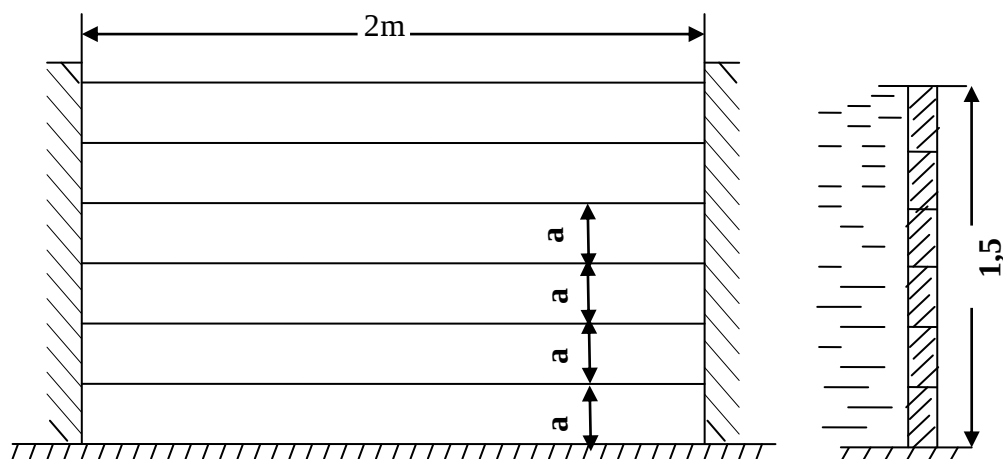
3-masala. Vertikal toʻsiq bir-biriga ustma-ust oʻrnatilgan 6 ta taxtadan tashkil topgan. Tusiqlarning balandligi $h = 1,5$ m, kengligi esa $b = 2$ m ga teng boʻlsa, har-bir taxtaga taʼsir etadigan bosim kuchlarini va toʻsiqqa taʼsir etadigan umumiy bosim kuchini aniqlang (2.4-rasm).

Masalaning echimi:

1. Har bir taxtaning joylashish chuqurliklari (h_i) ni aniqlash:

Masalaning shartiga koʻra: $h_1 = 0,25$ m; $h_2 = 0,50$ m; $h_3 = 0,75$ m; $h_4 = 1,0$ m;

$h_5 = 1,25$ m va $h_6 = 1,50$ m.



2.4-rasm

2. Har bir taxtaning yuzasi ω ni aniqlash:

$$\omega = a \cdot b = 0,25m \cdot 2,0m = 0,50m^2.$$

3. Taxtalarning og'irlik markazlari joylashgan chuqurliklar (h_{ci})ni aniqlash:

$$1) h_{c1} = \frac{h_1}{2} = \frac{0,25}{2} = 0,125 m,$$

$$2) h_{c2} = h_1 + \frac{h_2}{2} = 0,25m + \frac{0,25m}{2} = 0,375 m,$$

$$3) h_{c3} = h_1 + h_2 + \frac{h_3}{2} = 0,25m + 0,25m + \frac{0,25m}{2} = 0,625 m,$$

$$4) h_{c4} = h_1 + h_2 + h_3 + \frac{h_4}{2} = 0,25m + 0,25m + 0,25m + \frac{0,25m}{2} = 0,875 m,$$

$$5) h_{c5} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + \frac{h_5}{2} = 0,25m + 0,25m + 0,25m + 0,25m + \frac{0,25m}{2} = 1,125 m,$$

$$6) h_{c6} = h_1 + \dots + h_5 + \frac{h_6}{2} = 5 \cdot 0,25m + \frac{0,25m}{2} = 1,375 m,$$

4. Har bir taxtaga ta'sir etadigan bosim kuchlari P_i ni aniqlash:

$$1) P_1 = \omega \cdot P_c = \omega \cdot \gamma \cdot h_{c1} = 0,25m \cdot 2m \cdot 1 \frac{\text{tonna}}{m^3} \cdot 0,125m = 0,0625 \text{tonna}$$

$$2) P_2 = \omega \cdot \gamma \cdot h_{c2} = 0,50m^2 \cdot 1 \frac{\text{tonna}}{m^3} \cdot 0,375m = 0,1875 \text{tonna}$$

$$3) P_3 = \omega \cdot \gamma \cdot h_{c3} = 0,50m^2 \cdot 1 \frac{\text{tonna}}{m^3} \cdot 0,625m = 0,3125 \text{tonna}$$

$$4) P_4 = \omega \cdot \gamma \cdot h_{c4} = 0,50m^2 \cdot 1 \frac{\text{tonna}}{m^3} \cdot 0,875m = 0,4375 \text{tonna}$$

$$5) P_5 = \omega \cdot \gamma \cdot h_{c5} = 0,50m^2 \cdot 1 \frac{\text{tonna}}{m^3} \cdot 1,125m = 0,5625 \text{tonna}$$

$$6) P_6 = \omega \cdot \gamma \cdot h_{c6} = 0,50m^2 \cdot 1 \frac{\text{tonna}}{m^3} \cdot 1,375m = 0,6875 \text{tonna}$$

5. Yig'indi bosim kuchi (P) ni aniqlash:

$$1\text{-usul: } P = P_1 + \dots + P_6 = 0,0625 + \dots + 0,6875 = 2,25 \text{tonna};$$

$$2\text{-usul: } P = \omega_t \cdot P_c = \omega \cdot \gamma \cdot h_c = b \cdot h \cdot \gamma \cdot \frac{h}{2} = 2m \cdot 1,5m \cdot 1 \frac{\text{tonna}}{m^3} \cdot \frac{1,5m}{2} = 2,25 \text{tonna},$$

bu yerda ω_t - to'siqning umumiy yuzasi.

4 - masala. Idishdagi monometrik bosim $P_M = 0,62 \text{kg/sm}^2$ ga, borometrik bosim $h_{\text{sim.ust.bal}} = 757 \text{mm}$ simob ustuni balandligiga teng bo'lsa, idishdagi to'liq gidrostatik bosim (P) ni aniqlang.

Masalaning echimi:

1. Tuliq gidrostatik bosimni aniqlash;

$$P = P_a + P_M = 1,03 \frac{\text{KG}}{\text{sm}^2} + 0,62 \frac{\text{KG}}{\text{sm}^2} = 1,65 \frac{\text{KG}}{\text{sm}^2}$$

2. Ifodadagi, P_a atmosfera bosimi bo'lib, u qo'yidagiga teng;

$$P_a = h_{\text{sim.ust.bal}} \cdot \gamma_{\text{sim}} = 0,757m \cdot 13,6 \frac{\text{tonna}}{m^3} = 10,3 \frac{\text{tonna}}{m^2} = 10,3 \frac{10^3 \text{KG}}{10^4 \text{sm}^2} = 1,03 \frac{\text{KG}}{\text{sm}^2}$$

3. Simobning solishtirma og'irligi $\gamma_{\text{sim}} = 13,6 \frac{\text{tonna}}{m^3}$ ga teng.

5-masala. G'avvos 27 m chuqurlikka tushganda, unga ta'sir etadigan ortiqcha gidrostatik bosimning qiymatini aniqlang.

Masalaning echimi:

1. Ortiqcha gidrostatik bosim P_i quyidagicha aniqlanadi:

$$P_i = \gamma \cdot h = 1 \frac{\text{tonna}}{m^3} \cdot 27m = 27 \frac{\text{tonna}}{m^2} = 2,7 \text{AT}.$$

Ma'lumki, $1 \text{AT} = 10 \frac{\text{tonna}}{m^2}$ ga teng.

2. Ifodadagi γ suvning solishtirma og'irligi bo'lib, uning qiymati $\gamma_{\text{suv}} = 1 \frac{\text{tonna}}{m^3}$ ga teng:

6-masala. Gaz quvuridagi monometr suv bilan to'ldirilgan bo'lib, undagi vakuum kursatkichi $h_v = 382\text{mm}$ suv ustuni balandligiga teng. Agar borometrik bosim $h_{\text{sim.ust.bal}} = 752\text{mm}$ simob ustuni balandligiga teng bo'lsa, gaz kuvuridagi to'liq gidrostatik bosimni toping.

Masalaning echimi:

1. To'liq gidrostatik bosimni aniqlash:

$$P = P_a + P_M = 10,2 \frac{\text{tonna}}{\text{m}^2} + 0,382 \frac{\text{tonna}}{\text{m}^2} = 10,58 \frac{\text{tonna}}{\text{m}^2}$$

2. Ifodadagi P_a atmosfera bosimi bo'lib, u

$$P_a = h_{\text{sim.ust.bal}} \cdot \gamma_{\text{sim}} = 0,752\text{m} \cdot 13,6 \frac{\text{tonna}}{\text{m}^3} = 10,2 \frac{\text{tonna}}{\text{m}^2} \text{ ga teng.}$$

3. Simobning solishtirma og'irligi $\gamma_{\text{sim}} = 13,6 \frac{\text{tonna}}{\text{m}^3}$ ga teng.

4. Monometrik bosim (P_M) quyidagicha aniqlanadi:

$$P_M = \gamma_{\text{suv}} \cdot h_v = 1 \frac{\text{tonna}}{\text{m}^3} \cdot 0,382\text{m} = 0,382 \frac{\text{tonna}}{\text{m}^2}$$

Bajarilgan ishning tahliliy bayonnomasi. Bajarilgan ishning tahliliy bayonnomasini tuzish bo'yicha tavsiyalar 1 - amaliy mashg'ulotning yakunida keltirilgan.

Sinov savollari va topshiriqlar:

1. Gidrostatik bosim va uning xossalarini aytib bering.
2. Gidrostatikaning asosiy tenglamasini yozing?
3. Gidrostatik bosim epyurasi va uning xossalarini eslang.
4. Suzayotgan jismning muvozanat shartini eslang?
5. P'ezometrik va vakuumetrik balandliklarni tushuntirib bering?
6. Tekis yuzali devorga ta'sir etayotgan suyuqlik bosim kuchining teng ta'sir etuvchisi qanday aniqlanadi?
7. Suyuqlikka ta'sir etayotgan yuzaning og'irlik markazi, bosim markazi nima va ular qanday aniqlanadi?
8. Bosim skleti nima?
9. Suyuqlikka ta'sir etayotgan yuzaning statik momenti va inersiya momenti nima?

3 - amaliy mashg'ulot

Oqimning gidravlik elementlarini aniqlashga doir masalalar

Ishning maqsadi. Mazkur amaliy mashg'ulotning asosiy maqsadi talabalarda oqimning gidravlik elementlarini aniqlash bilan bog'liq bo'lgan hisoblashlarni bajarish hamda olingan natijalardan amaliyotda foydalanish bo'yicha tajriba, ko'nikma va malakalar hosil qilishdan iborat.

Tayanch atamalar va iboralar: suyuqlikning oqish tezligi, ko'ndalang kesim yuzasi, suv sarfi, chuqurlik, kenglik, jonli kesma maydoni, namlangan perimetr, gidravlik radius, nuqtadagi tezlik, vertikalda o'rtacha tezlik, suyuqlik oqimining o'rtacha tezligi, suv sarfi doimiyliги tenglamasi, elementar naysimon oqim.

Ishning nazariy asoslari. Oqimning asosiy gidravlik elementlari quyidagilardan iborat: 1) *suyuqlikning oqish tezligi*; 2) *ko'ndalang kesim yuzasi*; 3) *suv sarfi*.

Suyuqlik oqimi ko'ndalang kesimining quyidagi gidravlik elementlari mavjud: a) *chuqurlik*; b) *kenglik*; v) *ko'ndalang kesim yuzasi*; g) *jonli kesma maydoni*; d) *namlangan perimetr*; e) *gidravlik radius*.

Yuqorida qayd etilganlar orasida chuqurlik, kenglik, ko'ndalang kesim yuzasi kabi tushunchalar, ularni aniqlash usullari gidrometriya kursida to'liq bayon etiladi.

Jonli kesma maydoni deganda ko'ndalang kesimda suyuqlik oqimi kuzatilayotgan yuzasi tushuniladi. Aksariyat hollarda jonli kesma maydoni bilan ko'ndalang kesim yuzalari bir-biriga teng bo'ladi. Ko'ndalang kesim yuzasi ω bilan belgilanadi, o'lcham birligi: sm^2 yoki m^2 .

Namlangan perimetr deb, ko'ndalang kesimda suyuqlik bilan u oqayotgan o'zan tubining tutash chizig'i uzunligi tushuniladi. Namlangan perimetr χ bilan belgilanadi.

Gidravlik radius deb, jonli kesma maydonini namlangan perimetrga bo'lgan nisbatiga aytiladi. Gidravlik radiusni R bilan belgilaymiz va uni quyidagi ifoda bilan hisoblaymiz:

$$R = \frac{\omega}{\chi} . \quad (3.1)$$

Suv sarfi deb, jonli kesma maydonidan vaqt birligi ichida oqib o'tadigan suv miqdoriga aytiladi. Suv sarfini Q bilan belgilaymiz, o'lcham birligi - l/sek yoki m^3/sek . Jonli kesma maydoni (ω) va o'rtacha tezlik (g) ma'lum bo'lsa, suv sarfi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$Q = g \cdot \omega . \quad (3.2)$$

Suyuqlikning oqish tezligini quyidagi holatlar uchun aniqlash mumkin: a) nuqtadagi tezlik; b) vertikalidagi o'rtacha tezlik; v) suyuqlik oqimining o'rtacha tezligi.

Nuqtadagi tezlik gidrometrik parrak yordamida o'lchanadi. O'lchash usullari gidrometriya kursida yoritiladi.

Vertikal o'rtacha tezlik (g_{ort}^v) ni aniqlash uchun tezlik epyurasidan foydalanish mumkin:

$$g_{\text{ort}}^v = \frac{S}{h} , \quad (3.3)$$

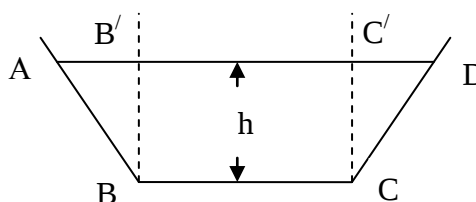
bu yerda: S - tezlik epyurasining yuzasi; h -tezlik vertikalining balandligi.

2. Suv sarfi va ko'ndalang kesim yuzasa ma'lum bo'lsa, suyuqlik oqimining o'rtacha tezligi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$g_{\text{ort}} = \frac{Q}{\omega} . \quad (3.4)$$

Tekis harakatda o'rtacha tezlik oqim uzunligi bo'yicha o'zgarmas bo'ladi. Tekismas harakatda esa, uni belgilovchi omillarga bog'liq holda, oqim uzunligi bo'yicha o'zgarib turadi.

1-masala. Trapetsiya shaklidagi kanalning suv yuzasi bo'yicha kengligi $AD = 4$ m, o'zan tubi bo'yicha kengligi $BC = 1,8$ m va chuqurligi $h = 1,8$ metrga teng bo'lsa, kanalning gidravlik radiusi (R) ni aniqlang (3.1-rasm).



3.1-rasm.

Masalaning echimi:

1. Kanalning ko'ndalang kesim yuzasini aniqlash:

$$\omega = \frac{AD + BC}{2} \cdot h = \frac{4m + 1,8m}{2} \cdot 1,8m = 5,22m^2.$$

2. Namlangan perimetrni aniqlash:

$$\chi = AB + BC + CD = 2,11m + 1,8m + 2,11m = 6,02m.$$

Chizmadan ko'rinib turibdiki, ifodadagi AB va CD lar bir-biriga teng va quyidagicha aniqlanadi:

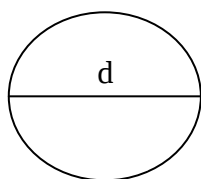
$$a) AB = CD = \sqrt{4,45} = 2,11m;$$

$$b) AB^2 = (BB')^2 + (B'A)^2 = (1,8m)^2 + (1,1m)^2 = 4,45m^2.$$

3. Kanalning gidravlik radiusi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{5,22m^2}{6,02m} = 0,87m.$$

2-masala. Diametri $d = 158$ mm bo'lgan quvurning gidravlik radiusi (R) ni aniqlang (3.2-rasm).



3.2-rasm

Masalaning echimi:

1. Quvurning ko'ndalang kesim yuzasi quyidagicha aniqlanadi:

$$\omega = \pi \cdot r^2 = 3,140 \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 = 3,14 \cdot \left(\frac{15,8sm}{2}\right)^2 = 3,14 \cdot 62,41sm^2 = 196sm^2.$$

2. Namlangan perimetrni aniqlash:

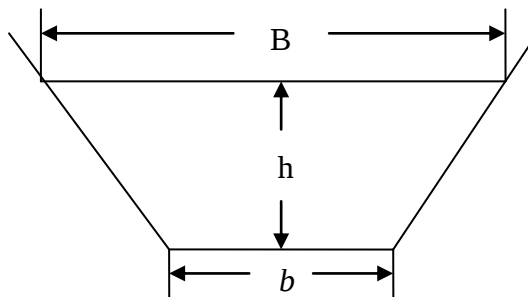
$$\chi = 2 \cdot \pi \cdot r = 2 \cdot 3,14 \cdot \frac{d}{2} = 2 \cdot 3,14 \cdot \frac{15,8sm}{2} = 49,61sm.$$

3. Quvurning gidravlik radiusini aniqlash:

$$R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{196sm^2}{49,61sm} = 3,95sm.$$

3-masala. Kanalning suv yuzasi bo'yicha kengligi $B = 3,8$ m, o'zan tubi bo'yicha kengligi $b = 2,0$ m, kanaldagi suvning chuqurligi $h = 2,0$ m va kanaldagi

suvning o'rtchacha tezligi $\vartheta = 0,85$ m/sek bo'lsa, undan oqayotgan suv sarfi (Q) ni aniqlang (3.3-rasm).



3.3-rasm

Masalaning echimi:

1. Kanalning ko'ndalang kesim yuzasi ω ni aniqlash:

$$\omega = \frac{b + B}{2} \cdot h = \frac{2,0m + 3,8m}{2} \cdot 2,0m = 5,8m^2.$$

2. Kanaldagi suv sarfini aniqlash:

$$Q = \vartheta \cdot \omega = 0,85m/sek \cdot 5,8m^2 = 4,93m^3/sek;$$

4-masala. Quvurning diametri $d = 258$ mm va undan oqayotgan suv sarfi $Q = 370$ l/sek ga teng bo'lsa, quvurdan oqayotgan suvning o'rtacha tezligi (ϑ) ni aniqlang.

Masalaning echimi:

1. Ko'ndalang kesim yuzasi (ω) ni aniqlash:

$$\omega = 0,785 \cdot d^2 = 0,785 \cdot (25,8sm)^2 = 523sm^2.$$

2. Quvurdan oqayotgan suvning o'rtacha tezligini aniqlash;

$$\vartheta = \frac{Q}{\omega} = \frac{370l/sek}{523sm^2} = \frac{370 \cdot \frac{1000sm^3}{sek}}{523sm^2} = 708 \frac{sm}{sek} = 7,08 \frac{m}{sek}.$$

Yuqoridagi masalalarning alohida variantlari III ilovada berilgan.

Hisoblashlar natijalarining tahlili. Hisoblashlar natijalarining tahliliy bayonnomasini tuzish bo'yicha tavsiyalar 1 - amaliy mashg'ulotning yakunida berilgan.

Sinov savollari va topshiriqlar.

1. Oqimning asosiy gidravlik elementlarini aytib bering?
2. Ko'ndalang kesim va uning elementlarini bilasizmi.
3. Ko'ndalang kesim yuzasi bilan jonli kesma maydonining farqi nimada?
4. Namlangan perimetr qanday aniqlanadi?

5. *Gidravlik radius qanday ifoda yordamida hisoblanadi?*
6. *Nuqtadagi tezlik qanday aniqlanadi?*
7. *Vertikaldagi o'rtacha tezlik qanday aniqlanadi?*
8. *Suyuqlik oqimining o'rtacha tezligini aniqlash usullarini bilasizmi?*
9. *Suv sarfining ta'rifi, belgilanishi va o'lcham birligini eslang.*
10. *Suv sarfi doimiyligi tenglamasini yozing.*

4 - amaliy mashg'ulot

Uzun quvurlar uchun gidravlik hisoblashlar

Ishning maqsadi. Ushbu amaliy mashg'ulotning asosiy maqsadi talabalarni uzun quvurlarni gidravlik hisoblashlarda foydalaniladigan ifodalar hamda uzun quvurlarni hisoblashga oid turli tipdagi masalalar bilan bog'liq bo'lgan hisoblashlarni amaliyotda qo'llash bo'yicha tajriba, ko'nikma va malakalar hosil qilishdan iborat.

Tayanch atamalar va iboralar: uzun quvurlar, murakkab quvurlar, uzunlik bo'yicha yo'qotilgan napor, quvurning diametri, quvurdagi suv sarfi, murakkab quvurlar, oddiy quvurlar, ichimlik suv ta'minoti, issiqlik ta'minoti, SHEzi ifodasi, Darsi ifodasi, Forxgeymer ifodasi, Manning ifodasi, Pavlovskiy ifodasi.

Ishning nazariy asoslari. Amaliyotda uzunligi 100 m dan ortiq bo'lgan quvurlar shartli ravishda **uzun quvurlar** deb qabul qilinadi. Ularda napor yo'qotilishi asosan quvur uzunligi bo'yicha kuzatiladi. SHuning uchun ham naporning mahalliy yo'qotilishi aksariyat hollarda hisobga olinmaydi.

Uzun quvurlarga ichimlik suv ta'minoti, issiqlik ta'minoti tarmoqlari, nasos stansiyalari, GESlarga suv keltiradigan quvurlar misol bo'ladi. Uzun quvurlar gidravlik sxemasiga ko'ra oddiy va murakkab tizimli turlarga bo'linadi:

Oddiy quvurlar tizimi hech qanday tarmoqqa bo'linmaydi (4.1 - rasm). Ularda suv sarfi (Q) va quvurning diametri (d) uzunlik bo'yicha bir xil qiymatlarga ega bo'ladi. Ularga manbadan suv to'plash inshootigacha suv uzatadigan quvurlar, tarmoqqa ega bo'lmagan magistral suv quvurlar misol bo'ladi.

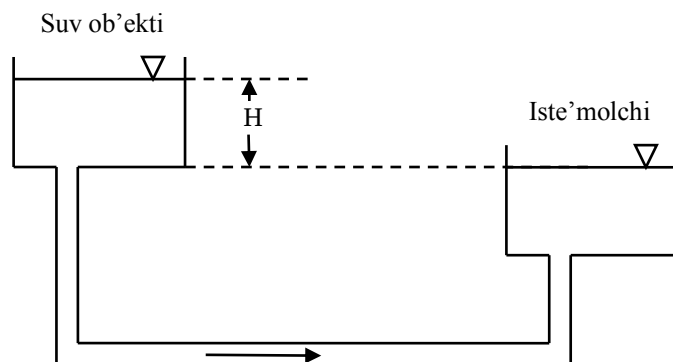
Murakkab quvurlar tizimi oddiy quvurlarning qo'shilishidan tashkil topgan

bo‘ladi (4.2 - rasm). Masalan, ichimlik suv ta‘minoti, issiqlik ta‘minoti tarmoqlari va boshqalar murakkab quvurlarga misol bo‘ladi.

Uzun quvurlarni gidravlik hisoblashga oid masalalarni quyidagi uch tipga ajratamiz:

1 - tip. Ushbu tipga oid masalalarda quvurning diametri (d), uzunligi (l) va unda oqishi mumkin bo‘lgan suv sarfi (Q) ma‘lum bo‘ladi.

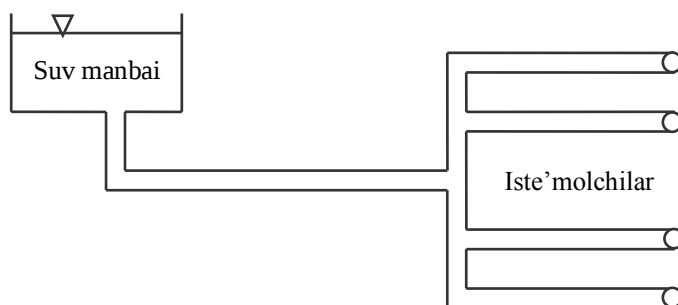
Uzunlik bo‘yicha yo‘qotilgan napor (h_{uz}) ni hisoblash talab etiladi.



4.1 - rasm.

2 - tip. Mazkur tipdagi masalalarda quvurning diametri (d), uzunligi (l) yoki gidravlik nishablik (i_g) berilgan bo‘ladi.

Quvurda oqishi mumkin bo‘lgan suv sarfini hisoblash talab etiladi.



4.2 - rasm.

3 - tip. Bu tipga oid masalalarda quvurda oqish mumkin bo‘lgan suv sarfi (Q), quvurning uzunligi (l) va quvur bo‘yicha yo‘qotilgan napor (h_{uz}) yoki gidravlik nishablik (i_g) ma‘lum bo‘ladi. Quvurning diametri (d) ni hisoblash talab etiladi.

Quvurlarni gidravlik hisoblash usullaridan amaliyotda, jumladan ichimlik suv ta‘minoti, issiqlik ta‘minoti, zamonaviy sug‘orish tizimlarini loyihalashda keng foydalaniladi.

Uzun quvurlarni gidravlik hisoblashda aniqlanishi talab etiladigan asosiy kattaliklar quyidagilardan iborat bo‘ladi:

- 1) quvur uzunligi bo‘yicha yo‘qotilgan napor – h_{uz} ;
- 2) quvurning diametri – d ;
- 3) quvurdagi suv sarfi – Q .

Quyida mana shu elementlarni hisoblash usullari bilan tanishamiz.

I Holat

1-tur masala. Cho‘yandan yasalgan quvurning diametri $d = 150\text{mm}$, uzunligi $l = 2080\text{metr}$, undagi suv sarfi $Q = 7 \frac{l}{\text{sek}}$ ga teng bo‘lsa, uning uzunligi bo‘yicha yo‘qotilgan napor (h_{uz}) aniqlansin.

Masalaning echish:

1. Quvurning uzunligi bo‘yicha yo‘qotilgan napor h_{uz} ni aniqlash:

$$h_{uz} = A \cdot l \cdot Q^2 = 41,85 \frac{\text{sek}^2}{\text{m}^6} \cdot 2080\text{m} \cdot \left(0,007 \frac{\text{m}^3}{\text{sek}} \right)^2 = 4,26\text{m}$$

2. Ifodadagi A -quvurning solishtirma qarshiligi bo‘lib, uning qiymati quvur diametriga bog‘liq holda 4.1 - jadvaldan topiladi:

$$d = 150\text{mm} = A = 41,85 \frac{\text{sek}^2}{\text{m}^6};$$

2-tur masala. Quvurning diametri $d = 200\text{mm}$, uzunligi $l = 880\text{m}$ bo‘lgan quvurda uzunlik bo‘yicha yo‘qotilgan napor $h_{uz} = 6,75$ metrga teng bo‘lsa, undan oqayotgan suv sarfi (Q) ni aniqlang.

4.1 - jadval

Turli o‘lchamdagi quvurlarning solishtirma qarshiligi (A) va suv sarfi xarakteristikalar (K)

Diametr, d, mm	A, sm^2/m^6	K, m^3/sek	Diametr, d, mm	A, sm^2/m^6	K, m^3/sek
12,5	32950000	0,000174	250	2,752	0,595
15,75	8809000	0,000334	253	2,583	0,622
21,25	1643000	0,000779	279	1,535	0,81
27,00	436700	0,00152	300	1,025	0,986
35,75	93860	0,00325	305	0,9392	1,035
41,00	44530	0,00475	331	0,6088	1,3
50,00	15190	0,0081	350	0,4529	1,49
53	11080	0,00945	357	0,4078	1,57
68	2893	0,0186	400	0,2232	2,12
75	1709	0,0242	406	0,2062	2,21
80,50	1168	0,0293	450	0,1195	2,9
100	365,3	0,0525	458	0,1089	3,04
106	267,4	0,061	500	0,06838	3,8
125	110,8	0,095	509	0,06222	4,0
126	106,2	0,097	600	0,02602	6,2
131	86,29	0,108	610	0,02384	6,6
148	44,95	0,149	700	0,01150	9,35

150	41,85	0,155	800	0,005665	13,35
156	33,95	0,172	900	0,003034	18,1
174	8,96	0,23	1000	0,001736	24,0
199	9,273	0,328	1200	0,0006605	39,0
200	9,020	0,34	1400	0,0002918	58,6
225	4,822	0,456			

Masalaning echimi:

1. Quvurning uzunligi bo'yicha yo'qotilgan napor h_{uz} ni aniqlash ifodasi quyidagicha edi.

$$h_{uz} = A \cdot l \cdot Q^2.$$

2. Yuqoridagi ifoda yordamida suv sarfini aniqlaymiz:

$$Q = \sqrt{\frac{h_{uz}}{A \cdot l}} = \sqrt{\frac{6,75m}{9,029 \frac{sek^2}{m^6} \cdot 880m}} = \sqrt{0,00085 \frac{m^4}{sek^2}} = 0,029 \frac{m^3}{sek} = 29 \frac{l}{sek}$$

3. Quvurning solishtirma qarshiligi A 4.1-jadvaldan topildi:

$$d = 200mm \text{ bo'lsa, } A = 9,029 \frac{sek^2}{m^6} \text{ ga teng bo'ladi.}$$

3- tur masala. Quvurning uzunligi $l = 1280m$, undan oqayotgan suv sarfi $Q = 10l / sek$ va quvur uzunligi bo'yicha yo'qotilgan napor $h_{uz} = 14,0m$ bo'lsa, uning diametri (d) ni aniqlang.

Masalaning echimi:

1. Quvurning solishtirma qarshiligi A quyidagicha aniqlanadi:

$$A = \frac{h_{uz}}{l \cdot Q^2} = \frac{14,0m}{1280m \cdot \left(0,010 \frac{m^3}{sek}\right)^2} = \frac{14,0m}{1280m \cdot 0,0001 \frac{m^6}{sek^2}} = 109,4 \frac{sek^2}{m^6};$$

2. Quvur diametri, quvurning solishtirma qarshiligiga bog'liq holda 4.1-jadvaldan aniqlandi:

$$A = 109,4 \frac{sek^2}{m^6} \text{ bo'lsa, } d = 125mm \text{ bo'ladi.}$$

Masalalarning variantlari IV ilovada keltirilgan.

II Holat

**Vodgeo instituti tomonidan tuzilgan maxsus jadval
asosida uzun (cho'yan) quvurlar uchun gidravlik hisoblashlar**

1-turga oid masala. Cho'yandan yasalgan quvurning diametri $d = 150mm$, uzunligi $l = 2000m$, undan oqib o'tayotgan suv sarfi $Q = 7 \frac{l}{sek}$ ga teng bo'lsa,

quvurdagi suvning o'rtacha tezligi (ϑ) va quvur uzunligi bo'yicha yo'qotilgan napor (h_{uz}) aniqlansin.

Masalaning echimi:

1) Quvur uzunligi bo'yicha yo'qotilgan napor (h_{uz}) ni aniqlash:

$$h_{uz} = J \cdot l = 0,00246 \cdot 2000m = 4,92m;$$

2) Ifodadagi J gidravlik nishablik bo'lib, Vodgeo instituti tomonidan tuzilgan maxsus jadval yordamida aniqlanadi (XIV ilova).

Agar quvurning diametri $d = 150mm$ va undagi suv sarfi $Q = 7 \frac{l}{sek}$ ga teng bo'lsa, XIV ilovada keltirilgan jadval ma'lumotlariga ko'ra quvurdagi suvning o'rtacha tezligi $\vartheta = 0,40 \frac{m}{sek}$ ga, promilda ifodalangan nishablik esa $1000 \cdot J = 2,46$ ga teng bo'ladi. Demak, yuqoridagi tenglikka asosan, gidravlik nishablik quyidagiga teng bo'ladi:

$$J = \frac{2,46}{1000} = 0,00246.$$

2-turga oid masala. Cho'yandan yasalgan quvurning diametri $d = 200mm$, uzunligi $l = 800m$, quvur uzunligi bo'yicha yo'qotilgan napor $h_{uz} = 6,72m$ ga teng bo'lsa, suv sarfi (Q) va suvning o'rtacha tezligi (ϑ) aniqlansin.

Masalaning echimi:

Ma'lumki, quvur uzunligi bo'yicha yo'qotilgan napor (h_{uz}) ni aniqlash

ifodasi quyidagi qo'rinishda edi: $h_{uz} = J \cdot l$.

Ushbu ifoda yordamida gidravlik nishablik (J) ni aniqlaymiz:

$$J = \frac{h_{uz}}{l} = \frac{6,72m}{800m} = 0,0084 \text{ yoki } 1000 \cdot J = 8,4$$

Vodgeo instituti tomonidan tuzilgan maxsus jadval (XIV ilova) ga asosan $1000 \cdot J = 8,4$ bo'lsa, quvurdagi suvning o'rtacha tezligi $\vartheta = 0,96 \frac{m}{sek}$ ga, suv sarfi esa $Q = 30 \frac{l}{sek}$ ga teng bo'ladi.

3-turga oid masala. Quvurdan oqayotgan suv sarfi $Q = 10 \frac{l}{sek}$, quvurning

uzunligi $l = 1200m$, uzunlik bo'yicha yo'qotilgan napor $h_{uz} = 14,0m$ ga teng bo'lsa, quvurning diametri (d) va undagi suvning o'rtacha tezligi (g) aniqlansin.

Masalaning echimi:

Quvur uzunligi bo'yicha yo'qotilgan napor (h_{uz}) ni aniqlash ifodasiga asosan gidravlik nishablik (J) ni aniqlash:

$$J = \frac{h_{uz}}{l} = \frac{14m}{1200m} = 0,0117 \text{ yoki } 1000 \cdot J = 11,7$$

XIV ilovaga asosan $1000 \cdot J = 11,7$ ga teng bo'lsa, quvurning diametri $d = 125mm$ va undagi suvning o'rtacha tezligi $g = 0,83 \frac{m}{sek}$ ga teng bo'ladi.

Masalalarning variantlari IV ilovada keltirilgan.

III Holat

Turli materiallardan tayyorlangan quvurlarda quvur uzunligi bo'yicha yo'qotilgan napor (h_{uz}) ni aniqlash

Yog'och quvurlar uchun uzunlik bo'yicha yo'qotilgan napor (h_{uz}) ni aniqlash.

1-masala. Yog'och quvur GES ga naporli suv oqmoqda. Agar quvurning diametri $d = 0,90m$, uzunligi $l = 27m$, undagi suv sarfi $Q = 1,4 \frac{m^3}{sek}$ ga teng bo'lsa, quvurdagi suvning o'rtacha tezligi (g) va quvur uzunligi bo'yicha yo'qotilgan napor (h_{uz}) ni aniqlang.

Masalaning echimi:

1) Quvur uzunligi bo'yicha yo'qotilgan napor (h_{uz}) ni aniqlash:

$$h_{uz} = J \cdot l = 0,004 \cdot 27m = 0,108m;$$

2) Ifodadagi J gidravlik nishablik bo'lib, yog'och quvurlar uchun quyidagicha aniqlanadi;

$$J = 0,000885 \cdot \frac{g^{1,8}}{d^{1,17}} = 0,000885 \cdot \frac{2,2^{1,8}}{0,9^{1,17}} = 0,004$$

3) Ifodadagi g quvurdagi suvning o'rtacha tezligi bo'lib, quyidagicha aniqlanadi;

$$g = \frac{Q}{\omega} = \frac{Q}{0,785 \cdot d^2} = \frac{1,40m^3 / sek}{0,785 \cdot (0,9m)^2} = 2,2 \frac{m}{sek}.$$

Beton va temirbetonli quvurlar uchun uzunlik bo'yicha yo'qotilgan napor (h_{uz}) ni aniqlash

2 - masala. Quvurning diametri $d = 200mm$, uzunligi $l = 250m$, suv sarfi $Q = 58 \frac{l}{sek}$ ga teng bo'lsa, quvur uzunligi bo'yicha yo'qotilgan napor (h_{uz}) ni aniqlang.

Masalaning echimi:

1. Quvur uzunligi bo'yicha yo'qotilgan napor (h_{uz}) ni aniqlash:

$$h_{uz} = J \cdot l = 0,023 \cdot 250m = 5,75m ;$$

2. Ifodadagi J gidravlik nishablik bo'lib, betonli yoki temirbetonli quvurlar uchun quyidagicha aniqlanadi;

$$J = a \cdot \frac{g^2}{d^{1,25}} = 0,00092 \cdot \frac{1,85^2}{0,200^{1,25}} = 0,023 ;$$

3. Ifodadagi a tuzatma koeffitsiyent bo'lib, quvurning holatiga qarab, quyidagicha o'zgaradi:

- 1) yangi va ichi silliqlangan quvurlar uchun $a = 0,0008$;
- 2) yangi quvurlar uchun $a = 0,00092$;
- 3) ishlatilgan va alohida qismlardan iborat quvurlar uchun $a = 0,0011$;
- 4) nisbatan eski quvurlar uchun $a = 0,00015$.

4. Quvurdagi suvning o'rtacha tezligi g quyidagicha aniqlanadi:

$$g = \frac{Q}{\omega} = \frac{Q}{0,785 \cdot d^2} = \frac{0,058 \frac{m^3}{sek}}{0,785 \cdot (0,200m)^2} = 1,85 \frac{m}{sek}.$$

Asbessementli quvurlar uchun uzunlik bo'yicha yo'qotilgan napor (h_{uz}) ni aniqlash

3-masala. Quvurning diametri $d = 235mm$, uzunligi $l = 2000m$, undagi suv sarfi $Q = 65 \frac{l}{sek}$ ga teng bo'lsa, uzunlik bo'yicha yo'qotilgan napor (h_{uz}) ni aniqlang.

Masalaning echimi:

1. Quvur uzunligi bo'yicha yo'qotilgan napor (h_{uz}) ni aniqlash:

$$h_{uz} = J \cdot l = 0,009 \cdot 2000m = 18m;$$

2. Ifodadagi J gidravlik nishablik bo'lib, asbessementli quvurlar uchun quyidagicha aniqlanadi (F.A.Shevelev ifodasi):

$$J = 0,000561 \cdot \frac{g^2}{d^{1,190}} \left(1 + \frac{3,51}{g}\right)^{0,190} = 0,000561 \cdot \frac{1,5^2}{0,235^{1,190}} \left(1 + \frac{3,51}{1,5}\right)^{0,190} = 0,0071 \cdot 1,258 = 0,009$$

3. Ifodadagi g quvurdagi suvning o'rtacha tezligi bo'lib, quyidagicha aniqlanadi;

$$g = \frac{Q}{\omega} = \frac{Q}{0,785 \cdot d^2} = \frac{0,065 \frac{m^3}{sek}}{0,785 \cdot (0,235m)^2} = 1,5 \frac{m}{sek}.$$

4-masala. Diametri 52 va 82 mm bo'lgan quvurlar ketma-ket ulangan.

Quvurdan oqayotgan suv sarfi $Q = 48 \frac{l}{min}$ ga teng bo'lsa, quvurlarda suvning oqish tezligini aniqlang.

Masalaning echimi:

1. Quvurlarning ko'ndalang kesimi yuzalarini aniqlash:

$$\omega_1 = \pi \cdot r^2 = 3,14 \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 = 0,785 \cdot (5,2sm)^2 = 21,2sm^2;$$

$$\omega_2 = \pi \cdot r^2 = 3,14 \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 = 0,785 \cdot (8,2sm)^2 = 52,8sm^2;$$

2. Quvurlarda suvning oqish tezliklarini aniqlash:

$$g_1 = \frac{Q}{\omega_1} = \frac{48l/min}{21,2sm^2} = \frac{0,8 \frac{1000sm^3}{sek}}{21,2sm^2} = 37,7 \frac{sm}{sek} = 0,377 \frac{m}{sek};$$

$$g_2 = \frac{Q}{\omega_2} = \frac{48l/min}{52,8sm^2} = \frac{0,8 \frac{1000sm^3}{sek}}{52,8sm^2} = 15,2 \frac{sm}{sel} = 0,152 \frac{m}{sek}.$$

Bajarilgan ishning tahliliy bayonnomasini tuzish bo'yicha tavsiyalar 1-amaliy mashg'ulot yakunida keltirilgan.

Sinov savollari va topshiriqlar:

1. Uzun quvurlar haqida nimalarni bilasiz?
2. Oddiy va murakkab tizimli quvurlarning farqi nimada?
3. Uzun quvurlarni hisoblashda aniqlanishi talab etiladigan asosiy gidravlik kattaliklarni bilasizmi?

4. Uzunlik bo'yicha yo'qotilgan naporni hisoblashning umumiy ifodasini yozib bering.

5. Quvurda suvning oqish tezligini hisoblash ifodasi qanday ko'rinishda bo'ladi?

6. Suv sarfini hisoblash ifodasini bilasizmi?

7. Uzun quvurlarda uzunlik bo'yicha yo'qotilgan naporni hisoblash ifodasi qanday ko'rinishda bo'ladi?

8. Uzun quvurlarni gidravlik hisoblashga oid masalalar nechta tipga bo'linadi?

9. Quvurlarni gidravlik hisoblash usullaridan amaliyotda foydalanish imkoniyatlariga misollar keltiring.

5 - amaliy mashg'ulot

Qisqa quvurlar uchun gidravlik hisoblashlar

Ishning maqsadi: Mazkur amaliy mashg'ulotning asosiy maqsadi talabalarni qisqa quvurlar ya'ni, dyuker va sifonlarga oid bajariladigan gidravlik hisoblash ishlarini amalga oshirish bo'yicha tajriba, ko'nikma va malakalar hosil qilishdan iborat.

Tayanch atama va iboralar: qisqa quvurlar, sifon, dyuker, temir-betonli dyuker, toshqin suvlari, yuqori rezervuar, quyi rezervuar, ishqalanish koeffitsiyenti, mahalliy qarshilik, mahalliy qarshiliklarning yig'indi koeffitsiyenti.

Ishning nazariy asoslari. Qisqa quvurlardan amaliyotda keng foydalaniladi. Ularga sifon, dyuker kabi suv inshootlari misol bo'ladi.

Qisqa quvurlarni gidravlik hisoblashda naporning uzunlik bo'yicha yo'qotilishini ham, joydagi yo'qotilishini ham hisobga olish kerak. Quyida suv xo'jaligi, transport kommunikatsiyalarini qo'rish amaliyotida va boshqa sohalarda keng qo'llaniladigan *dyuker* va *sifonni* gidravlik hisoblash usullari bilan tanishamiz.

1. **Dyukerni gidravlik hisoblash.** Dyuker uchun Bernulli tenglamasini yozamiz (5.1 - rasm):

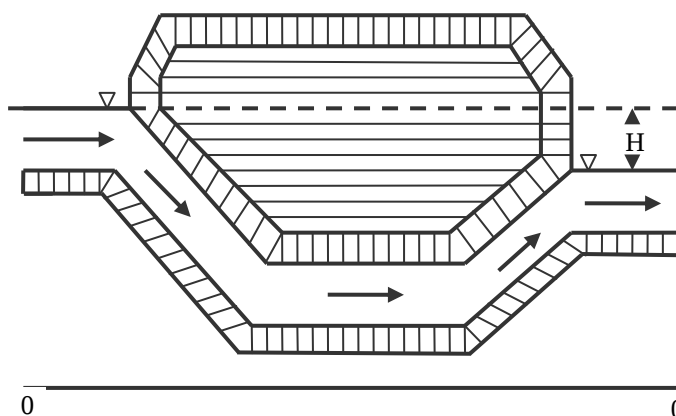
$$\frac{\alpha \cdot g_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{\alpha \cdot g_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + h_f.$$

Tenglamani tahlil qilamiz: 1) $g_1 = g_2$; 2) $\frac{p_1}{\gamma} = \frac{p_2}{\gamma} = \frac{p_a}{\gamma}$; 3) $z_1 - z_2 = h_f$.

Ushbu xulosalar asosida h_f ni quyidagicha aniqlaymiz:

$$h_f = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{g^2}{2g} + (\xi_k + 2\xi_m + \xi_u) \frac{g^2}{2g},$$

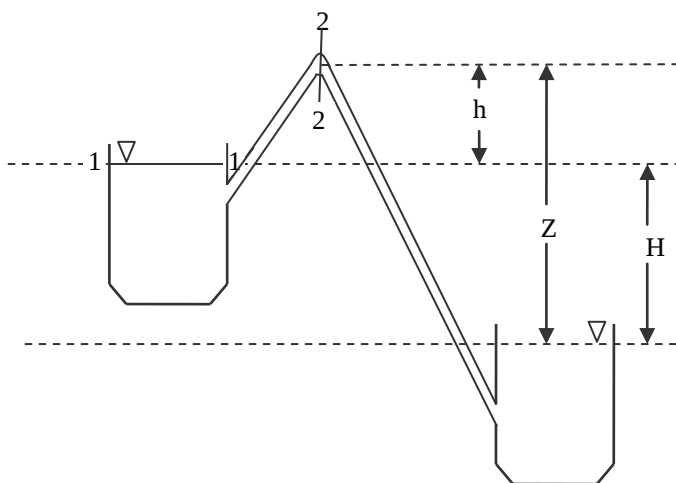
bu yerda: ξ_k va ξ_{ch} - dyukerga kirish va chiqishdagi mahalliy qarshilik koeffitsiyentlari, ξ_t - dyukerning tirsaklaridagi mahalliy qarshilik koeffitsiyentlari.



5.1 - rasm.

Demak, yuqoridagi ifodadan ko‘rinib turibdiki, dyukerdan suv oqib o‘tishini kafolatlash uchun h_f ni aniq hisoblash lozim va u $h_f < z_1 - z_2$ shartini bajarishi lozim.

2. Sifonni gidravlik hisoblash. Sifonni ishlash tamoyili cho‘qqida vakuum hosil bo‘lishiga asoslangan (5.2 - rasm). Sifondan oqib o‘tadigan suyuqlik sarfi vakuum miqdoriga, cho‘qqining balandligiga va sifon tizimida yo‘qotilgan naporga bog‘liq.



5.2 - rasm.

Sifon uchun Bernulli tenglamasi:

$$\frac{\alpha \cdot g_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + z_1 = \frac{\alpha \cdot g_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + z_2 + h_f.$$

Ushbu ifodani tahlil qilamiz: 1) $g_1 \approx 0$; 2) $\frac{P_1}{\gamma} = \frac{P_a}{\gamma}$; 3) $g_2 = g$.

Tahlil natijalarini hisobga olamiz:

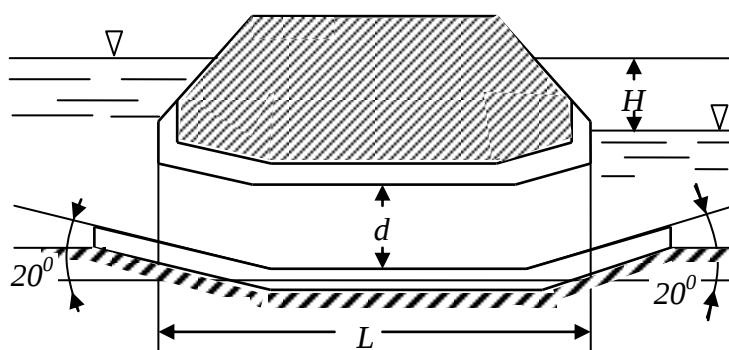
$$\frac{P_a}{\gamma} + z_1 = \frac{\alpha \cdot g^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + z_2 + h_f;$$

$$\frac{\alpha \cdot g^2}{2g} = \frac{P_a}{\gamma} - \frac{P_2}{\gamma} + z_1 - z_2 - h_f;$$

$$\frac{P_2}{\gamma} < \frac{P_a}{\gamma} \{ P_g = P_a - P_r; \quad \frac{P_a}{\gamma} - \frac{P_2}{\gamma} = \frac{P_a - P_2}{\gamma} = \frac{P_g}{\gamma};$$

Yuqoridagi ifodalarlan ko‘rinib turibdiki, $\frac{\alpha \cdot g^2}{2g} = \frac{P_g}{\gamma} - (z_2 - z_1) - h_f$ sharti bajarilgandagina sifonda suyuqlik harakatga keladi va u o‘z vazifasini bajara boshlaydi.

1-masala. Uzunligi $l = 50m$ bo‘lgan temir-betonli dyukerdan $Q = 2,5 \frac{m^3}{sek}$ miqdordagi suv sarfini $g = 3 \frac{m}{sek}$ tezlikda o‘tkazish uchun dyukerning diametri (d) va yuqori hamda quyi qismlaridagi suv sathlari farqi (H) qanday qiymatlarda bo‘lishi lozimligi aniqlansin (5.3-rasm).



5.3-rasm

Masalaning echimi:

1. Ko‘ndalang kesimi doira shaklida bo‘lgan dyukerning diametrini aniqlash:

1) ma’lumki, suv sarfini aniqlash ifodasi $Q = g \cdot \omega$; ko‘rinishda edi. Ushbu ifodadagi ω jonli kesma maydoni bo‘lib, uning qiymati $\omega = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot \frac{d^2}{4}$ ifoda bilan aniqlanadi;

2) oxirgi ifodani suv sarfi ifodasiga quysak, kuyidagiga ega bo‘lamiz:

$$Q = g \cdot \pi \cdot \frac{d^2}{4};$$

3) demak, dyukerning diametri d quyidagiga teng bo'ladi: $d^2 = \frac{4Q}{\pi \cdot g}$;

4) shu ifoda bilan dyukerning diametrini aniqlaymiz:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot g}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,5 \frac{m^3}{sek}}{3,14 \cdot 3,0 \frac{m}{sek}}} = 1,03m.$$

2. Dyukerning yuqori hamda quyi qismlaridagi suv sathlari farqini aniqlash:

$$H = \frac{Q^2}{\mu_{sist}^2 \cdot \omega^2 \cdot 2 \cdot g} = \frac{\left(2,50 \frac{m^3}{sek}\right)^2}{0,52^2 \cdot \left(\frac{3,14 \cdot 1,0m^2}{4}\right)^2 \cdot 2 \cdot 9,81 \frac{m}{sek^2}} = 1,9m$$

2.1. Ushbu ifodadagi μ_{sist} dyukerning suv sarfi koeffitsiyenti bo'lib, uning qiymati quyidagiga teng:

$$\mu_{sist} = \sqrt{\frac{1}{1 + \sum \xi}} = \sqrt{\frac{1}{1 + 2,65}} = 0,52;$$

2.2. Ifodadagi $\sum \xi$ yig'indi qarshilik koeffitsiyenti bo'lib, uning qiymati quyidagi yig'indiga teng:

$$\sum \xi = \xi_{kir} + \xi_l + 2 \cdot \xi_{qayr} + \xi_{chiq},$$

bu yerda: ξ_{kir} - dyukerga suv kirishidagi qarshilik koeffitsiyenti; ξ_l - uzunlik bo'yicha ko'rsatiladigan qarshilik koeffitsiyenti; $2 \cdot \xi_{qayr}$ - dyuker tirsaklarida ko'rsatiladigan qarshiliklarni hisobga oladigan koeffitsiyenti; ξ_{chiq} - dyukerdan chiqishdagi qarshilik koeffitsiyenti.

Temir-betonli dyukerlarda $\xi_{kir} = 0,5$ ga teng deb olinadi.

Uzunlik bo'yicha ko'rsatiladigan qarshilik koeffitsiyenti ξ_l quyidagi ifoda bilan aniqlanadi;

$$\xi_l = \lambda \frac{l}{d}.$$

Dyuker tirsaklarida ko'rsatiladigan qarshiliklarni hisobga oladigan koeffitsiyent temir-betonli dyukerlarda $\xi_{qayr} = 0,05$ ga teng bo'ladi. Dyukerdan chiqishdagi qarshilik koeffitsiyenti $\xi_{chiq} = 1,0$ ga teng deb qabul qilamiz.

Demak, dyuker tizimidagi yigʻindi qarshilik koeffitsiyenti quyidagiga teng boʻladi:

$$\sum \xi = 0,5 + \lambda \frac{l}{d} + 2 \cdot 0,05 + 1,0 = 1,6 + \lambda \frac{l}{d};$$

2.3. Oxirgi ifodadagi Darsi koeffitsiyenti λ quyidagicha aniqlanadi;

$$\lambda = \frac{8 \cdot g}{C^2} = \frac{8 \cdot 9,81 \frac{m}{sek^2}}{(61 \sqrt{m} / sek)^2} = 0,021.$$

Oxirgi ifodada «C» Shezi koeffitsiyenti boʻlib u, quyidagiga teng:

$$C = \frac{1}{n} \cdot r^{1/6} = \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{d}{4} \right)^{1/6} = \frac{1}{0,013} \cdot \left(\frac{1m}{4} \right)^{1/6} = 61 \frac{\sqrt{m}}{sek},$$

ifodadagi n - oʻzan gʻadir-budirli koeffitsiyenti boʻlib, betonli oʻzanlar uchun $n = 0,013$ ga teng.

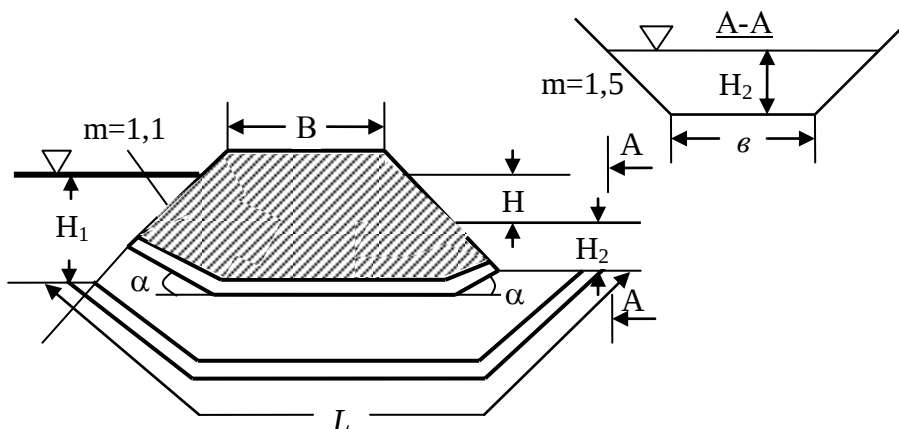
2.4. Yuqoridagilarni hisobga olsak, yigʻindi qarshilik koeffitsiyenti

$$\sum \xi = 1,6 + 0,021 \cdot \frac{50m}{1,0m} = 2,65$$

qiymatga teng boʻladi.

2-masala. Daryo va soylardagi toshqin suvlarini oʻtkazish uchun avtomobil yoʻlining ostida temir-betonli dyuker qurilgan. Agar undagi suv sarfi $Q = 4,0 \frac{m^3}{sek}$,

burchaklari $\alpha = 30^\circ$, suvning oqish tezligi $\vartheta = 3-4 \frac{m}{sek}$, uzunligi $l = 15m$ va yuqori tomonidagi suv sathi $H_1 = 2m$ ga teng boʻlsa, dyukerning diametri (d) va uning yuqori hamda quyi qismlaridagi suv sathlarining farqi (H) ni aniqlang (5.4-rasm).



5.4-rasm

Masalaning echimi:

1) yuqoridagi ifodalarga asoslangan holda dyukerning diametri (d) ni aniqlashda quyidagi ifodadan foydalanamiz:

$$d = \sqrt{\frac{Q}{0,785 \cdot g}} = \sqrt{\frac{4 \text{ m}^3/\text{sek}}{0,785 \cdot 3 \text{ m}/\text{sek}}} = 1,30 \text{ m}$$

2) dyukerning yuqori hamda quyi qismlaridagi suv sathlarining farqi (H) quyidagicha aniqlanadi;

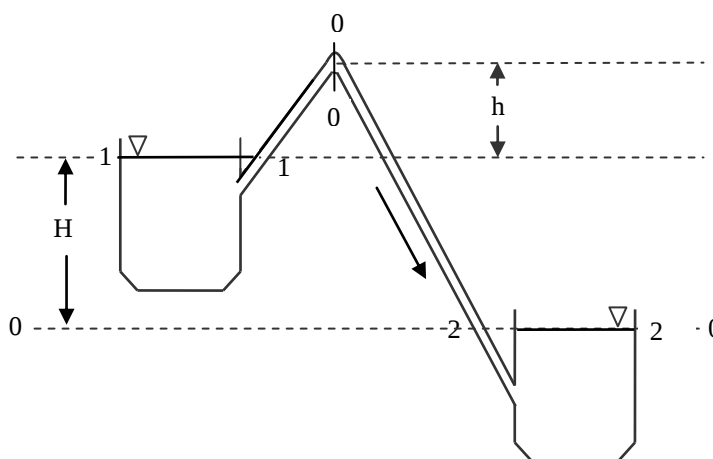
$$H = \frac{g^2}{2 \cdot g} = \frac{\left(3 \frac{\text{m}}{\text{sek}}\right)^2}{2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{sek}^2}} = 0,46 \text{ m}$$

3) dyukerdagi suv sathlarining farqi (H) ma'lum bo'lgach, dyukerning quyi qismidagi suv sathini aniqlash mumkin:

$$H_2 = H_1 - H = 2 - 0,46 = 1,54 \text{ m}.$$

3-masala. Sifon yordamida suv yuqori rezervuardan quyi rezervuarga tushirilmoqda. Sifon quvurining uzunligi $l = 200 \text{ m}$, diametri $d = 100 \text{ mm}$, rezervuarlardagi suv sathlari farqi $H = 5,0 \text{ m}$, ishqalanish koeffitsiyenti $\lambda = 0,03$ va mahalliy qarshiliklarning yig'indi koeffitsiyenti $\Sigma \xi_M = 12$ ga teng bo'lsa, undagi suv sarfi (Q) va suvning oqish tezligi (g) aniqlansin. Rezervuarlarning suv yuzalaridagi bosimlar bir xil (5.5-rasm).

Masalalarning variantlari V ilovada keltirilgan.



5.5-rasm

Masalaning echimi:

1. Sifon uchun quyidagi tengliklarni yozamiz:

$$H = \sum h_f = \sum \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{g^2}{2 \cdot g} + \sum \xi_M \cdot \frac{g^2}{2 \cdot g};$$

$$H = \sum h_f = \frac{g^2}{2 \cdot g} \left(\lambda \cdot \frac{l}{d} + \sum \xi_M \right);$$

$$5m = \frac{g^2}{2 \cdot 9,81 \frac{m}{sek^2}} \left(0,03 \cdot \frac{200m}{0,10m} + 12 \right);$$

$$5m = \frac{g^2}{2 \cdot 9,81 \frac{m}{sek^2}} (60 + 12);$$

$$5m = \frac{g^2}{2 \cdot 9,81 \frac{m}{sek^2}} \cdot 72;$$

$$5m = 3,67 \frac{m}{sek^2} \cdot g^2;$$

2. Oxirgi ifoda yordamida sifondan oqayotgan suvning o'rtacha tezligini aniqlaymiz:

$$g^2 = \frac{5m}{3,67 \frac{m}{sek^2}} = 1,36 \frac{m^2}{sek^2};$$

$$g = \sqrt{1,36 \frac{m^2}{sek^2}} = 1,17 \frac{m}{sek};$$

3. Sifondan oqayotgan suvning o'rtacha tezligi ma'lum bo'lgach, jonli kesma maydoni quyidagicha aniqlanadi:

$$\omega = 0,785 \cdot d^2 = 0,785 \cdot (10sm)^2 = 78,5sm^2;$$

4. Sifondan oqayotgan suvning o'rtacha tezligi va jonli kesma maydoni ma'lum bo'lgach, undagi suv sarfi quyidagiga teng bo'ladi:

$$Q = g \cdot \omega = 116 \frac{sm}{sek} \cdot 78,5sm^2 = 9106 \frac{sm^3}{sek} = 9,11 \frac{l}{sek}.$$

Bajarilgan ishning tahliliy bayonnomasini tuzish bo'yicha tavsiyalar 1-amaliy mashg'ulot yakunida keltirilgan.

Sinov savollari va topshiriqlar:

1. Qisqa quvurlar haqida nimalarni bilasiz?
2. Oddiy va murakkab tizimli quvurlarining farqi nimada?
3. Quvurlarni gidravlik hisoblash usullaridan amaliyotda foydalanish

imkoniyatlariga misollar keltiring.

4. Dyukerni gidravlik hisoblash qanday amalga oshiriladi?

5. Sifonni gidravlik hisoblashda qanday kattaliklar zarur bo'ladi?

6- amaliy mashg'ulot

Bernulli diagrammasini tuzish

Ishning maqsadi. Amaliy mashg'ulotning asosiy maqsadi talabalarda Bernulli diagrammasini tuzish, "p'zometrik" hamda "napor" chiziqlarini o'tkazish usullarini amalda qo'llash bo'yicha tajriba, ko'nikma va malakalar hosil qilishdan iborat.

Tayanch atamalar va iboralar: Bernulli tenglamasi, Bernulli diagrammasi, suv sarfi, bosim balandligi, napor, pzometrik chiziq, ekvivalent g'adir-budirlik koeffitsiyenti, tenglashtirish tekisligi, Darsi koeffitsiyenti, mahalliy qarshilik.

Ishning nazariy asoslari.

1. Napor yo'qolishini hisobga olmagan holda suv sarfini aniqlash va p'ezometrik chiziqni o'tkazish. Napor yo'qotilishini hisobga olmagan holda suv sarfini aniqlash va p'ezometrik chiziqni o'tkazishda quyidagi nazariy bilimlarga tayanamiz. Masalani echish uchun 6.1-rasmdagi chizmani masshtab asosida chizish kerak, buning uchun chizmani maxsus formatga joylashtirishni hisobga olib, gorizonta va vertikal masshtablar tanlab olinishi zarur. Hisoblashlar esa quyidagi ketma-ketlikda bajariladi.

1.1. Suv sarfini aniqlash. Chizmada ko'rsatilgan 0-0 va 3-3 qirqimlar uchun D.Bernulli tenglamasini tuzamiz. Ko'rinib turibdiki, 0-0 qirqim idishdagi suv sathida, 3-3 qirqim esa quvurdan chiqayotgan qismda joylashgan. Quvur o'qidan o'tgan gorizonta tekislikni tenglashtirish tekislikligi sifatida qabul qilamiz. U holda, yuqoridagi qirqim uchun D.Bernulli tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{g_0^2}{2g} + \frac{P_0}{\gamma} + Z_0 = \frac{g_3^2}{2g} + \frac{P_3}{\gamma} + Z_3 \quad (6.1)$$

bu yerda; $Z_0 = H$, $Z_3 = 0$, $P_0 = P_a = P_3$, γ - suvning solishtirma og'irligi, g_0 - 00 qirqimda suvning oqish tezligi, idishning yuzasi katta bo'lgani uchun bu tezlik juda

kichik, shuning uchun $\frac{g_0^2}{2g} = 0$ deb qabul qilamiz, g_3 - 3-3 qirqimdagi suvning tezligi. Yuqoridagilarni hisobga olib, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$H = \frac{g_3^2}{2 \cdot g} \text{ yoki } g_3 = \sqrt{2 \cdot g \cdot H}. \quad (6.2.)$$

Suv sarfi esa

$$Q = g_3 \cdot \omega_3 \quad (4.3)$$

ifoda bilan aniqlanadi. Bu yerda ω_3 - 3-3 qirqimning ko'ndalang kesimi yuzasi bo'lib,

$$\omega_3 = 0,785 \cdot d_3^2 \quad (6.4)$$

ifoda bilan topiladi.

1.2. P'ezometrik chiziqni o'tkazish: Ma'lumki, p'ezometrik chiziq oqimning solishtirma potensial energiyasining quvur uzunligi bo'yicha o'zgarishini ifodalaydi. Solishtirma potensial energiya quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$E_p = Z + \frac{P}{\gamma}, \quad (6.5)$$

bu yerda Z – geometrik balandlik (holat energiyasi)ni, $\frac{P}{\gamma}$ - p'ezometrik balandlik (bosim energiyasi)ni ifodalaydi.

Tenglashtirish tekisligi quvur o'qidan o'tkazilganligi uchun $Z = 0$ bo'lib, p'ezometrik chiziqni chizishda faqat $\frac{P}{\gamma}$ ning qiymati hisobga olinadi (quvur o'qiga nisbatan). Quvurning ayrim qismlari uchun p'ezometrik balandlikni aniqlashda Bernulli va suv sarfi doimiyliги tenglamalaridan foydalanamiz.

Chizmadagi 0-0 va 1-1 qirqimlar uchun Bernulli tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$H + \frac{P_0}{\gamma} = \frac{P_1}{\gamma} + \frac{g_1^2}{2 \cdot g}, \quad (6.6)$$

bu yerda P_1 – 1-1 qirqimdagi to'liq gidrostatik bosim, g_1 - shu qirqimdagi suvning oqish tezligi, $\frac{g_1^2}{2 \cdot g}$ - shu qirqimdagi tezlik nabori (kinetik energiya).

Yuqoridagi (6.6) ifodadan quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$\frac{P_1 - P_0}{\gamma} = H - \frac{g_1^2}{2 \cdot g} \quad (6.7)$$

bu yerda $P_1 - P_0 = P_{1u}$ - 1-1 qirqidagi ortiqcha gidrostatik bosimdir. U holda quyidagicha yozamiz:

$$\frac{P_{1u}}{\gamma} = H - \frac{g_1^2}{2 \cdot g}, \quad (6.8)$$

Oxirgi ifodada balandlik (H) ma'lum. Tezlik g_1 ni aniqlash uchun suv sarfi doimiyligi tenglamasidan foydalanamiz:

$$g_1 \cdot \omega_1 = g_2 \cdot \omega_2. \quad (6.9)$$

Bu ifodadan g_1 ni topamiz:

$$g_1 = g_3 \frac{\omega_3}{\omega_1} = g_3 \frac{\alpha_3^2}{\alpha_1^2}. \quad (4.10)$$

Noma'lum H va g_1 larning qiymatlarini (6.8) ifodaga qo'yib, 1-1 qirqidagi p'ezometrik balandlikni topamiz va bu qiymatlarni quvur o'qiga nisbatan yuqori tomon, masshtab asosida qo'yamiz. Quvurning shu qismida diametr bir xil va qarshilik tufayli naporning yo'qolishi hisobga olinganligi uchun p'ezometrik balandlik gorizonta to'g'ri chiziqdan iborat bo'ladi.

Quvurning ikkinchi qismi uchun ham p'ezometrik balandlik qiymati yuqoridagi kabi topiladi, ya'ni;

$$\frac{P_{2u}}{\gamma} = H - \frac{g_2^2}{2 \cdot g}, \quad (6.11)$$

$$g_2 = g_3 \frac{\alpha_3^2}{\alpha_2^2} \quad (6.12)$$

Yuqoridagi (6.11) ifoda yordamida $\frac{P_{2u}}{\gamma}$ ning qiymati topilib, masshtab asosida chizmaga tushiriladi. Quvurning uchinchi qismi uchun yuqoridagi hisoblashlar takrorlanadi.

2. Napor yo'qolishini hisobga olgan holda suv sarfini aniqlash va p'ezometrik chiziqni o'tkazish. Ushbu masalaning hal etish uchun yangi chizmadan foydalanamiz (6.2-rasm).

2.1. Suv sarfi va umumiy yo‘qotilgan naporni aniqlash. Yuqorida tanlab olingan tenglashtirish tekisligi ($Z = Z$) ga nisbatan 0-0 va 3-3 qirqimlar uchun Bernulli tenglamasini tuzamiz:

$$H + \frac{P_0}{\gamma} + \frac{g_0^2}{2 \cdot g} = Z + \frac{P_3}{\gamma} + \frac{g_3^2}{2 \cdot g} + h_f, \quad (6.13)$$

bu ifoda $\frac{g_0^2}{2 \cdot g} = 0$, $Z = 0$ h_f - 0-0 va 3-3 qirqimlar orasida umumiy yo‘qotilgan napor. Yuqoridagi (6.13) ifodada $\frac{P_0}{\gamma} = \frac{P_3}{\gamma}$ ekanligini hisobga olsak; u quyidagi ko‘rinishga keladi:

$$H = \frac{g_3^2}{2 \cdot g} + h_f. \quad (6.14)$$

Oxirgi tenglamadan ko‘rinib turibdiki, tezlik g_3 ni aniqlash uchun umumiy yo‘qotilgan napor h_f ni hisoblash talab etiladi. Ma’lumki, uning qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$h_f = \sum h_{uz} + \sum h_M, \quad (6.15)$$

bu yerda $\sum h_{uz}$ - oqim uzunligi bo‘yicha ko‘rsatilgan qarshilik tufayli yo‘qotilgan napor, $\sum h_M$ - joydagi (torayish, kengayish, burilish, tirsak) qarshiliklar tufayli yo‘qotilgan napor.

Oqim uzunligi bo‘yicha yo‘qotilgan napor quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$h_{uz} = \lambda \frac{l}{\alpha} \cdot \frac{g^2}{2 \cdot g}, \quad (6.16)$$

bu yerda λ - Darsi ko‘effitsiyenti (gidravlik ishqalanish ko‘effitsiyenti), l - quvurning uzunligi, α - diametri, g – oqimning shu uchaskasidagi o‘rtacha tezligi.

Darsi ko‘effitsiyentini Shifrinson ifodasi yordamida aniqlaymiz:

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{k_e}{\alpha} \right)^{0,25}, \quad (6.17)$$

ifodadagi k_e - ekvivalent g‘adir-budirlik bo‘lib, uning qiymati masala shartida berilgan.

Mahalliy qarshiliklar tufayli yo‘qotilgan napor quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$h_M = \xi \frac{g^2}{2 \cdot g}, \quad (6.18)$$

bu yerda ξ - mahalliy qarshilik koeffitsiyenti bo'lib, turli xildagi qarshiliklar uchun uning qiymatlari maxsus jadvallarda berilgan (5-9). Ko'rilayotgan masalada mahalliy qarshilikning quyidagi turlari mavjud.

Quvurga kirishda qarshilik koeffitsiyentining qiymati kirish qismining shakliga bog'liq bo'lib, ko'rilayotgan masalada $\xi_1=0,5$ ga teng va shuning uchun quvurga kirishda yo'qotilgan bosim balandligi (napor)

$$h_{M1} = 0,5 \frac{g_1^2}{2 \cdot g}, \quad (6.19)$$

ifoda bilan aniqlanadi. Bu yerda g_1 – quvurning birinchi uchaskasidagi o'rtacha tezlik.

Keskin kengayish quvurning birinchi qismidan ikkinchi qismiga o'tishda kuzatiladi. Bu holda qarshilik koeffitsiyenti $\xi_2 = (\frac{\omega_2}{\omega_1} - 1)^2$ ifoda bilan aniqlanadi.

Keskin kengayish tufayli yo'qotilgan napor quyidagicha hisoblanadi:

$$h_{M2} = (\frac{\omega_2}{\omega_1} - 1)^2 \frac{g_2^2}{2 \cdot g}, \quad (6.20)$$

ifodada g_2 – quvurning o'rtacha qismidagi tezlik, ω_1 va ω_2 – mos ravishda tor va keng diametrli qismlarning ko'ndalang kesim yuzalari.

Suvning 2-quvurdan 3-quvurga o'tishda diametrning keskin torayishi ro'y bermoqda. Shuning uchun, qarshilik koeffitsiyenti ξ_3 ning qiymati $\frac{\omega_3}{\omega_2}$ nisbatga bog'liq bo'lib, 6.2-jadval yordamida aniqlanadi:

Quvurdan chiqishda yo'qotilgan bosim balandligi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$h_{M3} = \xi_3 \frac{g_3^2}{2 \cdot g}, \quad (6.21)$$

ifodadagi g_3 – suvning quvurdan oqib chiqishdagi o'rtacha tezligidir.

Yuqoridagilar aniqlangach, umumiy yo'qotilgan bosim balandligi quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi:

$$h_f = h_{uz1} + h_{uz2} + h_{uz3} + h_{M1} + h_{M2} + h_{M3}, \quad (6.22)$$

bu yerda h_{uz1} , h_{uz2} va h_{uz3} - quvurning 1, 2 va 3-qismlari uzunliklari bo'yicha yo'qotilgan bosim balandliklari h_{M1} , h_{M2} , h_{M3} - tufayli yo'qotilgan bosim balandliklari.

Suv sarfi doimiyligi tenglamasi $\mathcal{G}_i \cdot \omega_i = \mathcal{G}_3 \cdot \omega_3$ ga asosan $\mathcal{G}_i = \mathcal{G}_3 \frac{\omega_3}{\omega_i} = \mathcal{G}_3 \frac{d_3^2}{d_i^2}$ deb yozamiz. Shu shartga ko'ra (6.22) ifoda quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$h_f = k \frac{\mathcal{G}_3^2}{2 \cdot g}, \quad (6.23)$$

bu yerda $k = \lambda_1 \frac{l_1}{d_1} \left(\frac{\omega_3}{\omega_1}\right)^2 + \lambda_2 \frac{l_2}{d_2} \left(\frac{\omega_3}{\omega_2}\right)^2 + \lambda_3 \frac{l_3}{d_3} + \xi_1 \left(\frac{\omega_3}{\omega_1}\right)^2 + \xi_2 \left(\frac{\omega_3}{\omega_2}\right)^2 + \xi_3$.

Yuqoridagi (6.14) va (6.23) ifodalardan quyidagicha yozish mumkin:

$$H = \frac{\mathcal{G}_3^2}{2 \cdot g} + k \frac{\mathcal{G}_3^2}{2 \cdot g} = (1+k) \frac{\mathcal{G}_3^2}{2 \cdot g}. \quad (6.24)$$

Oxirgi ifoda H va K ning ma'lum qiymatlari asosida $\mathcal{G}_3$ ni hisoblash ifodasini quyidagi ko'rinishda yozishga imkon beradi:

$$\mathcal{G}_3 = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot H}{1+k}}. \quad (6.25)$$

Suv sarfi $Q = \mathcal{G}_3 \cdot \omega_3$ ifoda yordamida aniqlangach, (6.23) tenglama bilan umumiy yo'qotilgan bosim balandligining qiymati (h_f) ni aniqlaymiz.

P'ezometrik chiziqni o'tkazish maqsadida quyidagi xarakterli qirqimlar uchun p'ezometrik balandliklarning qiymati aniqlanadi: a) quvurga kirishdagi qirqimda; b) keskin kengayishdan oldin va keyin; v) keskin torayishdan oldin va keyin; g) quvurdan chiqishda.

Bu qirqimlar 6.1-rasmda a, b, v, g, d, e lar bilan belgilangan. Har bir qirqim uchun p'ezometrik balandlikning qiymatlari alohida-alohida aniqlanadi:

$$\frac{p}{\gamma} = H - \frac{\mathcal{G}_1^2}{2 \cdot g} - h_z. \quad (6.26)$$

Shu yo'l bilan qolgan qirqimlar uchun ham p'ezometrik balandliklar aniqlanadi. Bunda (6.26) ifodaga qirqimlarga mos tezliklar va ko'rilayotgan

qirqingacha yo‘qotilgan bosim balandliklarining yig‘indilari qo‘yiladi.

Topilgan qiymatlarni quvur o‘qiga nisbatan yuqori tomon masshtab asosida joylashtirib, ularning yuqori nuqtalarini to‘g‘ri chiziqlar yordamida tutashtiramiz va p‘ezometrik chiziqni hosil qilamiz.

Agar har bir qirqimdagi tezlik bosimi balandliklari qiymatlarini ham qo‘ysak, bosim balandligi chizig‘ini hosil qilamiz. U holda, idishdagi suv sathidan vertikal bo‘yicha bosim balandligi chizig‘igacha bo‘lgan masofa yo‘qotilgan bosim balandligi qiymatini xarakterlaydi.

Masala. O‘zgarmas bosim balandligi (o‘zgarmas napor)ga ega bo‘lgan idishga ulangan o‘zgaruvchi qirqimli quvurdan suv atmosferaga oqib chiqmoqda, quyidagi ikki holat uchun suv sarfi aniqlanib, p‘ezometrik chiziq o‘tkazilsin:

1) qarshilik tufayli bosim balandligi (napor) ning kamayishini hisobga olmay;

2) qarshilik tufayli bosim balandligi (napor) ning kamayishini hisob olib.

Berilgan: Idishdagi suv bosimining balandligi, ya’ni napor $H = 10$ m, quvurning birinchi uchastkasining diametri $d_1 = 0,40$ m, uzunligi $l_1 = 45$ m, quvurning ikkinchi uchastkasining diametri $d_2 = 0,30$ m, uzunligi $l_2 = 60$ m, quvurning uchinchi uchastkasining diametri $d_3 = 0,25$ m, uzunligi $l_3 = 72$ m bo‘lganda, Koriolis koeffitsiyenti $\alpha = 1$ deb qabul qilinsin va quvurning materiali chuyandan bo‘lib, uning ekvivalent g‘adir-budirligi $K_e = 1$ mm ga teng deb olinsin (variantlarning qiymatlari VI ilovada keltirilgan).

Masalani echimi:

I. Suv sarfini napor yuqolishini hisobga olmagan holda, ya’ni ideal holat uchun aniqlash va Bernulli diagrammasini tuzish:

1) yordamchi hisoblashlarni bajarish. Quvurlarning ko‘ndalang qirqimlari yuzalarini aniqlash:

a) $\omega_1 = 0,785 \cdot d_1^2 = 0,785 \cdot (0,40)^2 = 0,1256 m^2$;

b) $\omega_2 = 0,785 \cdot d_2^2 = 0,785 \cdot (0,30)^2 = 0,0706 m^2$;

v) $\omega_3 = 0,785 \cdot d_3^2 = 0,785 \cdot (0,25)^2 = 0,049 m^2$.

2. Quvurlardagi tezliklarni hisoblash:

$$a) \vartheta_3 = \sqrt{2 \cdot g \cdot H} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \frac{m}{sek^2} \cdot 10m} = \sqrt{196,2 \frac{m^2}{sek^2}} = 14,0 \frac{m}{sek};$$

$$b) \vartheta_2 = \frac{\vartheta_3 \cdot \omega_3}{\omega_2} = \frac{14,0 \frac{m}{sek} \cdot 0,049m^2}{0,07065m^2} = 9,71 \frac{m}{sek};$$

$$v) \vartheta_1 = \frac{\vartheta_3 \cdot \omega_3}{\omega_1} = \frac{14,0 \frac{m}{sek} \cdot 0,049m^2}{0,1256m^2} = 5,46 \frac{m}{sek}.$$

3. Quvurlardagi tezlik naporlarini aniqlash:

$$a) \frac{\vartheta_1^2}{2g} = \frac{\left(5,46 \frac{m}{sek}\right)^2}{2 \cdot 9,81 \frac{m}{sek^2}} = \frac{29,81 \left(\frac{m}{sek}\right)^2}{19,62 \frac{m}{sek^2}} = 1,520m;$$

$$b) \frac{\vartheta_2^2}{2g} = \frac{\left(9,71 \frac{m}{sek}\right)^2}{2 \cdot 9,81 \frac{m}{sek^2}} = \frac{94,28 \left(\frac{m}{sek}\right)^2}{19,62 \frac{m}{sek^2}} = 4,805m;$$

$$v) \frac{\vartheta_3^2}{2g} = \frac{\left(14,0 \frac{m}{sek}\right)^2}{2 \cdot 9,81 \frac{m}{sek^2}} = \frac{196 \left(\frac{m}{sek}\right)^2}{19,62 \frac{m}{sek^2}} = 9,99m.$$

4. P'ezometrik balandliklarni hisoblash:

$$a) \frac{P_1}{\gamma} = H - \frac{\vartheta_1^2}{2 \cdot g} = 10 - 1,520 = 8,48m;$$

$$b) \frac{P_2}{\gamma} = H - \frac{\vartheta_2^2}{2 \cdot g} = 10 - 4,805 = 5,195m;$$

$$v) \frac{P_3}{\gamma} = H - \frac{\vartheta_3^2}{2 \cdot g} = 10 - 9,99 = 0,01m.$$

5. Hisoblash natijalarini jadvalda jamlash:

6.1 – jadval

N, m	1 - quvur		2 - quvur		3 - quvur	
10,0	$\frac{\vartheta_1^2}{2g}$	$\frac{P_1}{\gamma}$	$\frac{\vartheta_2^2}{2g}$	$\frac{P_2}{\gamma}$	$\frac{\vartheta_3^2}{2g}$	$\frac{P_3}{\gamma}$
	1,520	8,48	4,805	5,195	9,99	0,01

6. Bernulli diagrammasini chizish (6.1- rasm).

7. Quvurlardagi suv sarfini hisoblash:

$$Q = \vartheta_1 \cdot \omega_1 = \vartheta_2 \cdot \omega_2 = \vartheta_3 \cdot \omega_3 = 5,46 \cdot 0,1256 = 9,71 \cdot 0,07065 = 14,0 \cdot 0,0490 = 0,686 \frac{m^3}{sek}.$$

II. Bernulli diagrammasini tuzish va suv sarfini napor yuqotilishini hisobga olgan holda, ya'ni real holat uchun aniqlash:

1. Quvurlardagi tezliklarni hisoblash:

1.1. Uchinchi quvurdagi tezlikni aniqlash:

$$g_3 = \sqrt{\frac{2g \cdot H}{1+K}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \frac{m}{sek^2} \cdot 10m}{1+11,0}} = \sqrt{\frac{196,2 \frac{m^2}{sek^2}}{12,0}} = \sqrt{16,35 \frac{m^2}{sek^2}} = 4,04 \frac{m}{sek};$$

a) ifodadagi K ning qiymatini aniqlash;

$$K = \lambda \cdot \frac{l_1}{d_1} \left(\frac{\omega_3}{\omega_1} \right)^2 + \lambda_2 \cdot \frac{l_2}{d_2} \left(\frac{\omega_3}{\omega_2} \right)^2 + \lambda_3 \cdot \frac{l_3}{d_3} + \xi_1 \left(\frac{\omega_3}{\omega_1} \right)^2 + \xi_2 \left(\frac{\omega_3}{\omega_2} \right)^2 + \xi_3 = 0,024 \frac{45m}{0,40m} \left(\frac{0,049}{0,1256} \right)^2 +$$

$$+ 0,0253 \frac{60m}{0,30m} \left(\frac{0,0490}{0,07065} \right)^2 + 0,0275 \frac{72m}{0,25m} + 0,5 \cdot \left(\frac{0,0490}{0,1256} \right)^2 + 0,20 \cdot \left(\frac{0,0490}{0,07065} \right)^2 + 0,20 =$$

$$= 0,024 \cdot 112,5 \cdot 0,16 + 0,0253 \cdot 200 \cdot 0,49 + 0,027 \cdot 288 \cdot 0,5 + 0,20 \cdot 0,49 \cdot 0,20 = 11,0$$

b) Darsi koefitsiyenti λ ning qiymatini aniqlash:

$$\lambda_1 = 0,11 \left(\frac{K_e}{d_1} \right)^{0,25} = 0,11 \left(\frac{0,001}{0,40} \right)^{0,25} = 0,11 \cdot 0,22 = 0,024;$$

$$\lambda_2 = 0,11 \left(\frac{K_e}{d_2} \right)^{0,25} = 0,11 \left(\frac{0,001}{0,30} \right)^{0,25} = 0,11 \cdot 0,23 = 0,0253;$$

$$\lambda_3 = 0,11 \left(\frac{K_e}{d_3} \right)^{0,25} = 0,11 \left(\frac{0,001}{0,25} \right)^{0,25} = 0,11 \cdot 0,25 = 0,0275.$$

v) mahalliy qarshilik koefitsiyenti ξ_M ning qiymatini aniqlash:

ξ_{M1} – quvurga kirishdagi qarshilik koefitsiyentining qiymati kirish qismining shakliga bog‘liq bo‘lib, ushbu masalada $\xi_{M1} = 0,5$ ga teng.

ξ_{M2} quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$\xi_{M2} = \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} - 1 \right)^2 = \left(\frac{0,07065m^2}{0,1256m^2} - 1 \right)^2 = 0,19.$$

Ushbu masalada suvning ikkinchi quvurdan uchinchi quvurga o‘tishida diametrning keskin torayishi ro‘y bermoqda. Shuning uchun, qarshilik koefitsiyenti ξ_{M3} ning qiymati $\frac{\omega_3}{\omega_2}$ nisbatga bog‘liq. Bu nisbat

$\xi_{M3} = \frac{\omega_3}{\omega_2} = \frac{0,0490m^2}{0,07065m^2} = 0,70$ ga teng bo'lib, $\xi_{M3} = 0,20$ ekanligi 4.2-jadvaldan topiladi:

6.2- jadval

ω_3 / ω_2	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90
ξ_3	0,47	0,42	0,38	0,34	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10

1.2. Ikkinchi quvurdagi tezlikni hisoblash:

$$g_2 = \frac{g_3 \cdot \omega_3}{\omega_2} = \frac{4,04 \frac{m}{sek} \cdot 0,049m^2}{0,07065m^2} = 2,80 \frac{m}{sek}.$$

1.3. Birinchi quvurdagi tezlikni hisoblash:

$$g_1 = \frac{g_3 \cdot \omega_3}{\omega_1} = \frac{4,04 \frac{m}{sek} \cdot 0,049m^2}{0,12546m^2} = 1,58 \frac{m}{sek}.$$

2. Quvurlardagi tezlik naporlarini hisoblash:

$$a) \frac{g_1^2}{2g} = \frac{\left(1,58 \frac{m}{sek}\right)^2}{2 \cdot 9,81 \frac{m}{sek^2}} = \frac{2,49 \left(\frac{m}{sek}\right)^2}{19,62 \frac{m}{sek^2}} = 0,127m;$$

$$b) \frac{g_2^2}{2g} = \frac{\left(2,80 \frac{m}{sek}\right)^2}{2 \cdot 9,81 \frac{m}{sek^2}} = \frac{7,84 \left(\frac{m}{sek}\right)^2}{19,62 \frac{m}{sek^2}} = 0,40m;$$

$$v) \frac{g_3^2}{2g} = \frac{\left(4,04 \frac{m}{sek}\right)^2}{2 \cdot 9,81 \frac{m}{sek^2}} = \frac{16,32 \left(\frac{m}{sek}\right)^2}{19,62 \frac{m}{sek^2}} = 0,83m.$$

3. Quvurlarda yo'qotilgan naporlarni hisoblash:

$$a) h_{y31} = \lambda_1 \cdot \frac{l_1}{d_1} \cdot \frac{g_1^2}{2 \cdot g} = 0,024 \cdot \frac{45m}{0,40m} \cdot 0,127m = 0,34m;$$

$$b) h_{y32} = \lambda_2 \cdot \frac{l_2}{d_2} \cdot \frac{g_2^2}{2 \cdot g} = 0,0253 \cdot \frac{60m}{0,30m} \cdot 0,40m = 2,04m;$$

$$v) h_{y33} = \lambda_3 \cdot \frac{l_3}{d_3} \cdot \frac{g_3^2}{2 \cdot g} = 0,0275 \cdot \frac{72m}{0,25m} \cdot 0,83m = 6,57m.$$

4. Mahalliy qarshiliklar tufayli yo'qotilgan naporlarni hisoblash:

$$\text{a) } h_{M1} = \xi_{M1} \cdot \frac{g_1^2}{2 \cdot g} = 0,5 \cdot 0,127m = 0,0635m ;$$

$$\text{b) } h_{M2} = \xi_{M2} \cdot \frac{g_2^2}{2 \cdot g} = 0,19 \cdot 0,40m = 0,076m ;$$

$$\text{v) } h_{M3} = \xi_{M3} \cdot \frac{g_3^2}{2 \cdot g} = 0,20 \cdot 0,83m = 0,166m .$$

5. P'ezometrik balandliklarni hisoblash:

$$\text{a) } \frac{P_1}{\gamma} = H - \left(\frac{g_1^2}{2 \cdot g} + h_{uz1} + h_{M1} \right) = 10m - (0,127m + 0,34m + 0,0635m) = 9,47m ;$$

$$\text{b) } \frac{P_2}{\gamma} = H - \left(\frac{g_2^2}{2 \cdot g} + h_{uz2} + h_{M2} \right) = 10m - (0,40m + 2,024m + 0,076m) = 7,5m ;$$

$$\text{v) } \frac{P_3}{\gamma} = H - \left(\frac{g_3^2}{2 \cdot g} + h_{uz3} + h_{M3} \right) = 10m - (0,83m + 6,57m + 0,166m) = 2,43m .$$

6. Hisoblash natijalarini jadvalda jamlash:

6.3-jadval

H , m	I - quvur				II - quvur				III - quvur			
	h_{M1}	h_{uz1}	$\frac{g_1^2}{2 \cdot g}$	$\frac{P_1}{\gamma}$	h_{M2}	h_{uz2}	$\frac{g_2^2}{2 \cdot g}$	$\frac{P_2}{\gamma}$	h_{M3}	h_{uz3}	$\frac{g_3^2}{2 \cdot g}$	$\frac{P_3}{\gamma}$
10,0	0,0635	0,34	0,127	9,47	0,076	2,024	0,40	7,5	0,17	6,57	0,83	2,43

7. Real holat uchun Bernulli diagrammasini chizish (6.2- rasm).

8. Suv sarfini hisoblash:

$$Q = g_1 \cdot \omega_1 = g_2 \cdot \omega_2 = g_3 \cdot \omega_3 = 1,58 \frac{m}{sek} \cdot 0,1256m^2 = 2,80 \frac{m}{sek} \cdot 0,07065m^2 = 4,04 \frac{m}{sek} \cdot 0,0490m^2 = 0,20 \frac{m^3}{sek}$$

Bajarilgan ishning tahliliy bayonini tuzish bo'yicha tavsiyalar 1 - amaliy mashg'ulotning yakunida keltirilgan.

Sinov savollari va topshiriqlar:

1. Tezlik bosimi balandligi, p'ezometrik balandlik, geodezik balandlik nima?

2. D.Bernulli tenglamasining energetik va geometrik ma'nosini izohlang.

3. P'ezometrik va bosim balandlikgi chiziqlari nima va ular qanday o'tkaziladi?

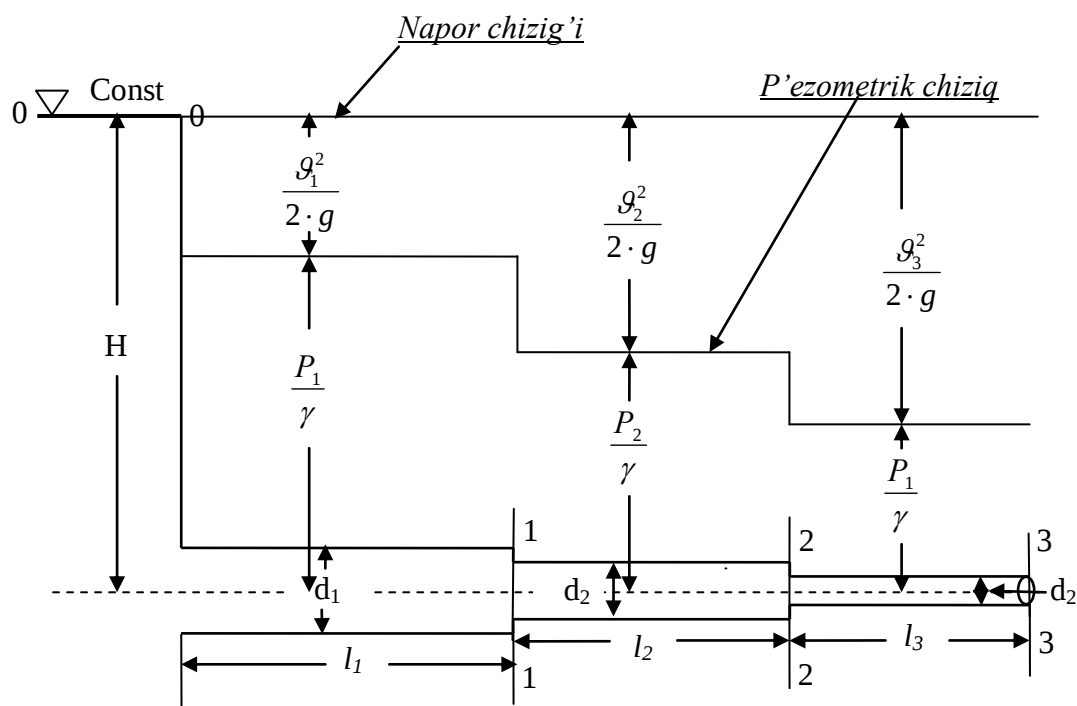
4. Kariolis koeffitsiyenti, uning tabiiy ma'nosi, qiymati haqida fikringizni ayting.

5. Suv sarfi doimiyligi tenglamasi nimani ifodalaydi?

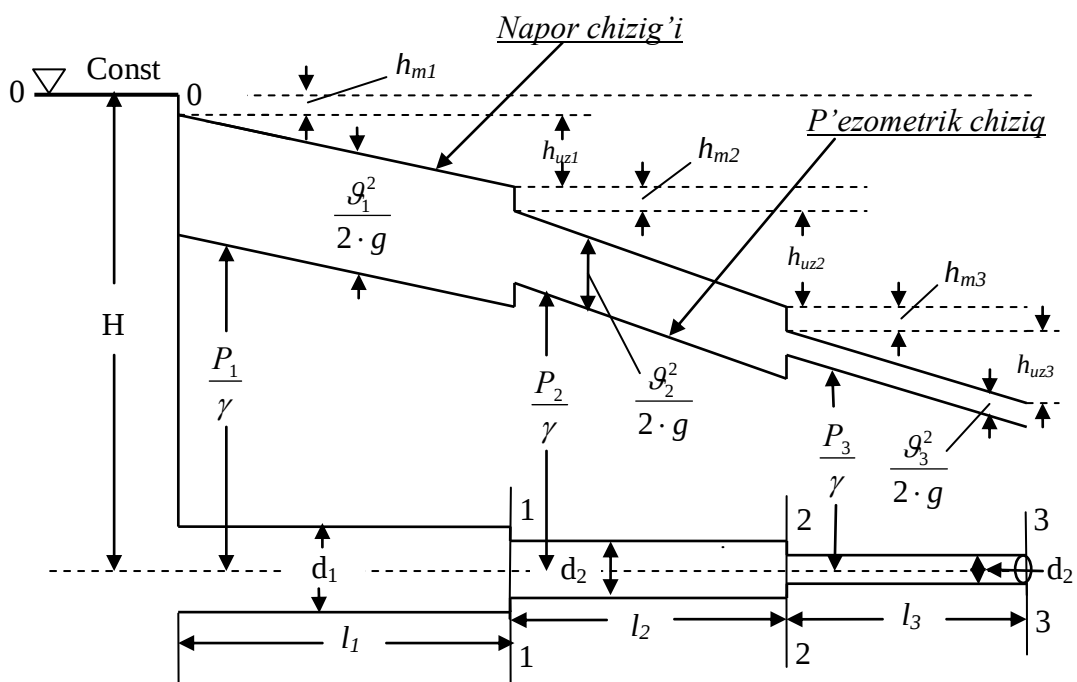
6. Bernulli tenglamasining barcha tashkil etuvchilari uzunlik o'lcham birligida ifodalanishini isbotlang.

7. Joyda yo'qotilgan bosim balandligi va uzunlik bo'yicha yo'qotilgan bosim balandligi orasidagi farq nimadan iborat?

8. Mahalliy qarshilik turlarini aytib bering.



6.1-rasm. Qarshilik tufayli bosim balandligi (napor) kamayishini hisobga olmagan holda



6.2-rasm. Qarshilik tufayli bosim balandligi (napor) kamayishini hisobga olgan holda

7 - amaliy mashg'ulot

Kanallar uchun gidravlik hisoblashlar

Ishning maqsadi. Ushbu amaliy mashg'ulotni bajarishdan ko'zda tutilgan asosiy maqsad talabalarda kanallarda bajariladigan gidravlik hisoblashlarga oid masalalarni echish usullarini amaliyotda qo'llash bilan bog'liq bo'lgan hisoblashlarni bajarish va ular asosida tegishli xulosalar chiqarish bo'yicha tajriba, ko'nikma hamda malakalar hosil qilishdan iborat.

Tayanch atamalar va iboralar: tekis harakat, notekis harakat, A.Shezi ifodasi, Shezi koeffitsiyenti, gidravlik radius, kanalning nishabligi, N.N.Pavlovskiy ifodasi, kanalning kengligi, kanaldagi suvning chuqurligi, kanal devorining qiyaligi, o'zanning g'adir-budurlik koeffitsiyenti, kanaldagi suvning oqish tezligi, suv sarfi, jonli kesma maydoni, namlangan perimetr, kanal o'zanining suv sarfi xarakteristikasi.

Ishning nazariy asoslari. *Tekis harakat* deb, o'zgarmas harakatdagi suyuqlik oqimining shunday turiga aytiladiki, unda oqimning barcha gidravlik elementlari (jonli kesma maydoni, tezlik, chuqurlik) oqim uzunligi va vaqt bo'yicha o'zgarmas bo'ladi.

Tekis harakatni kanallarda, ba'zan tabiiy ochiq o'zanlarda kuzatish mumkin. Shuning uchun kanallar uchun gidravlik hisoblashlarni bajarishda tekis harakat tenglamasidan foydalanamiz. Tekis harakat shartlari bajarilganda kanallar va daryolarni gidravlik hisoblashda A.Shezi ifodasi asosiy tenglama bo'lib xizmat qiladi:

$$Q = C \sqrt{R \cdot i}, \quad (7.1)$$

bu yerda C – Shezi koeffitsiyenti, $\sqrt{\frac{m}{sek}}$; R – gidravlik radius, m; i – suv yuzasi bo'yicha nishablik.

Shezi koeffitsiyentini emperik formulalar yordamida hisoblash mumkin. Hozirgi vaqtda ko'proq N.N.Pavlovskiy ifodasi qo'llaniladi:

$$C = \frac{1}{n} R^\nu \quad (7.2)$$

ifodada n – g‘adir-budurlik koeffitsiyenti bo‘lib, o‘zan xarakteristikasiga bog‘liq holda maxsus jadvallarda keltirilgan bo‘ladi, R – gidravlik radius, Y – o‘zan g‘adir-budurligi va gidravlik radiusga bog‘liq bo‘lib, N.N.Pavlovskiy ifodasi yordamida topiladi:

$$Y = 25\sqrt{n} - 0.13 - 0.75\sqrt{R}(\sqrt{n} - 0.1). \quad (7.3)$$

Shezi koeffitsiyentining yuqoridagi ifodalar yordamida aniqlangan qiymatlari maxsus jadvalda keltirilgan (XV-ilova). Hisoblashda shu jadvaldan foydalanish tavsiya etiladi.

Tekis harakatda suv sarfi quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$Q = \omega \cdot c \sqrt{R \cdot i}. \quad (7.4)$$

Ma’lumki, ko‘pchilik hollarda kanallarning ko‘ndalang qirqimi trapetsiya ko‘rinishida bo‘ladi. Kanal ko‘ndalang qirqimining asosiy elementlari chuqurlik – h , o‘zan tubi bo‘yicha kenglik – b , kanal devorining qiyalik koeffitsiyenti – $m(m = \frac{d}{h})$ dan iboratdir. Shu elementlarga bog‘liq holda trapetsiya shaklidagi ko‘ndalang qirqimli kanallarni gidravlik hisoblash uchun quyidagi ifodalardan foydalanish mumkin:

a) jonli kesma maydoni uchun:

$$\omega = (b + m \cdot h)h, \quad (7.5)$$

b) namlangan perimetr uchun:

$$\chi = b + 2 \cdot h \sqrt{1 + m^2}, \quad (7.6)$$

v) gidravlik radius:

$$R = \frac{\omega}{\chi}, \quad (7.7)$$

g) suv sathi bo‘yicha kenglikni aniqlash:

$$B = b + 2 \cdot m \cdot h. \quad (7.8).$$

Yuqoridagi ifodalar to‘g‘ri to‘rtburchak shaklidagi ko‘ndalang qirqimli konlar uchun ham o‘rinli bo‘lib, unda $m = 0$ ekanligini hisobga olish kerak.

Kanallarni gidravlik hisoblashga oid masalalarning turlari.

1-tur masalalarda quyidagilar berilgan bo‘ladi: i - kanalning o‘zan tubi

nishabligi; b – kanalning o‘zan tubi bo‘yicha kengligi; h – kanaldagi suvning chuqurligi; m – kanal devorining qiyaligi; n – o‘zanning g‘adir-budurligini xarakterlaydigan koeffitsiyent.

Quyidagi kattaliklarni aniqlash talab etiladi: g – kanaldagi suvning oqish tezligi; Q – kanaldagi suv sarfi.

Masala quyidagi tartibda echiladi:

1. Jonli kesma maydoni aniqlanadi:

$$\omega = (b + m \cdot h)h;$$

2. Namlangan perimetr hisoblanadi:

$$\chi = b + 2 \cdot h \sqrt{1 + m^2};$$

3. Hidravlik radius yuqoridagilarning nisbati sifatida topiladi:

$$R = \frac{\omega}{\chi};$$

4. Shezi koeffitsiyenti aniqlanadi:

$$C = \frac{1}{h} R^v;$$

5. Kanal o‘zanining suv sarfi xarakteristikasi (K) quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$K = \omega \cdot C \sqrt{R};$$

6. Suv sarfi hisoblanadi:

$$Q = K \sqrt{i};$$

7. Kanaldagi suvning o‘rtacha oqish tezligi topiladi:

$$g = \frac{Q}{\omega}.$$

Hisoblash natijalari quyidagi jadvalga joylashtiriladi:

$b, \text{ m}$	$h, \text{ m}$	m	n	i	$\omega, \text{ m}^2$	$\chi, \text{ m}$	$R, \text{ m}$	$C, \sqrt{\frac{\text{m}}{\text{sek}}}$	$K, \frac{\text{m}^3}{\text{sek}}$	$g, \frac{\text{m}}{\text{sek}}$
----------------	----------------	-----	-----	-----	-----------------------	-------------------	----------------	---	------------------------------------	----------------------------------

2-turdagi masalalarda quyidagilar ma’lum bo‘ladi: Q – kanalning suv sarfi; b – kanalning o‘zan tubi bo‘yichakengligi; h – kanalning chuqurligi; m – kanal devorining qiyaligi; n – o‘zanning g‘abir-budurligini xarakterlaydigan

koeffitsiyent.

Kanalning o‘zan tubi nishabligi va tezlikni topish talab etiladi.

Masalani echish tartibi quyidagicha:

1. $\omega =$ 2. $\chi =$ 3. $R =$ 4. $C =$ 5. $K =$ 6. $i =$ 7. $g =$

Hisoblash natijalari yuqoridagi kabi jadvalga joylashtiriladi.

3-tur masalalarda kanal devorining qiyaligi (m), o‘zanning g‘adir-budurligini harakterlaydigan koeffitsiyent (n), suv sarfi (Q) va o‘zan tubi nashabligi (i) berilgan bo‘ladi. Kanalning o‘zan tubi bo‘yicha kengligi (b) hamda kanalning chuqurligini topish talab etiladi.

Ko‘rinib turibdiki, ikki noma’lum (b , h) bitta $Q = \omega \cdot C \sqrt{R \cdot i} = k \sqrt{i}$ tenglama bilan bog‘langan. Masalani echish uchun b ga yoki h ga, yoki $\beta = \frac{b}{h}$ ga qiymat berish kerak. Demak, bu turdagi masalalarni quyidagi uch ko‘rinishda hal qilish mumkin.

Suv sarfi (Q), o‘zan tubi nishabligi (i), kanal devorining qiyaligi (m), o‘zanning g‘adir-budurligi (n) berilgan bo‘lib, b va h ni topish talab etilsa, masala quyidagi tartibda hal etiladi:

1. $B = \text{const}$ deb qabul qilamiz.

2. $K_b = \frac{Q}{\sqrt{i}}$ ifoda yordamida kanal o‘zanining berilgan suv sarfi xarakteristikasi (K_b) ni hisoblaymiz.

3. Chuqurlik h ga turli (eng kamida uchta) qiymatlar berib, quyidagilarni hisoblaymiz: 1. $\omega =$ 2. $\chi =$ 3. $R =$ 4. $C =$ 5. $K_h =$.

Kanal chuqurligi (h) ning turli qiymatlariga mos bo‘lgan o‘zanning hisoblangan suv sarfi xarakteristikalari (K_h) ni masalani sharti bo‘yicha hisoblangan bilan solishtiramiz.

Buni jadvalda aniq ko‘rish mumkin:

T/r	h, m	ω, m^2	χ, m	R, m	$C, \frac{\sqrt{m}}{sek}$	$K_b \leftrightarrow K_h$
1						
2						

Kanal chuqurligi (h) ning qiymatini grafik usulda aniqlash ishni osonlashtiradi. Shu maqsadda $K_h = f(h)$ bog‘lanish grafigi chiziladi.

4-tur masalalarda suv sarfi (Q), tezlik (g), o‘zan devorining qiyaligi (m) berilgan bo‘lib, h berilgan bo‘lsa v ni yoki v berilgan bo‘lsa, h ni hamda i ni hisoblash talab etiladi. Hisoblashlar quyidagi tartibda bajariladi.

1. Jonli kesma maydoni $\omega = \frac{Q}{g}$ ifoda yordamida aniqlanadi.

2. $\omega = (b + m \cdot h)$ ifodadan b yoki h lar aniqlanadi:

$$b = \frac{\omega}{h} - m \cdot h; \quad (7.9)$$

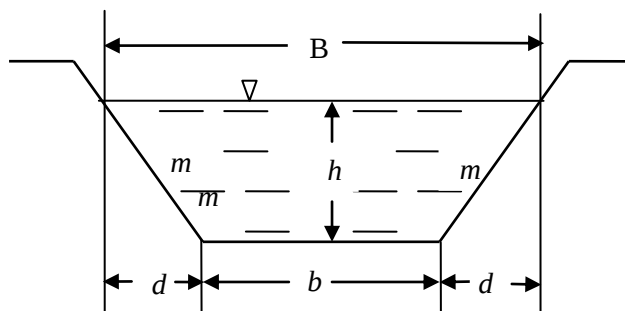
$$h = \sqrt{\left(\frac{b}{2 \cdot m}\right)^2 + \frac{\omega}{m}} - \frac{b}{2 \cdot m}. \quad (7.10)$$

3. Qolgan elementlar quyidagi ketma-ketlikda aniqlanadi:

1. $\omega =$ 2. $R =$ 3. $C =$ 4. $K =$ 5. $i =$.

Quyidagi masalalarning shartlari va variantlar uchun gidravlik elementlarning sonli qiymatlari keltirilgan.

1-turga oid masala. Trapetsiya shaklidagi ko‘ndalang qirqimli irrigatsiya kanalining o‘zan tubi nishabligi ($i = 0,0003$) o‘zan tubi bo‘yicha kengligi ($b = 8,0$ m), kanaldagi suvning chuqurligi ($h = 3,1$ m), kanal devorining qiyaligi ($m = 2,0$), o‘zan tubi g‘adir-budirli koeffitsiyenti ($n = 0,020$) berilgan bo‘lsa, kanaldagi suv sarfi (Q) va o‘rtacha tezlik (g) hisoblansin (7.1-rasm).



7.1-rasm

Masalaning echimi:

1. Kanalning ko‘ndalang kesim yuzasini hisoblash:

$$\omega = (b + m \cdot h)h = (8,0m + 2,0 \cdot 3,1m)3,1m = 44,02m^2.$$

2. Namlangan perimetрни hisoblash:

$$\chi = b + 2 \cdot h\sqrt{1 + m^2} = 8,0m + 2 \cdot 3,1m\sqrt{1 + 2,0^2} = 21,86m.$$

3. Gidravlik radiusni hisoblash:

$$R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{44,02m^2}{21,86m} = 2,01m.$$

4. Shezi koeffitsiyentini hisoblash:

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^y = \frac{1}{0,020} \cdot 2,01m^{0,17} = 50 \cdot 1,12 = 56 \frac{\sqrt{m}}{cek}.$$

Ifodadagi “y” ning qiymatini aniqlash:

$$y = 2,5\sqrt{n} - 0,13 - 0,75\sqrt{R} \cdot (\sqrt{n} - 0,1) = 2,5\sqrt{0,020} - 0,13 - 0,75\sqrt{2,01} \cdot (\sqrt{0,020} - 0,1) = 0,17$$

5. O‘zanning suv sarfi harakteristikasini hisoblash:

$$K = \omega \cdot C \cdot \sqrt{R} = 44,02m^2 \cdot 56 \frac{\sqrt{m}}{sek} \cdot \sqrt{2,01m} = 3495 \frac{m^3}{sek}.$$

6. Suv sarfini hisoblash:

$$Q = K\sqrt{i} = 3496 \cdot \sqrt{0,0003} = 60,5 \frac{m^3}{sek}.$$

7. Kanaldagi suvning o‘rtacha tezligini hisoblash:

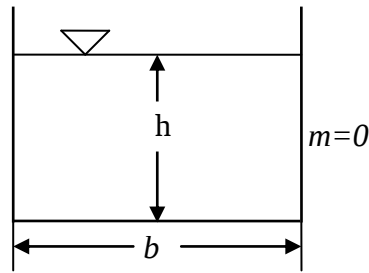
$$g = \frac{Q}{\omega} = \frac{60,5 \frac{m^3}{sek}}{44,02m^2} = 1,37 \frac{m}{sek}.$$

8. Natijalarni jadvalda jamlash:

7.1- jadval

ω, m^2	χ, m	R, m	$C, \frac{\sqrt{m}}{sek}$	$K, \frac{m^3}{sek}$	$Q, \frac{m^3}{sek}$	$g, \frac{m}{sek}$
44,02	21,86	2,01	56,0	3495	60,5	1,37

2-turga oid masala. Devorlari tik bo‘lgan yog‘och novdan oqib o‘tayotgan suv sarfi ($Q = 55,0 \frac{m^3}{sek}$), uning kengligi ($b = 9,0m$), chuqurligi ($h = 3,2m$), va o‘zan tubi g‘adir-budirligi ($n = 0,025$) ma’lum bo‘lsa, o‘zan tubi nishabligi (i) va o‘rtacha tezlik (g) hisoblansin (7.2-rasm).



7.2-rasm.

Masalaning echimi:

1. Kanalning ko‘ndalang kesim yuzasini hisoblash:

$$\omega = b \cdot h = (9,0m \cdot 3,2m) = 28,8m^2.$$

2. Namlangan perimetrni hisoblash:

$$\chi = b + 2 \cdot h = 9,0m + 2 \cdot 3,2m = 15,4m.$$

3. Hidravlik radiusni hisoblash:

$$R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{28,8m^2}{15,4m} = 1,87m.$$

4. Shezi koeffitsiyentini hisoblash:

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^y = \frac{1}{0,025} \cdot 1,87^{0,21} = 40 \cdot 1,14 = 45,6 \frac{\sqrt{m}}{sek}.$$

Ifodadagi “y” ning qiymatini aniqlash:

$$y = 2,5\sqrt{n} - 0,13 - 0,75\sqrt{R} \cdot (\sqrt{n} - 0,1) = 2,5\sqrt{0,025} - 0,13 - 0,75\sqrt{1,87} \cdot (\sqrt{0,025} - 0,1) = 0,21$$

5. O‘zanning suv sarfi harakteristikasini hisoblash:

$$K = \omega \cdot C \cdot \sqrt{R} = 28,8m^2 \cdot 45,6 \frac{\sqrt{m}}{sek} \cdot \sqrt{1,87m} = 1796 \frac{m^3}{sek}.$$

6. O‘zan tubi nishabligini hisoblash:

$$i = \frac{Q^2}{K^2} = \frac{\left(55,0 \frac{m^3}{sek}\right)^2}{\left(1796 \frac{m^3}{sek}\right)^2} = 0,001.$$

7. Tezlikni hisoblash:

$$g = \frac{Q}{\omega} = \frac{55,0m^3 / sek}{28,8m^2} = 1,91sek.$$

8. Natijalarni jadvalda jamlash:

$Q, \frac{m^3}{sek}$	h, m	n	b, m	ω, m^2	χ, m	R, m	$C, \frac{\sqrt{m}}{sek}$	$K, \frac{m^3}{sek}$	i	$\vartheta, \frac{m}{sek}$
55,0	3,2	0,025	9,0	28,8	15,4	1,87	45,6	1796	0,001	1,91

3-turga oid masala. Trapetsiya shaklidagi qirqimli (ko'ndalang) kanaldagi suv sarfi ($Q = 17,2 \frac{m^3}{sek}$), o'zan tubi nishabligi ($i = 0,0002$), kanal devorining qiyaligi ($m = 1,3$) va o'zan tubi g'adir-budirligini harakterlaydigan koeffitsiyenti ($n = 0,020$) berilgan. Kanalning chuqurligi (h) va o'zan tubi bo'yicha kengligi (b) hisoblansin (7.1-rasm).

Masalaning echimi:

Suv sarflariga mos keladigan o'zan tubi kengliklari.

Q	b
1 - 10	3
10 - 18	4
19 - 25	5
25 - 30	6

1. Kanalning o'zan tubi bo'yicha kengligi (b) ni suv sarfi ($Q = 17,2$) ga bog'liq holda $b = 4$ m. deb qabul qilamiz va hisoblash ishlarini shu asosda davom ettiramiz.

2. Kanalning berilgan suv sarfi harakteristikasini aniqlash:

$$K_b = \frac{Q}{\sqrt{i}} = \frac{17,2 \frac{m^3}{sek}}{\sqrt{0,0002}} = 1216,2 \frac{m^3}{sek};$$

3. Kanalning chuqurligi (h) ga kamida uchta qiymat berib, har bir qiymat uchun kanalning suv sarfi harakteristikasini hisoblaymiz.

3.1. $h_1 = 1,5m$:

a) ko'ndalang kesim yuzasini hisoblash:

$$\omega_1 = (b + m \cdot h_1)h_1 = (4,0m + 1,3 \cdot 1,5m)1,5m = 8,93m^2.$$

b) namlangan perimetrni hisoblash:

$$\chi_1 = b + 2 \cdot h \sqrt{1 + m^2} = 4,0m + 2 \cdot 1,5m \sqrt{1 + 1,3^2} = 8,92m.$$

v) gidravlik radiusni hisoblash:

$$R_1 = \frac{\omega_2}{\chi_2} = \frac{8,93m^2}{8,92m} = 1,0m.$$

g) Shezi koeffitsiyentini hisoblash:

$$C_1 = 50,0 \frac{\sqrt{m}}{sek}.$$

d) o‘zanning suv sarfi harakteristikasini hisoblash:

$$K_{x1} = \omega_1 \cdot C_1 \cdot \sqrt{R_1} = 8,93m^2 \cdot 50,0 \frac{\sqrt{m}}{sek} \cdot \sqrt{1,0m} = 447 \frac{m^3}{sek}.$$

3.2. $h_2 = 3,0m$:

a) ko‘ndalang kesim yuzasini hisoblash:

$$\omega_2 = (b + m \cdot h_2)h_2 = (4,0m + 1,3 \cdot 3,0m)3,0m = 23,7m^2.$$

b) namlangan perimetrni hisoblash:

$$\chi_2 = b + 2 \cdot h \sqrt{1 + m^2} = 4,0m + 2 \cdot 3,0m \sqrt{1 + 1,3^2} = 13,8m.$$

v) gidravlik radiusni hisoblash:

$$R_2 = \frac{\omega_2}{\chi_2} = \frac{23,7m^2}{13,8m} = 1,72m.$$

g) Shezi koeffitsienti (C) ning qiymatini maxsus jadvaldan aniqlash (XV ilova):

$$C_2 = 64,5 \frac{\sqrt{m}}{sek}.$$

d) o‘zanning suv sarfi harakteris tikasini hisoblash:

$$K_{x2} = \omega_2 \cdot C_2 \cdot \sqrt{R_2} = 23,7m^2 \cdot 64,5 \frac{\sqrt{m}}{sek} \cdot \sqrt{1,72m} = 2005 \frac{m^3}{sek}.$$

3.2. $h_3 = 2,5m$:

a) ko‘ndalang kesim yuzasini hisoblash:

$$\omega_3 = (b + m \cdot h_3)h_3 = (4,0m + 1,3 \cdot 2,5m)2,5m = 18,12m^2.$$

b) namlangan perimetrni hisoblash:

$$\chi_3 = b + 2 \cdot h \sqrt{1 + m^2} = 4,0m + 2 \cdot 2,5m \sqrt{1 + 1,3^2} = 12,2m.$$

v) gidravlik radiusni hisoblash:

$$R_3 = \frac{\omega_3}{\chi_3} = \frac{18,12m^2}{12,2m} = 1,48m.$$

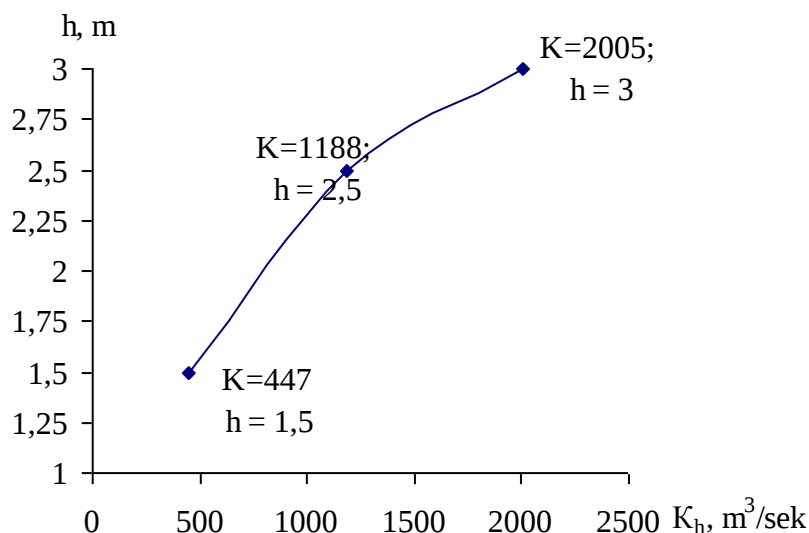
g) Shezi koeffitsiyentini aniqlash (XV ilova) :

$$C_3 = 53,9 \frac{\sqrt{m}}{sek}.$$

d) o'zanning suv sarfi harakteristikasini hisoblash:

$$K_{x3} = \omega_3 \cdot C_3 \cdot \sqrt{R_3} = 18,12m^2 \cdot 53,9 \frac{\sqrt{m}}{sek} \cdot \sqrt{1,48m} = 1188 \frac{m^3}{sek}.$$

4. $h_{1,2,3} = f(K_{h,1,2,3})$ bog'lanish grafigini chizish (7.3-rasm).



7.3 - rasm. $h = f(K)$ bog'lanish grafigi

5. Hisoblashlarni chuqurlikning grafikdan topilgan qiymatlari asosida bajarish, $h_g = 2,52m$.

a) ko'ndalang kesim yuzasini hisoblash:

$$\omega_g = (b + m \cdot h_g) h_g = (4,0m + 1,3 \cdot 2,52m) 2,52m = 18,34m^2.$$

b) namlangan perimetrni hisoblash:

$$\chi_g = b + 2 \cdot h_g \sqrt{1 + m^2} = 4,0m + 2 \cdot 2,52m \sqrt{1 + 1,3^2} = 12,27m.$$

v) gidravlik radiusni hisoblash:

$$R_g = \frac{\omega_g}{\chi_g} = \frac{18,34m^2}{12,27m} = 1,49m.$$

g) Shezi koeffitsiyentini aniqlash (XV ilova):

$$C_g = 53,9 \frac{\sqrt{m}}{sek}.$$

d) o'zanning suv sarfi xarakteristikasini hisoblash:

$$K_g = \omega_g \cdot C_g \cdot \sqrt{R_g} = 18,34m^2 \cdot 53,9 \frac{\sqrt{m}}{sek} \cdot \sqrt{1,49m} = 1207 \frac{m^3}{sek}.$$

6. Natijalarni jadvalda jamlash:

7.3-jadval

t/r	h, m	ω, m^2	χ, m	R, m	$C, \frac{\sqrt{m}}{sek}$	$K_b \Leftrightarrow K_h$
1	1,5	8,93	12,07	0,74	55,8	$1216 > 447$
2	3,0	23,7	13,8	1,72	64,5	$1216 < 2005$
3	2,5	18,12	17,45	1,03	59,1	$1216 > 1188$
4	2,6	19,19	17,99	1,07	59,5	$1216 > 1207$

7. Xatoliklarni hisoblash:

7.1. Absolyut xatolikni hisoblash:

$$E = K_b - K_g = 1216 \frac{m^3}{sek} - 1207 \frac{m^3}{sek} = 9,0 \frac{m^3}{sek}.$$

7.2. Nisbiy xatolikni hisoblash:

$$E_n = \frac{E_a}{K_b} \cdot 100\% = \frac{9,0 \frac{m^3}{sek}}{1216sek} \cdot 100\% = 0,74\%.$$

4-turga oid masala. Trapetsiya shaklidagi qirqimli betonlashtirilgan kanaldagi suv sarfi ($Q = 17,0 \frac{m^3}{sek}$), suvning oqish tezligi ($g = 1,9 \frac{m}{sek}$) kanalning nisbiy kengligi ($b = 6,5m$), kanal devorining qiyaligi ($m = 1,2$) va o‘zan tubi g‘adir-budirli koeffitsiyenti ($n = 0,014$) ma’lum bo‘lsa, kanalning nishabligi (i) va kanaldagi suvning chuqurligi (h) hisoblansin.

Masalalarning variantlari VII ilovada keltirilgan.

Masalaning echimi:

1. Kanalning ko‘ndalang kesim yuzasini hisoblash:

$$\omega = \frac{Q}{g} = \frac{17,0 \frac{m^3}{sek}}{1,9 \frac{m}{sek}} = 8,95m^2.$$

2. Kanaldagi suvning chuqurligini aniqlash:

$$h = \sqrt{\left(\frac{b}{2m}\right)^2 + \frac{\omega}{m} - \frac{b}{2 \cdot m}} = \sqrt{\left(\frac{6,5m}{2 \cdot 1,2}\right)^2 + \frac{8,95m^2}{1,2} - \frac{6,5m}{2 \cdot 1,2}} = \sqrt{7,33m + 7,46m^2} - 2,71m = 1,14m.$$

3. Namlangan perimetrni hisoblash:

$$\chi = b + 2 \cdot h = 6,5m + 2 \cdot 1,14m = 8,78m.$$

3. Gidravlik radiusni hisoblash:

$$R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{8,95m^2}{8,78m} = 1,02m.$$

4. Shezi koeffitsiyentini aniqlash (XV ilova):

$$C = 58,8 \frac{\sqrt{m}}{sek}.$$

5. O‘zanning suv sarfi harakteristikasini hisoblash:

$$K = \omega \cdot C \cdot \sqrt{R} = 8,95m^2 \cdot 58,8 \frac{\sqrt{m}}{sek} \cdot \sqrt{1,02m} = 531 \frac{m^3}{sek}.$$

6. O‘zan tubi nishabligini hisoblash:

$$i = \frac{Q^2}{K^2} = \frac{\left(17,0 \frac{m^3}{sek}\right)^2}{\left(531 \frac{m^3}{sek}\right)^2} = 0,001.$$

Bajarilgan ishning tahliliy bayonnomasini tuzish bo‘yicha tavsiyalar 1 - amaliy mashg‘ulotning yakunida keltirilgan.

Sinov savollari va topshiriqlar:

1. Ochiq o‘zanlarda suvning tekis harakati shartlarini eslang.
2. Tekis harakatning asosiy tenglamasini yozing.
3. Shezi ifodasini yozing.
4. Ochiq o‘zanlar uchun gidravlik hisoblashlarda Shezi ifodasidan foydalanish shartlarini aytib bering.
5. Shezi va Darsi koeffitsiyentlari, ularning tabiiy mohiyati, qo‘llanishi va ular orasidagi bog‘liqlikni bilasizmi?
6. Kanallarni gidravlik hisoblashga oid masalalarning nechta turi mavjud?
7. Shezi koeffitsiyentini hisoblashga imkon beradigan ifodalar kimlar tomonidan taklif etilgan.

8 - amaliy mashg‘ulot

Ko‘ndalang qirqimning solishtirma energiyasi

Ishning maqsadi. Mazkur amaliy mashg‘ulotni bajarishdan ko‘zda tutilgan asosiy maqsad talabalarda ko‘ndalang qirqimning solishtirma energiyasini aniqlash yo‘llarini to‘la egallab, ularni amaliyotda qo‘llash bo‘yicha tajriba, ko‘nikma va

malakalar hosil qilishdan iborat.

Tayanch atamalar va iboralar: ochiq oʻzan, koʻndalang qirqim, solishtirma energiya, toʻliq energiya, birlik energiya, suv sarfi, kritik chuqurlik, kritik nishablik, koʻndalang kesim yuzasi, namlangan perimetr, gidravlik radius, kanal devorining qiyalik koeffitsiyenti, oʻzan tubi gʻadir-budirligi, Koriolis koeffitsiyenti.

Ishning nazariy asoslari. Ochiq oʻzanda harakatlanayotgan suv oqimi koʻndalang qirqimining solishtirma energiyasi koʻndalang kesimidagi eng chuqur nuqtadan oʻtadigan gorizontall tenglashtirish tekisligiga nisbatan aniqlangan toʻliq energiyadir. Tekis harakatda suv oqimi koʻndalang qirqimining birlik energiyasi oqim uzunligi boʻyicha oʻzgarmas boʻladi va quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$E = h + \frac{\alpha \cdot \vartheta^2}{2 \cdot g}, \quad (8.1)$$

ifodada h - berilgan qirqimdagi eng katta chuqurlik, α - Koriolis koeffitsiyenti, ϑ - oqimning oʻrtacha tezligi.

Berilgan suv sarfida suv oqimi koʻndalang qirqimining solishtirma energiyasi chuqurlikka bogʻliq boʻladi. Maʼlumki, chuqurlikning ortishi yoki kamayishi nishablikka bogʻliq. Berilgan suv sarfi oʻzandan eng kichik energiya bilan oqib oʻtgandagi chuqurlik kritik (chegara) chuqurlik deyiladi, oqim holati esa kritik holat deb ataladi.

Chuqurlik ortishi bilan (yaʼni, nishablik kamayganda) oqimdagi energiya miqdori ortadi, lekin tezlik kamayadi. Oqimning chuqurligi $h > h_k$ shartni bajarsa, sokin oqim kuzatiladi (tekislik daryolari). Chuqurlik kichrayganda (nishablik organda) ham oqimdagi energiya miqdori ortadi, tezlik ham ortadi. Bunda $h < h_k$ sharti bajarilib, shovqinli oqim kuzatiladi (togʻ daryolari).

Masala quyidagi tartibda echiladi:

1. Suv oqimi koʻndalang qirqimining solishtirma energiyasi egri chizigʻini chizish. Chuqurlik (h) ga turli qiymatlar berilib, ifoda yordamida E ning qiymatlari aniqlanadi. Hisoblashlarni quyidagi jadval amalga oshirgan maʼqul:

T/r	h, m	ω, m^2	$g = \frac{Q}{\omega}, \frac{m}{sek}$	$g^2, \frac{m^2}{sek^2}$	$\frac{\alpha \cdot g^2}{2 \cdot g}, m$	E, m
1.						
2.						
...						
10						

$E = f(h)$ egri chiziqni aniq tasvirlash uchun h ga kamida 9-10 ta qiymat berish tavsiya etiladi. Grafikni chizishda h va E lar uchun bir xil masshtab tanlab olish kerak (8.1-rasm). Kritik chuqurlik grafikda E ning minimal qiymatiga mos keladi. Kritik chuqurlikni quyida bayon etilgan grafo-analitik usul bilan ham aniqlash mumkin.

2. Kritik chuqurlikni aniqlash. Kritik chuqurlikni aniqlash uchun quyidagi ifodadan foydalanamiz:

$$\frac{\omega_k^3}{B_k} = \frac{\alpha \cdot Q^2}{g}, \quad (8.2)$$

bu yerda ω_k va B_k - oqimda kritik holat kuzatilgandagi jonli kesma yuzasi va suv sathi bo'yicha kenglik.

Yuqoridagi (8.2) -ifodaning o'ng tomonini bevosita hisoblash mumkin. Kritik chuqurlikni aniqlash uchun $\frac{\omega^3}{B} = f(h)$ bog'lanish grafigi chiziladi. Buning uchun h ga turli qiymatlar berilib, unga mos bo'lgan $\frac{\omega^3}{B}$ ifodaning qiymatlari topiladi. Hisoblashlar quyidagi jadval yordamida amalga oshiriladi:

T/r	h, m	ω, m^2	ω^3, m^6	B, m	$\frac{\omega^3}{B}, m^5$
1.					
2.					
3					
4					

Shu jadval ma'lumotlaridan foydalanib, $\frac{\omega^3}{B} = f(h)$ bog'lanish grafigi chiziladi. Grafikni chizish uchun hisoblashlarda h ning 3-4 ta qiymatini olish etarlidir. Suv sarfi va Koriolis koeffitsiyentining berilgan qiymatlariga ko'ra

$\frac{\alpha \cdot Q^2}{2 \cdot g}$ ifoda hisoblanadi. So'ng (8.2) - ifodaga asosan $\frac{\omega^3}{B} = f(h)$ bog'lanish grafigidan kritik (chegara) chuqurlikning qiymati aniqlanadi. Kritik chuqurlikning topilgan qiymatini $E = f(h)$, bog'lanish grafigidagi ordinata o'qiga ko'ra, shu nuqtadan absissa o'qiga parallel o'tkazamiz. Natijada qiqimning solishtirma energiyasi egri chizig'ini ikki qismga bo'ladi: yuqori qismida $h > h_k$ bo'lib, bu qism sokin oqimga taaluqli bo'lsa, pastki qismida $h < h_k$ bo'lib, shovqili oqimga oiddir (8.1-rasm).

3. Kanalning kritik parametrlarini aniqlash. Yuqorida keltirilgan (7,5), (7,6), (7,7) va (7,8) ifodalarda h o'rniga kritik chuqurlikning hisoblangan qiymatidan foydalanib, ω_k , χ_k , R_k va B_k lar topiladi. Shezi koeffitsiyentining kritik qiymati (C_k) esa R_k va n_k larga asosan XV-ilovadan topiladi. Kritik nishablik esa quyidagi ifoda yordamida ifoda yordamida aniqlanadi:

$$i = \frac{g \cdot \chi_k}{\alpha \cdot C_k^2 \cdot B_k} \quad (8.3)$$

Hisoblashlar tugagach kanalning ko'ndalang kesimi chizmasiga masshtab asosida h_k va B_k larni tushirish lozim (8.2 - rasm).

Masala. Trapetsiya shaklidagi ko'ndalang qirqimli kanal uchun suv oqimi ko'ndalang qirqimining solishtirma energiyasi egri chizig'i $E = f(h)$ funksiyasi va $\frac{\alpha \cdot g^2}{2 \cdot g} = f(h)$ bog'lanish egri chizig'i chizilsin. Kritik chuqurlik (h_k), kritik nishablik (i_k), hamda ko'ndalang kesim yuzasi (ω), suv sathi bo'yicha kenglik (B), namlangan perimetr (χ), gidravlik radius (R), Shezi koeffitsiyenti (C) ning kritik qiymatlari topilsin.

Quyidagilar berilgan: suv sarfi ($Q = 70 \frac{m^3}{sek}$), o'zan tubi bo'yicha kenglik ($b = 20m$), kanal devorining qiyalik koeffitsiyenti ($m = 1,0$), o'zan tubi g'adirbudirligi ($n = 0,025$) va Koriolis koeffitsiyenti ($\alpha = 1,1$).

Masalaning variantlari VIII ilovada keltirilgan.

Masalaning echimi:

I. Oqim ko'ndalang qirqimining solishtirma energiyasi egri chizig'i grafigini chizish.

Chuqurlik (h) ga turli qiymat berib $E = h + \frac{\alpha \cdot g^2}{2 \cdot g}$ ifoda yordamida qirqimning solishtirma energiyasi E ning qiymatlarini aniqlash:

1) $h_1 = 0,25m$:

$$\omega = (b + m \cdot h_1)h_1 = (20m + 1,0 \cdot 0,25m)0,25m = 5,06m^2;$$

$$g = \frac{Q}{\omega} = \frac{70 \frac{m^3}{sek}}{5,06m^2} = 13,8 \frac{m}{sek};$$

$$g^2 = 190,4 \frac{m^2}{sek^2};$$

$$\frac{\alpha \cdot g^2}{2 \cdot g} = \frac{1,1 \cdot 190,4 \frac{m^2}{sek^2}}{19,62 \frac{m}{sek^2}} = 10,6m;$$

$$E = h + \frac{\alpha \cdot g^2}{2 \cdot g} = 0,25m + 10,6m = 10,85m.$$

Chuqurlik (h) ga bir nechta qiymatlar berilib, yuqoridagi ifodalar yordamida E ning qiymatlari aniqlanadi.

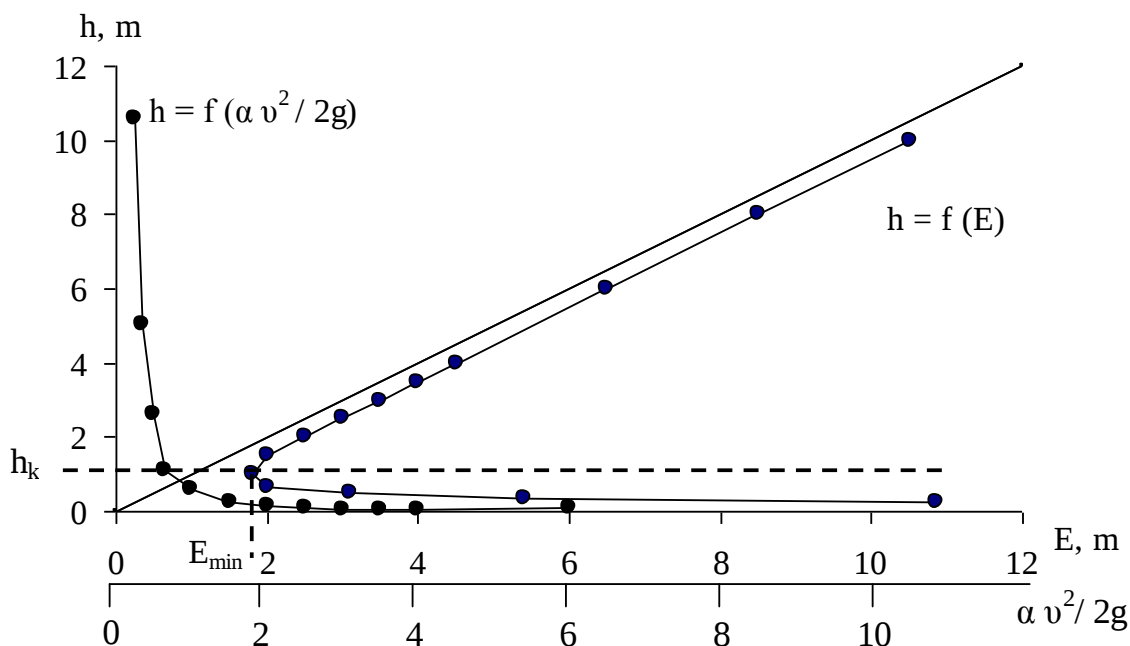
Natijalar qo'yidagi jadvalda jamlanadi.

8.1- jadval

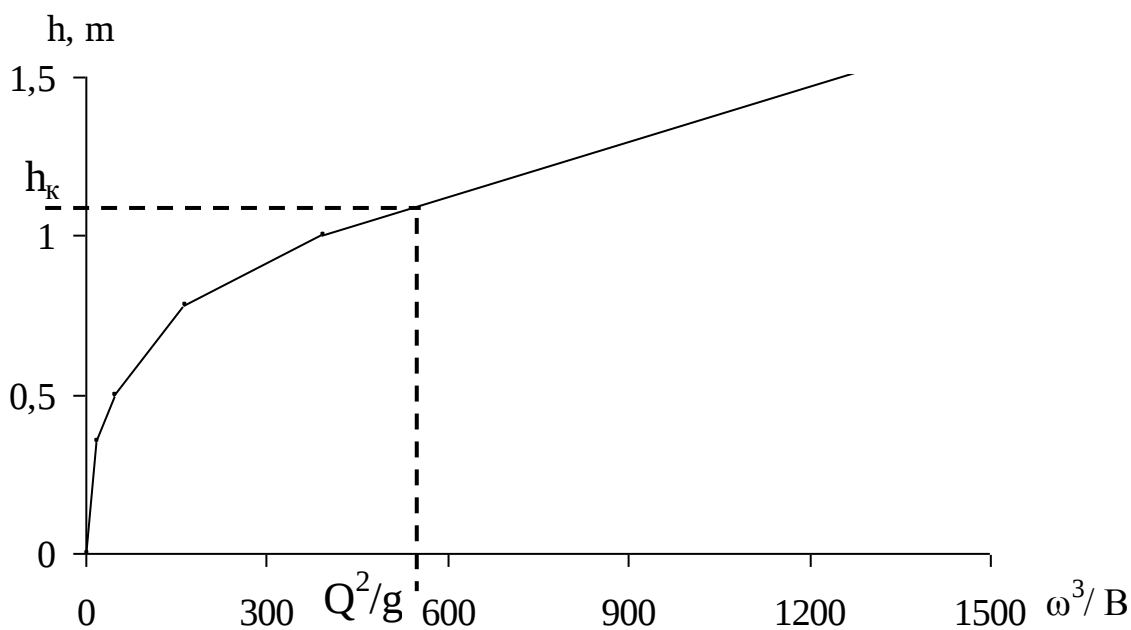
Solishtirma energiyasi (E) ni hisoblash jadvali

t/r	h, m	ω, m^2	$g, \frac{m}{sek}$	$g^2, \frac{m^2}{sek^2}$	$\frac{\alpha \cdot g^2}{2 \cdot g}, m$	E, m
1	0,25	5,06	13,8	190,4	10,6	10,85
2	0,35	7,30	9,5	90,25	5,05	5,4
3	0,50	10,25	6,8	46,24	2,6	3,1
4	0,75	15,5	4,5	20,25	1,13	1,88
5	1,0	21,0	3,3	10,89	0,61	1,61
6	1,50	32,25	2,1	4,41	4,85	6,35
7	2,0	44,0	1,6	2,56	0,14	2,14
8	2,50	56,25	1,2	1,44	1,58	4,08
9	3,0	69,0	1,01	1,02	1,12	4,12
10	3,5	82,25	0,85	0,723	0,794	4,29
11	4,0	96,0	0,72	0,52	0,03	4,03
12	6,0	156	0,440	0,194	0,210	6,21
13	8,0	224	0,310	0,096	0,005	8,01

14	10,0	300	0,23	0,053	0,002	10,0
----	------	-----	------	-------	-------	------



8.1 – rasm. $h = f(E)$ egri chizig‘i va $h = f\left(\frac{\alpha \cdot g^2}{2 \cdot g}\right)$ bog‘lanishlar grafigi



8.2 – rasm. $h = f \frac{\omega^3}{B}$ bog‘lanish grafigi

II. Kritik ququrlikni aniqlash.

1. Kritik ququrlikni aniqlashga quyidagi tenglik imkon beradi:

$$\frac{\omega_k^3}{B_\kappa} = \frac{\alpha \cdot Q^2}{g}$$

2. Yuqoridagi ifodaning o‘ng tomonini hisoblash:

$$\frac{\alpha \cdot Q^2}{g} = \frac{1,1 \cdot \left(70 \frac{m^3}{sek}\right)^2}{9,81 \frac{m}{sek^2}} = \frac{5390 \left(\frac{m^3}{sek}\right)^2}{9,81 \frac{m}{sek^2}} = 549 m^5.$$

3. Chuqurlikka turli qiymatlar berib, kritik nishablikni hisoblash:

1) $h_1 = 0,50m$:

$$\omega = (b + m \cdot h_1)h_1 = (20m + 1,0 \cdot 0,50m)0,50m = 10,25m^2;$$

$$\omega^3 = 1077m^6;$$

$$B = b + 2 \cdot m \cdot h = 20m + 2 \cdot 1,0 \cdot 0,50m = 21m;$$

$$\frac{\omega^3}{B} = \frac{1077m^6}{21m} = 51,29m^5;$$

$$\frac{\omega^3}{B} \stackrel{\Rightarrow}{\Leftarrow} \frac{\alpha \cdot Q^2}{g} = 51,29 < 549.$$

Natijalar quyidagi jadvalda keltirilgan.

8.2- jadval

Hisoblashlar natijalari jadvali

t/r	h, m	ω, m^2	ω^3, m^6	B, m	$\frac{\omega^3}{B}, m^5$	$\frac{\omega^3}{B} \stackrel{\Rightarrow}{\Leftarrow} \frac{\alpha \cdot Q^2}{g}$
1	0,5	10,25	1077	21,0	51,29	$51,29 < 549$
2	0,75	15,5	3724	22,75	163,7	$164 < 549$
3	1,0	21,0	9261	23	402,7	$403 < 549$
4	1,5	32,25	33542	23,5	1427,3	$1427 > 549$

III. Kanalning kritik parametrlarini aniqlash.

$$h_k = 1,07m:$$

a) ko'ndalang kesim yuzasini hisoblash:

$$\omega_k = (b + m \cdot h_k)h_k = (20,0m + 1,0 \cdot 1,07m)1,07m = 22,54m^2.$$

b) namlangan perimetrni hisoblash:

$$\chi_k = b + 2 \cdot h \sqrt{1 + m^2} = 20,0m + 2 \cdot 1,07m \sqrt{1 + 1,0^2} = 23m.$$

v) gidravlik radiusni hisoblash:

$$R_k = \frac{\omega_k}{\chi_k} = \frac{22,54m^2}{23m} = 0,98m.$$

g) Shezi koeffitsiyentini hisoblash:

$$C_k = 39,8 \frac{\sqrt{m}}{sek}.$$

d) suv yuzasi bo'yicha kenglikni aniqlash:

$$B_k = b + 2 \cdot m \cdot h_k = 20m + 2 \cdot 1,0 \cdot 1,07m = 22,14m$$

6. Kritik nishablikni aniqlash:

$$i = \frac{g \cdot \chi_k}{\alpha \cdot C_k^2 \cdot B_k} = \frac{9,81 \frac{m}{sek^2} \cdot 23,8}{1,1 \cdot 1584 \left(\frac{\sqrt{m}}{sek} \right)^2 \cdot 22,14m} = \frac{225,63 \frac{m^2}{sek^2}}{38577 \frac{m^2}{sek^2}} = 0,0058.$$

Bajarilgan ishning tahliliy bayonnomasini tuzish bo'yicha tavsiyalar 1 - amaliy mashg'ulotning yakunida keltirilgan.

Sinov savollari:

1. Qirqimning solishtirma energiyasi va oqimining solishtirma energiyasi orasidagi farqlarni aytib bering.
2. $E = f(h)$ bog'lanish grafigini tahlil qiling.
3. Sokin, kritik va shovqinli oqim holatlari uchun Frud sonining qiymati qanday bo'ladi?
4. To'g'ri to'rtburchakli ko'ndalang qirqimli kanaldagi suv oqimi uchun kritik chuqurlik qanday aniqlanadi?
5. Kritik (chegara) chuqurlik nima?

9 - amaliy mashg'ulot

Gidravlik sakrash, sakrash funksiyasi grafigini chizish

Ishning maqsadi. Ushbu amaliy mashg'ulotni bajarishdan ko'zda tutilgan asosiy maqsad talabalarni gidravlik sakrash, sakrash funksiyasi grafigini chizish yo'llari, ularni amaliyotda qo'llash bo'yicha ko'nikma va malakalar hosil qilishdan iborat.

Tayanch atamalar va iboralar: gidravlik sakrash, sakrash funksiyasi, kritik chuqurlik, mukammal gidravlik sakrash, mukammal bo'lmagan gidravlik sakrash, to'liqlik gidravlik sakrash, sakrash oblasti, sokin oqim, shiddatli oqim, Businessk koeffitsiyenti, solishtirma suv sarfi, qirqimning solishtirma energiyasi, yo'qotilgan solishtirma energiya.

Ishning nazariy asoslari. Suyuqlikning notekis harakatida keskin o'zgarish bo'lganda, ya'ni qisqa masofada shovqinli oqimdan sokin oqimga o'tilganda yoki

kritik chuqurlikdan kichik bo'lgan chuqurlikdan undan katta bo'lgan chuqurlikka o'tganda **gidravlik sakrash** kuzatiladi.

Gidravlik sakrash sun'iy o'zanlarda ham, tabiiy o'zanlarda (tog' daryolarida) ham kuzatiladi.

Gidravlik sakrashning quyidagi uch turi bir-biridan farq qiladi:

1. Mukammal gidravlik sakrash, bunda $h_1 \leq 0,60h_k$ (9.1-rasm).
2. Mukammal bo'lmagan gidravlik sakrash, bunda $0,60h_k < h_1 \leq 0,70h_k$:
3. To'liqlik gidravlik sakrash, bunda $0,70h_k < h_1 \leq 0,85h_k$ bo'ladi.

Gidravlik sakrash oblastidan oldindagi oqim chuqurligi ($h_1 < h_k$) va undan keyingi oqim chuqurligi ($h_2 > h_k$) **tutash chuqurliklar** deb ataladi.

Sokin oqim oblasti va shiddatli (shovqinli) oqim oblastlarini chegaralab turadigan (yoki sakrashdan oldingi va keyingi) ko'ndalang qirgimlar orasidagi masofa **sakrash uzunligi** bo'ladi.

Gidravlik sakrashning asosiy tenglamasi:

$$\frac{\alpha_{01} \cdot Q^2}{g \cdot \omega_1} + h_{c1} \cdot \omega_1 = \frac{\alpha_{02} \cdot Q^2}{g \cdot \omega_2} + h_{c2} \cdot \omega_2 \quad (9.1)$$

bo'lib, bu yerda; α_0 - Businessk koefitsiyenti deb atalib, qiymati birga yaqin va shuning uchun hisoblashlarda e'tiborga olmaymiz: Q - suv sarfi; ω_1 va ω_2 - gidravlik sakrashdan oldingi va keyingi ko'ndalang qirgim yuzalari; h_{c1} va h_{c2} - mos ravishda gidravlik sakrashdan oldingi va keyingi ko'ndalang qiqimlarning og'irlik markazlari joylashgan chuqurliklar.

Quyidagi ifoda

$$\frac{Q^2}{g \cdot \omega} + h_c \cdot \omega = \Pi(h), \quad (9.2)$$

esa **sakrash funksiyasi** deb ataladi. Shuni e'tiborga olsak, (9.1) ifoda sakrashdan oldingi va keyingi funksiyalarning tengligini ifodalaydi hamda qisqacha quyidagicha yoziladi:

$$\Pi(h_1) = \Pi(h_2) \quad (9.3)$$

bu yerda h_1 va h_2 o'zaro bog'liq (tutash) chuqurliklardir.

To'g'ri to'rtburchak shaklidagi ko'ndalang qirqimli o'zanlarda $h_c = \frac{h}{2}$ bo'lgani uchun sakrash funksiyachsi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$\frac{Q^2}{g \cdot \omega} + \frac{h \cdot \omega}{2} = \Pi(h) \quad (9.4)$$

Agar suv sarfi (Q) ni solishtirma suv sarfi $q = \frac{Q}{b}$ bilan almashtirsak hamda $\omega = b \cdot h$ ekanligini e'tiborga olsak, (6.4) -ifoda quyidagi ko'rinishga keladi:

$$\frac{q \cdot b}{g \cdot h} + \frac{b \cdot h^2}{2} = \Pi(h) \quad (9.5)$$

Sakrash funksiyasining grafigini chizish uchun ordinata o'qiga h , absissa o'qiga $\Pi(h)$ ning qiymatlari qo'yiladi (9.1-rasm). Chuqurlik kritik (chegara) chuqurlikka teng bo'lganda, $\Pi(h)f(h)$ bog'lanish grafigi egri chizig'i eng kichik qiymatga ega bo'ladi. Bu egri chiziqdan foydalanib, tutash chuqurliklardan biri ma'lum bo'lsa ikkinchisini topish mumkin, masalan h_1 ma'lum bo'lsa h_2 ni topish mumkin yoki uning teskarisi.

O'zaro bog'liq (tutash) chuqurloiklarni analitik usul bilan ham aniqlash mumkin. To'g'ri burchak shaklidagi ko'ndalang qirqimli o'zan uchun tutash (bog'liq) chuqurliklar quyidagi ifodalar yordamida aniqlanadi:

$$h_1 = \frac{h_2}{2} \left(\sqrt{1 + \frac{8 \cdot q^2}{g \cdot h_2^3}} - 1 \right), \quad (9.6)$$

$$h_2 = \frac{h_1}{2} \left(\sqrt{1 + \frac{8q^2}{g \cdot h_1^3}} - 1 \right). \quad (9.7)$$

Shu turdagi (to'g'ri to'rtburchakli ko'ndalang qirqimli) o'zanlar uchun kritik (chegara) chuqurlik h_k ni quyidagi ifoda bilan hisoblash mumkin:

$$h_k = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} \quad (9.8)$$

Gidravlik sakrash uzunligi (ℓ_n) ni hisoblash uchun bir qancha ifodalar mavjud, jumladan N.N.Pavlovskiy quyidagi ifodani taklif etadi:

$$\ell_n = 2,5 \cdot (1,9 \cdot h_2 - h_1) \quad (9.9)$$

Quyida mukammal gidravlik sakrashga oid masalani ko‘ramiz:

Masalani echish quyidagi tartibda amalga oshiriladi:

1. Sakrash funksiyasi grafigini chizish. Buning uchun chuqurlik (h) ga turli qiymatlar berib, ifoda yordamida $\Pi(h)$ ning unga mos qiymatlari topiladi. Egri chiziqning ko‘rinishini aniq tasvirlash uchun kami bilan 10 ta h uchun $\Pi(h)$ ning qiymatlari aniqlashini kerak. Hisoblashlarni quyidagi jadval yordamida amalga oshirgan ma’qul:

T/r	h, m	b, m	ω, m^2	$\frac{\omega \cdot h}{2}, m^3$	$\frac{Q^2}{g \cdot \omega}, m^3$	$\Pi(h), m^3$
1						
2						
...						
10						

Jadval ma’lumotlaridan foydalanib, $\Pi(h) = f(h)$ bog‘lanish grafigi chiziladi. Xuddi shu chizmaga 8-amaliy mashg‘ulotda ko‘rsatilgan yo‘l bilan qirqimningsolishtirma energiyasi egri chizig‘i tushiriladi. Buning uchun ordinata o‘qi o‘zgarishsiz qolib, absissa o‘qiga E uchun $\Pi(h)$ ga mos yangi masshtab tanlanadi. Har ikki egri chiziqdan foydalanib, sakrash natijasida yo‘qotilgan solishtirma energiya miqdori ΔE aniqlanadi. Aniqlash yo‘li 9.2-rasmda ko‘rsatilgan.

2. Kritik (chegara) chuqurlikni aniqlash. Kritik chuqurlik bevosita (9.8) - ifoda orqali aniqlanadi.

3. Sakrash funksiyasining minimal qiymatini aniqlash. Sakrash funksiyasining minimal qiymatini yuqorida chizilgan $\Pi(h) = f(h)$ bog‘lanish grafigi yordamida aniqlash mumkin. Lekin uning yanada aniqroq qiymatini (8.5) ifoda yordamida $h = h_k$ deb qabud qilib hisoblash mumkin. Hisoblashni yuqoridagi jadvalning oxirgi qatorida amalga oshirgan ma’qul.

4. Tutash (bog‘liq) chuqurlik (h_2) ni aniqlash. Bu masalani grafik usul bilan hal qilish mumkin.

a. *Grafik usulda aniqlash* sakrash funksiyasi egri chizig‘ida quyidagi

tartibda bajariladi: ordinata h_1 ning qiymati qo'yilib, undan egrit chiziqqa gorizontaal o'tkaladi. Ular tutashgan nuqtadan egri chiziqning 2-tarmog'i bilan kesishguncha yuqoriga qarab vertikal chiziq o'tkaziladi. Shu erdagi nuqtadan yana ordinata o'qiga qarab gorizontaal chiziqni chizib, kesishgan nuqtadan (h_2) tutash chuqurlikni topamiz (9.2-rasm).

b. *Analitik usulda aniqlash* (9.7) ifoda yordamida bajariladi.

5. Sakrash uzunligini aniqlash. Hisoblash (9.9) -ifodaga asosan amalga oshiriladi.

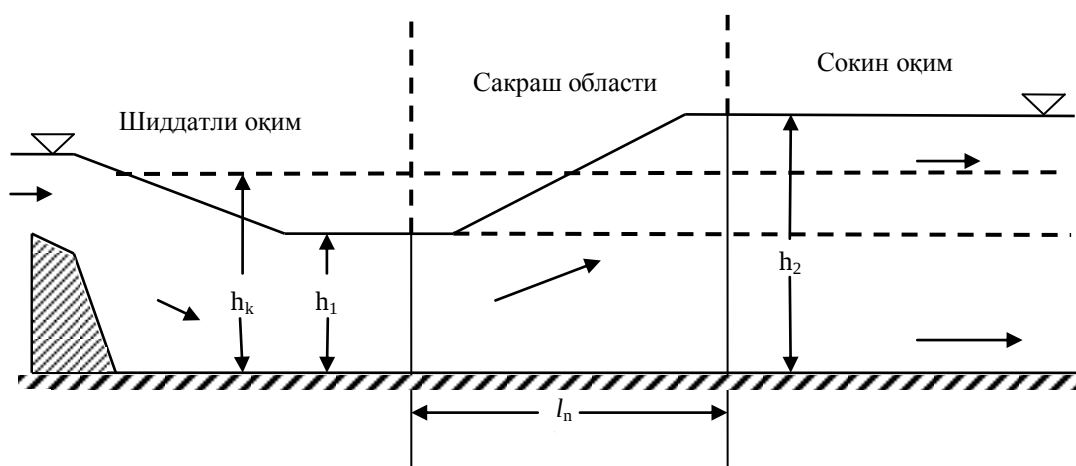
Masala. To'g'ri burchak shaklidagi ko'ndalang qirqimli kanal uchun sakrash funksiyasi grafigi va qirqimning solishtirma energiyasi grafigi chizilsin hamda tutash chuqurlik h_2 , kritik chuqurlik h_k , sakrash funksiyasining minimal qiymati, sakrash uzunligi l_n va gidravlik sakrash natijasida yo'qotilgan solishtirma energiya miqdori ΔE aniqlansin.

Berilgan: suv sarfi $Q = 8,0 \frac{m^3}{sek}$, kanalning kengligi $b = 4m$, sakrashdan oldingi chuqurlik $h_1 = 0,4m$ ning qiymati.

Masalaning variantlari IX ilovada keltirilgan.

Masalaning echimi:

1. Gidravlik sakrash sxemasini chizish (9.1-rasm).



9.1 – rasm. Gidravlik sakrash sxemasi

2. Sakrash funksiyasi ($\Pi(h)$) ni hisoblash. h ga turli qiymatlar berib, $\Pi(h)$ ning qiymatini aniqlash.

2.1. $h_1 = 0,125m$.

a) $\omega = \epsilon \cdot h = 4m \cdot 0,125m = 0,5m^2$;

b) $\frac{\omega \cdot h}{2} = \frac{0,5m^2 \cdot 0,125m}{2} = 0,031m^3$;

v) $\frac{Q^2}{g \cdot \omega} = \frac{\left(8 \frac{m^3}{sek}\right)^2}{9,81 \frac{m}{sek^2} \cdot 0,5m^2} = 13,04m^3$;

g) $\Pi(h) = \frac{\omega \cdot h}{2} + \frac{Q^2}{g \cdot \omega} = 0,031m^3 + 13,04m^3 = 13,07m^3$.

2.2. $h_2 = 0,25m$.

Hisoblash ishlarini qo'yidagi jadvalda davom ettiramiz.

9.1 – jadval

Sakrash funksiyasi $\Pi(h)$ ni hisoblash jadvali

T/r	h, m	b, m	ω, m^2	$\frac{\omega \cdot h}{2}, m^3$	$\frac{Q^2}{g \cdot \omega}, m^3$	$\Pi(h), m^3$
1	0,125	4,0	0,5	0,0313	13,04	13,07
2	0,25		1,0	0,125	6,52	6,95
3	0,30		1,2	0,180	5,43	5,61
4	0,50		2,0	0,5	3,26	3,76
5	0,75		3,0	1,125	2,17	3,30
6	1,0		4,0	2,0	1,63	3,63
7	1,25		5,0	3,13	1,30	4,43
8	1,50		6,0	4,50	1,08	5,58
9	1,75		7,0	6,13	0,93	7,06
10	2,0		8,0	8,0	0,815	8,82
11	2,25		9,0	10,1	0,720	10,8
12	2,50		10	12,5	0,650	13,6

3. Sakrash funksiyasi grafigini chizish (9.2 – rasm).

4. E ning qiymatlarini aniqlash.

4.1. $h_1 = 0,30m$.

a) $\omega = \epsilon \cdot h = 4m \cdot 0,3m = 1,2m^2$;

b) $\vartheta = \frac{Q}{\omega} = \frac{8 \frac{m^3}{sek}}{1,2m^2} = 6,67 \frac{m}{sek}$;

v) $\vartheta^2 = 44,4 \frac{m^2}{sek^2}$;

$$h_2 = \frac{h_1}{2} \left(\sqrt{1 + \frac{8 \cdot q^2}{g \cdot h_1^3}} - 1 \right) = \frac{0,4m}{2} \left(\sqrt{1 + \frac{8 \cdot \left(2,67 \frac{m^2}{sek} \right)^2}{9,81 \frac{m}{sek^2} \cdot (0,4m)^3}} - 1 \right) = 0,2m \left(\sqrt{1 + \frac{57 \frac{m^4}{sek^2}}{0,62 \frac{m^4}{sek^2}}} - 1 \right) = 1,73m;$$

Ifodadagi elementar suv sarfi (q) quyidagicha aniqlanadi:

$$q = \frac{Q}{\epsilon} = \frac{8 \frac{m^3}{sek}}{3m} = 2,67 \frac{m^2}{sek};$$

b) kritik chuqurlikni hisoblash:

$$h_k = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} = \sqrt[3]{\frac{\left(2,67 \frac{m^2}{sek} \right)^2}{9,81 \frac{m}{sek^2}}} = \sqrt[3]{\frac{7,13 \frac{m^4}{sek^2}}{9,81 \frac{m}{sek^2}}} = 0,85m .$$

v) gidravlik sakrash uzunligini aniqlash:

$$l_n = 2,5 \cdot (1,9 \cdot h_2 - h_1) = 2,5 \cdot (1,9 \cdot 1,25m - 0,4m) = 4,94m .$$

g) solishtirma energiya miqdorini aniqlash:

d) gidravlik sakrash natijasida yo‘qotilgan solishtirma energiya miqdorini ΔE aniqlash. Yuqoridagi $h = f(E)$ grafigidan aniqlanadi.

e) sakrash funksiyasining minimal ($\Pi(h)_{\min}$) qiymati yuqorida chizilgan $h = f(\Pi(h))$ bog‘lanish grafigi yordamida aniqlanadi.

Bajarilgan ishning tahliliy bayonnomasini tuzish bo‘yicha tavsiyalar 1 - amaliy mashg‘ulotning yakunida keltirilgan.

Sinov savollari va topshiriqlar:

1. Gidravlik sakrash qanday sharoitda kuzatiladi?
2. Gidravlik sakrash turlarini ayting.
3. Mukammal gidravlik sakrash belgilarini aytib bering.
4. Sakrash funksiyasi grafigi qanday chiziladi?
5. O‘zaro bog‘liq chuqurliklar nima?
6. Gidravlik sakrashning asosiy tenglamasini yozib bering.

10 - amaliy mashg'ulot

Tekismas harakat tenglamasini integrallash.: Dimlanish egri chizig'i grafigini chizish

Ishning maqsadi. Mazkur amaliy mashg'ulotni bajarishdan ko'zda tutilgan asosiy maqsad talabalarga dimlanish egri chizig'i grafigini chizish bo'yicha bajarilishi lozim bo'lgan hisoblash ishlari bo'yicha tajriba, ko'nikma va malakalar hosil qilishdan iborat.

Tayanch atamalar va iboralar: dimlanish egri chizig'i, o'zgarmas harakat, notekis harakat, sekin o'zgarib boruvchi harakat, notekis harakatning differensial tenglamasi, Baxmetov funksiyalari, o'zanning gidravlik ko'rsatkichi, nisbiy chuqurlik.

Ishning nazariy asoslari. *Notekis harakat* o'zgarmas harakatning shunday turiki, unda barcha gidravlik elementlar (jonli kesma maydoni, tezlik, chuqurlik) oqim uzunligi bo'yicha o'zgarib turadi. Notekis harakat ko'pincha tabiiy o'zanlarda – daryolarda, soylarda kuzatiladi. Sun'iy o'zanlar kanallarda esa gidrotexnik inshootlarning ta'sir zonasida kuzatiladi. Notekis harakatda oqim uzunligi bo'yicha olingan bo'ylama qirqimda suv sathining yuzasi dimlanish egri chizig'i yoki pasayish egri chizig'i ko'ringishida bo'ladi. Birinchi holda chuqurlik oqim uzunligi ortib boradi, ikkinchisida esa kamayadi.

Sekin o'zgarib boruvchi notekis harakatning asosiy differensial tenglamasi quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$\frac{dh}{dl} = \frac{i - \frac{Q^2}{\omega^2 \cdot C^2 \cdot R}}{1 - \frac{\alpha \cdot Q^2}{g} \cdot \frac{B}{\omega^3}}, \quad (10.1)$$

ifodada: i - o'zidan tubi nishabligi; α - Koriolis koeffitsiyenti; ω , ϑ , C , R - mos ravishda ko'ndalang qirqim yuzasi, o'rtacha tezlik, Shezi koeffitsienti, gidravlik radius bo'lib, oqim uzunligi (l) bo'yicha o'zgarib turadi; Q - suv sarfi. Amalda (10.1) ifodani integrallab, qo'llashga qulay holga keltiriladi. Integrallash usullari leksiya materiallarida to'la bayon etiladi.

Shuni ta'kidlash o'rinliki, ochiq o'zanlarda suvning notekis harakatini

gidravlik hisoblashlar ko‘pincha oqim uzunligi bo‘yicha suv sathi egri chizig‘ini chiqish maqsadida amalga oshirildi. Quyida shunga oid masalani ko‘ramiz.

Notekis harakatning differensial ko‘rinishdagi asosiy tenglamasi (10.1 ifoda) ni integrallash bilan juda ko‘p olimlar (B.A.Baxmetov, N.N.Pavlovskiy, I.A.Agorskin va boshqalar) shug‘ullangan. Biz quyida tenglamaning B.A.Baxmetov usuli bilan echilgan holini ko‘ramiz. Tenglama, ya’ni (10.1) ifoda mazkur usul bilan echilgach, quyidagi ko‘rinishga keladi:

$$\frac{i \cdot \ell}{h_0} = \eta_2 - \eta_1 - (1-j)[\varphi(\eta_2) - \varphi(\eta_1)], \quad (10.2)$$

ifodada: i - o‘zan tub nishabligi; ℓ - o‘rganilayotgan o‘zan qismning uzunligi; h_0 - normal chuqurlik; η_1 va η_2 nisbiylik chuqurliklari; $\varphi(\eta_1)$ va $\varphi(\eta_2)$ - nisbiy chuqurliklarga bog‘liq bo‘lgan Baxmetov funksiyalari deyiladi va quyidagi

$$\varphi(\eta) = \int \frac{dh}{\eta^\chi - 1}, \quad (10.3)$$

integralni echish bilan aniqlanadi. Ayniqlanagan qiymatlar maxsus jadvalda keltirilgan (XVI ilova).

Yuqorida keltirilgan (10.3) ifodagi χ - o‘zanning gidravlik ko‘rsatkichi deyiladi va quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$\chi = 2 \frac{\ell g K_2 - \ell g K_1}{\ell g h_2 - \ell g h_1}, \quad (10.4)$$

bu yerda h_1 va h_2 - qirqimlardagi chuqurliklar, K_1 va K_2 - shu qirqimlardagi suv sarfi modullari.

Integrallash natijasida hosil bo‘lgan (10.2) tenglamadagi j - o‘zaning ko‘rilayotgan qismida xarakterlanuvchi kuchning o‘zgarishini hisobga oladigan koeffitsiyent bo‘lib, quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$j = \frac{\alpha \cdot i \cdot C^2}{g} \cdot \frac{B}{\chi}, \quad (10.5)$$

ifodadagi B , χ , C kattaliklar o‘rtacha chuqurlik $h_{ort} = \frac{h_2 + h_1}{2}$ bilan ifodalanadi.

Masalan echish qo‘yidagi tartibda bajariladi:

1. Yuqorida keltirilgan (10.4) ifoda yordamida o‘zaning gidravlik

koʻrsatkichi aniqlanadi. Buning uchun K_1 ni hisoblash $h_1 = h_0$ deb olinadi. K_2 esa h_2 ning berilgan qiymatiga asosan hisoblanadi.

2. Yuqoridagi (10.5) ifoda yordamida j koeffitsiyent hisoblanadi. Yuqorida aytib oʻtilgandek, ω , χ , R , B , C kattaliklarni aniqlashda oʻrtacha chuqurlik (h_{ort}) dan foydalanamiz.

3. Nisbiy chuqurliklar η_1 va η_2 aniqlanadi. Nisbiy chuqurliklar (η_1 , η_2) va oʻzaning gidravlik koʻrsatkichi (χ) ga bogʻliq holda Baxmetov funksiyalari [$\varphi(\eta_1)$, $\varphi(\eta_2)$] ning qiymatlari XVI ilovadagi maxsus jadvaldan topiladi.

4. Asosiy ifoda (10.2) yordamida berilgan chuqurlik kuzatiladigan masofa, yaʼni kanalning uzunligi l aniqlanadi.

5. Yuqorida bayon etilgan hisoblashlar ketma-ketligini quyidagi jadval yordamida bajargan maʼqul:

$$l = \frac{h_0}{i} \cdot \{ \eta_2 - \eta_1 - (1-j) \cdot [\varphi(\eta_2) - \varphi(\eta_1)] \}$$

№	h_2 , m	h_1 , m	η_2	η_1	$\varphi(\eta_2)$	$\varphi(\eta_1)$	$\eta_2 - \eta_1$	$\varphi(\eta_2) - \varphi(\eta_1)$	$1 - j \cdot \varphi(\eta_2) - \varphi(\eta_1)$	$\frac{i \cdot l}{h_1}$	$\frac{h_0}{i}$	l , m
1												
2												
...												
10												

Jadvaldan koʻrinib turibdiki, hisoblashlarni alohida-alohida oraliqlar uchun bajaramiz. Toʻsiq oldidagi chuqurlik (h_2) maʼlum, dimlanish oxiridagi chuqurlikni esa normal chuqurlik (h_0) ga teng deb qabul qilamiz. Mazkur masalada oraliqlar sonini 10 ta olgan maʼqul. Agar hisoblashlar hajmi koʻp boʻlsa, maxsus programma tuzib, EHM da hisoblash mumkin.

6. Dimlanish egri chizigʻini chizish. Chizmani millimetrli qogʻozga format asosida chizish kerak (10.1-rasm). Unda vertikal va gorizontal tomonlar uchun alohida –alohida masshtablar tanlash zarur. Dastlab nishablikni hisobga olgan holda masshtab asosida kanal tubining boʻylama profili chiziladi. Buning uchun kanalning berilgan uzunligidagi balandliklar farqi Δh hisoblanib, uning

qiymativertikal o‘q bo‘yicha, kanal uzunligi esa gorizontal o‘q bo‘yicha qo‘yiladi. o‘zan tubi chizig‘idan vertikal bo‘yicha h_0 ning qiymati qo‘yilib, normal chuqurlik chizig‘i N-N ni o‘tkazamiz. Keyin har bir oraliq uchun h_2 , h_1 larning qiymatlari o‘zan tubi chizig‘iga nisbatan vertikalbo‘yicha qo‘yiladi va ular silliq egri chiziq bilan tutashtirilsa, dimlash egri chizig‘i hosil qiladi.

Masala. Trapetsiya shaklidagi ko‘ndalang qirqimli kanaldagi dimlanish egri chizig‘i grafigi chizilsin va kanalning boshlanishidagi chuqurlik aniqlansin.

Berilgan: kanalning uzunligi ($l = 14km$), kanaldagi suv sarfi ($Q = 37,0 \frac{m^3}{sek}$), kanalning o‘zan tubi nishabligi ($i = 0,0003$), o‘zan tubi buyicha kengligi ($b = 12,0m$), kanal devorining qiyalik koeffitsiyenti ($m = 2,0$), kanaldagi normal chuqurlik ($h_0 = 2,0m$) va to‘siq oldidagi chuqurlik ($h_2 = 4,0m$), o‘zanning g‘adir-budirlik koeffitsiyenti ($n = 0,020$) va Koriolis koeffitsiyenti ($\alpha = 1,2$)

Masalaning variantlari X ilovada keltirilgan.

Masalaning echimi:

I. Hisoblashlar asoslanadigan tenglama quyidagi ko‘rinishga ega:

$$l = \frac{h_0}{i} \cdot \{ \eta_2 - \eta_1 - (1-j) \cdot [\varphi \cdot (\eta_2) - \varphi \cdot (\eta_1)] \}$$

II. O‘zanning gidravlik ko‘rsatkichini aniqlash:

$$\chi = 2 \cdot \frac{\lg K_2 - \lg K_1}{\lg h_2 - \lg h_1} = 2 \cdot \frac{\lg 7726 - \lg 2057}{\lg 4 - \lg 2} = 2 \cdot \frac{3,89 - 3,31}{0,60 - 0,30} = 2 \cdot \frac{0,58}{0,30} = 3,8 :$$

1) $h_1 = h_0$ deb qabul qilamiz.

2) yuqoridagi ifodadagi K_1 ni qiymatini aniqlash:

$$h_1 = 2,0m$$

a) ko‘ndalang kesim yuzasini hisoblash:

$$\omega_1 = (b + m \cdot h_1) h_1 = (12,0m + 2,0 \cdot 2,0m) 2,0m = 32m^2.$$

b) namlangan perimetrni hisoblash:

$$\chi_1 = b + 2 \cdot h_1 (\sqrt{1 + m^2}) = 12,0m + 2 \cdot 2,0m (\sqrt{1 + 2,0^2}) = 20,8m.$$

v) gidravlik radiusni hisoblash:

$$R_1 = \frac{\omega_1}{\chi_1} = \frac{32,0m^2}{20,8m} = 1,54m.$$

g) Shezi koeffitsiyentini hisoblash:

$$C_1 = 51,8 \frac{\sqrt{m}}{sek}.$$

d) suv sarfi harakteristikasini aniqlash:

$$K_1 = \omega_1 \cdot C_1 \cdot \sqrt{R_1} = 32,0m^2 \cdot 51,8 \frac{\sqrt{m}}{sek} \cdot \sqrt{1,54m} = 2057 \frac{m^3}{sek}$$

3) K_2 ni hisoblash:

$$h_2 = 4,0m$$

a) ko'ndalang kesim yuzasini hisoblash:

$$\omega_2 = (b + m \cdot h_2)h_2 = (12,0m + 2,0 \cdot 4,0m)4,0m = 80m^2.$$

b) namlangan perimetrni hisoblash:

$$\chi_2 = b + 2 \cdot h_2(\sqrt{1 + m^2}) = 12,0m + 2 \cdot 4,0m(\sqrt{1 + 2,0^2}) = 29,9m.$$

v) gidravlik radiusni hisoblash:

$$R_2 = \frac{\omega_2}{\chi_2} = \frac{80,0m^2}{29,9m} = 2,68m.$$

g) Shezi koeffitsiyentini hisoblash:

$$C_2 = 59,0 \frac{\sqrt{m}}{cek}.$$

d) suv sarfi harakteristikasini aniqlash:

$$K_2 = \omega_2 \cdot C_2 \cdot \sqrt{R_2} = 80,0m^2 \cdot 59,0 \frac{\sqrt{m}}{sek} \cdot \sqrt{2,68m} = 7726 \frac{m^3}{sek}.$$

4) o'zanda harakatlanuvchi kuchning o'zgarishini ifodalaydigan kattalikni hisoblash:

$$j = \frac{\alpha \cdot i \cdot C^2}{g} \cdot \frac{B}{\chi} = \frac{1,2 \cdot 0,0003 \cdot 56,6^2 \frac{\sqrt{m}}{sek^2}}{9,81 \frac{m}{sek^2}} \cdot \frac{24m}{25,38m} = 0,11.$$

a) o'rtacha quchurlikni aniqlash:

$$h_{o'rt} = \frac{h_2 + h_1}{2} = \frac{4,0m + 2,0m}{2} = 3,0m$$

b) ko'ndalang kesim yuzasini hisoblash:

$$\omega = (b + m \cdot h)h = (12,0m + 2,0 \cdot 3,0m)3,0m = 54m^2.$$

v) namlangan perimetrni hisoblash:

$$\chi = b + 2 \cdot h(\sqrt{1 + m^2}) = 12,0m + 2 \cdot 3,0m(\sqrt{1 + 2,0^2}) = 25,4m.$$

g) gidravlik radiusni hisoblash:

$$R_2 = \frac{\omega_2}{\chi_2} = \frac{54,0m^2}{25,4m} = 2,12m.$$

d) Shezi koeffitsiyentini aniqlash (XV ilova):

$$C_2 = 56,6 \frac{\sqrt{m}}{sek}.$$

e) suv yuzasi bo'yicha kenglikni aniqlash:

$$B = b + 2 \cdot m \cdot h_{o'rt} = 12,0m + 2 \cdot 2,0 \cdot 3,0m = 24,0m.$$

j) $1 - j = 1 - 0,11 = 0,89.$

III. Berilgan chuqurlik kuzatiladigan masofani aniqlash:

$$l = \frac{h_0}{i} \cdot \{\eta_2 - \eta_1 - (1 - j) \cdot [\varphi \cdot (\eta_2) - \varphi \cdot (\eta_1)]\}$$

Hisoblashlarni quyidagi jadvalda davom ettiramiz.

10.1 – jadval

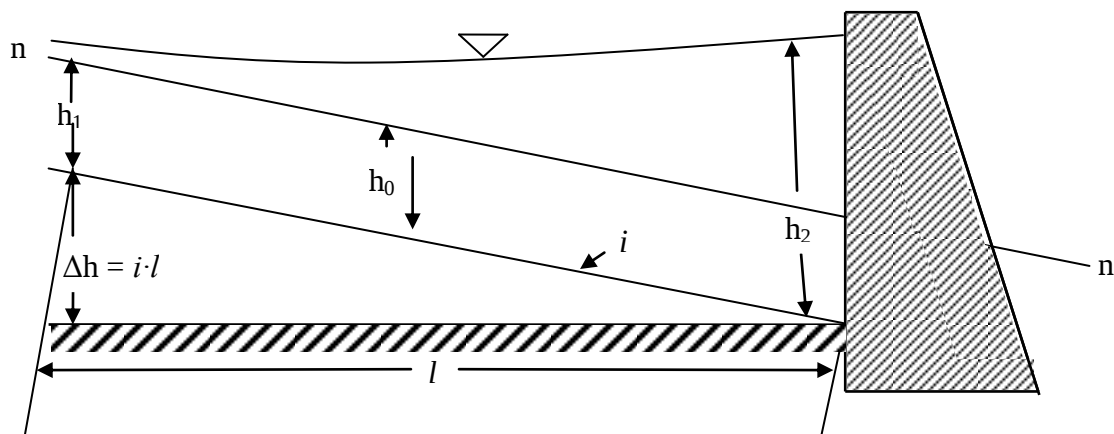
Hisoblash natijali

№	h_2 , m	h_1 , m	η_2	η_1	$\varphi(\eta_2)$	$\varphi(\eta_1)$	$\eta_2 - \eta_1$	$\varphi(\eta_2) - \varphi(\eta_1)$	$1 - j \cdot \varphi(\eta_2) - \varphi(\eta_1)$	$\frac{i \cdot l}{h_1}$	$\frac{h_0}{i}$	l , m
1	4,0	3,8	2,0	1,9	0,053	0,062	0,1	-0,009	-0,0080	0,1080	6666,7	7201
2		3,6		1,8		0,072	0,2	-0,019	-0,0169	0,2169		1446
3		3,4		1,7		0,086	0,3	-0,033	-0,0293	0,3294		2196
4		3,2		1,6		0,103	0,4	-0,050	-0,0445	0,4445		2963
5		3,0		1,5		0,127	0,5	-0,074	-0,0659	0,5659		3772
6		2,8		1,4		0,160	0,6	-0,107	-0,0952	0,6952		4635
7		2,6		1,3		0,207	0,7	-0,154	-0,1375	0,8371		5580
8		2,4		1,2		0,283	0,8	-0,230	-0,2047	1,0047		6698
9		2,2		1,1		0,433	0,9	-0,380	-0,3382	1,2382		8255
10		2,0		1,0		0,500	1,0	-0,447	-0,3978	1,3978		9319

$$\eta_1 = \frac{h_1}{h_0}; \quad \eta_2 = \frac{h_2}{h_0}; \quad \frac{i \cdot l}{h_1} = \{\eta_2 - \eta_1 - (1 - j) \cdot [\varphi \cdot (\eta_2) - \varphi \cdot (\eta_1)]\}; \quad l = \frac{i \cdot l}{h_1} \cdot \frac{h_0}{i}.$$

Jadvaldagi $\varphi(\eta)$ ning qiymatlari η asosida XVI ilovadagi maxsus jadvaldan aniqlanadi.

IV. Yuqoridagi jadval ma'lumotlari asosida dimlanish egri chizig'i grafigi chiziladi (10.1-rasm).



10.1-расм. Димланиш эгри чизиги чизмасы

Bajarilgan ishning tahliliy bayonnomasini tuzish bo'yicha tavsiyalar 1 - amaliy mashg'ulotning yakunida keltirilgan.

Sinov savollari:

1. Oqim uzunligi bo'yicha erkin sathning shakli qanday parametrlarga bog'liq bo'ladi?
2. Dimlanish egri chizig'i qanday chiziladi?
3. Prizmatik o'zanlarda quyidagi hollarda erkin sath yuzasi qanday ko'rinishni oladi:
 - a) o'zan tubi nishabligi kritik nishablikdan kichik bo'lganda, ya'ni $i < i_k$;
 - b) o'zan tubi nishabligi kritik nishablikdan katta bo'lganda, ya'ni $i > i_k$;
 - v) o'zan tubi nishabligi kritik nishablikka teng bo'lganda, ya'ni $i = i_k$;
4. Baxmetov funksiyalarining qiymatlari qanday aniqlanadi?
5. Dimlanish egri chizig'i grafigini chizish ketma-ketligini eslang.
6. Dimlanish egri chizig'i grafigi qanday maqsadlarda chiziladi?

11-amaliy mashg'ulot

Suyuqliklarning kichik tuynuklar va nasadkalardan oqishi

Ishning maqsadi. Amaliy mashg'ulotni bajarishdan ko'zda tutilgan asosiy maqsad talabalarga suyuqliklarning kichik tuynuklar–otverstiellar va nasadkalar - jumraklardan oqishiga oid masalalarni echish bilan tanishtirishdan iboratdir.

Tayanch atamalar va iboralar: kichik tuynuklar, nasadkalar, o'zgaras napor, o'zgaruvchan napor, suvga ko'milgan kichik tuynuk, suvga ko'milmagan kichik tuynuk, katta tuynuklar-darvozalar, yupqa devorli tuynuklar, qalin devorli tuynuklar, tezlik, suv sarfi, kichrayish koeffitsiyenti, suv sarfi koeffitsiyenti.

Ishning nazariy asoslari. Suyuqliklarning kichik tuynuklar - otverstielar va katta tuynuklar - darvozalar hamda nasadkalar - jumraklar orqali oqishini o'rganish katta amaliy ahamiyatga ega. Ko'pincha gidrotexnik inshootlarni, shu jumladan shlyuzlar, regulyatorlar, idishlar va suv omborlarining suvdan bo'shash uchun ketgan vaqtni gidravlik hisoblashlar nasadkalar va kichik hamda katta tuynuklar uchun chiqarilgan ifodalar yordamida amalga oshiriladi.

Dastlab tuynuklar va nasadkalarning bir-biridan farqini bilib olaylik. Kichik tuynuk - ko'ndalang kesimi yuzasi nisbatan kichik bo'lgan suv oqib chiqadigan ob'ektdir. Nasadka, bu suyuqlik bosim ostida oqib chiqadigan qisqa quvurdir. Jumrak - nasadkaning oddiy turidir. Demak, kichik tuynukka qisqa quvur ulansa, nasadka hosil bo'ladi.

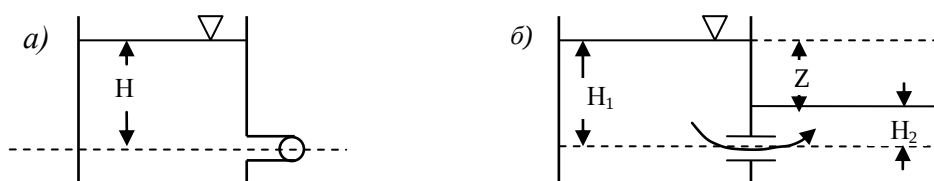
Suyuqliklarning kichik tuynuklar va nasadkalar orqali oqishini tasniflash naporga, suyuqlikning idishdan oqib chiqish holatiga bog'liq holda amalga oshiriladi.

Suyuqliklarning kichik hamda katta tuynuklar va nasadkalar orqali oqishi quyidagi ikki turda bo'lishi mumkin:

- 1) o'zgaras naporda;
- 2) o'zgaruvchan naporda.

Yuqorida qayd etilgan har ikki holatda ham suyuqlikning oqib chiqishi quyidagi ikki ko'rinishda bo'lishi mumkin:

- 1) ochiq atmosferaga oqish (11.1 – rasm, a), suvga ko'milmagan holatda;
- 2) tutash idishga oqib o'tish (11.1 – rasm, b), suvga ko'milgan holatda.



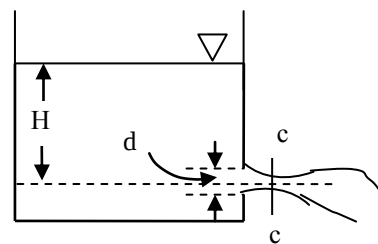
11.1 - rasm.

Tuynuk markazidan suv sathigacha bo'lgan balandlik idishdagi naporni ifodalaydi va uni H bilan belgilaymiz. Tutash idishlardagi naporlar farqini esa Z bilan belgilaymiz, ya'ni $Z = H_1 - H_2$. Ko'rinib turibdiki, Z qancha katta bo'lsa, tuynukdan shuncha ko'p suv oqib o'tadi.

Yuqorida bayon etilgan fikrlar barcha tuynuklar va nasadkalar uchun umumiy edi. Quyida faqat tuynuklar ustida to'xtalamiz.

Agar tuynukning vertikal o'lchami H ga nisbatan 5-10 marta kichik bo'lsa, u **kichik tuynuk** deyiladi, aks holda esa **katta tuynuk** deb qabul qilinadi. Tuynuk devorining qalinligi (δ) uning diametri (d) ning uchga ko'paytirilganidan kichik bo'lsa, **yupqa devorli**, aks holda **qalin devorli** deyiladi, ya'ni $\delta < 3d$ sharti bajarilganda-yupqa devorli, $\delta > 3d$ sharti bajarilganda esa qalin devorli bo'ladi. Tuynukning ko'ndalang kesim yuzasini ω bilan belgilaymiz.

Suyuqlik tuynukdan oqib chiqayotganda, siqilish natijasida, uning ko'ndalang kesimi yuzasi ma'lum qiymatga kichrayadi (11.2 - rasm). Tajribalardan ma'lumki, eng kichik kichraygan maydon tuynukdan $0,5 \cdot d$ masofada kuzatiladi. Agar ω_k - suyuqlik



11.2 - rasm

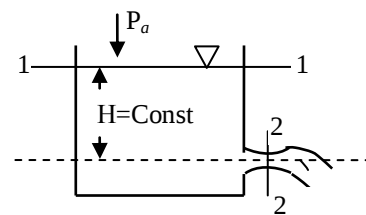
oqimining kichraygan ko'ndalang kesimining yuzasi, ω - tuynukning ko'ndalang kesimi yuzasi bo'lsa, kichrayish koeffitsiyenti (ε) quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$\varepsilon = \frac{\omega_k}{\omega}.$$

Kichrayish koeffitsiyenti $\varepsilon = 0,60 - 0,64$ oraliqda o'zgaradi.

Suyuqliklarning tuynuklardan oqishini o'rganishda tezlik g hamda suv sarfi Q ni aniqlash asosiy masalalar hisoblanadi. Quyida shu kattaliklarni hisoblash ifodalarini topishga harakat qilamiz.

Masalani dastlab suvga ko'milmagan tuynuklar uchun ko'raylik (11.3 - rasm). Chizmada ikkita qirqimni ajratib olamiz. Hisoblash ifodasini chiqarish uchun Bernulli tenglamasiga murojaat etamiz. Ajratilgan 1-1 va 2-2 qirqimlar uchun



11.3-rasm.

Bernulli tenglamasi quyidagi ko‘rinishda yoziladi:

$$\frac{\alpha \mathcal{G}_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{\alpha \mathcal{G}_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + h_f. \quad (11.1)$$

Ushbu ifodani tahlil qilamiz:

1) $\mathcal{G}_1 = \mathcal{G}_0$ deb qabul qilamiz va u idishdagi suv sathini o‘zgarmas holatda saqlash uchun qo‘shilayotgan suyuqlik tezligini ifodalaydi;

2) $\mathcal{G}_2 = \mathcal{G}$ deb qabul qilamiz, $\mathcal{G}$ tuynukdan oqib chiqayotgan suyuqlik tezligini ifodalaydi;

3) $P_1 = P_2 = P_a$, chunki har ikki holda ham suyuqlikka atmosfera bosimi ta’sir etadi;

4) $Z_1 = H$, $Z_2 = 0$, chunki tenglashtirish tekisligi 0-0 tuynuk markazidan o‘tkazilgan;

$$5) h_f = h_M \cdot \xi_M \cdot \frac{\mathcal{G}^2}{2 \cdot g}.$$

Yuqorida bayon etilgan mulohazalardan so‘ng (11.1) ifodani quyidagi ko‘rinishda yozib, tezlik $\mathcal{G}$ ni hisoblash ifodasiga ega bo‘lamiz:

$$\begin{aligned} \frac{\alpha \cdot \mathcal{G}_0^2}{2 \cdot g} + H &= \frac{\alpha \cdot \mathcal{G}^2}{2 \cdot g} + \xi_M \frac{\mathcal{G}^2}{2 \cdot g}; \\ \frac{\alpha \cdot \mathcal{G}_0^2}{2 \cdot g} + H &= \frac{\mathcal{G}^2}{2 \cdot g} (\alpha + \xi_M); \\ \alpha \cdot \mathcal{G}_0^2 + 2 \cdot g \cdot H &= \mathcal{G}^2 (\alpha + \xi_m); \\ \mathcal{G}^2 &= \frac{\alpha \cdot \mathcal{G}_0^2 + 2 \cdot g \cdot H}{(\alpha + \xi_M)} = \frac{1}{\alpha + \xi_M} 2g \left(\frac{\alpha \cdot \mathcal{G}_0^2}{2 \cdot g} + H \right); \\ \mathcal{G}^2 &= \frac{1}{\alpha + \xi_M} 2 \cdot g \cdot H_0; \\ \mathcal{G} &= \frac{1}{\sqrt{\alpha + \xi_m}} \sqrt{2 \cdot g \cdot H_0}; \\ \mathcal{G} &= \varphi \sqrt{2 \cdot g \cdot H_0}. \end{aligned} \quad (11.2)$$

Yuqoridagi (11.2) ifoda tuynukdan oqib chiqayotgan suyuqlikning oqish tezligini hisoblashga imkon beradi. Ushbu ifodani chiqarishda $\frac{\alpha \cdot \mathcal{G}_0^2}{2 \cdot g} + H = H_0$

hamda $\frac{1}{\sqrt{\alpha + \xi_m}} = \varphi$ belgilashlardan foydalandik. Bu tengliklarda: H_0 – oqib kelish tezligi hisobga olinib, tuzatilgan napor; φ - tezlik koeffitsiyenti.

Agar $\vartheta_0 = 0$ bo'lsa, u holda $H_0 = H$ sharti bajarilib, yuqoridagi (11.2) ifoda $\vartheta = \varphi \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$ ko'rinishda yoziladi. Tajribalardan aniqlanishicha, tuynuklar uchun mahalliy qarshilik koeffitsiyenti $\xi_M = 0,06$, $\alpha = 1$ bo'ladi. Demak, tezlik koeffitsiyenti $\varphi = \frac{1}{\sqrt{1+0,06}} \approx 0,97$ ga teng bo'ladi.

Ma'lumki, suv sarfi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi: $Q = \omega_c \cdot \vartheta$. Bu yerda $\varepsilon = \frac{\omega_c}{\omega}$ ekanligini hisobga olsak $\varepsilon \cdot \omega = \omega_c$ ga teng bo'ladi. Demak, suv sarfi ifodasi quyidagi ko'rinishga keladi:

$$Q = \varepsilon \cdot \omega \cdot \varphi \sqrt{2g \cdot H_0}, \quad (11.3)$$

bu yerda $\varphi \cdot \varepsilon = \mu$ deb olsak, suv sarfini quyidagicha hisoblash mumkin:

$$Q = \mu \cdot \omega \sqrt{2g \cdot H_0}. \quad (11.4)$$

Agar $\vartheta_0 = 0$ bo'lsa, ifoda quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$Q = \mu \cdot \omega \sqrt{2g \cdot H}. \quad (11.5)$$

Yuqoridagi ifodalarda keltirilgan μ tuynukning suv sarfi koeffitsiyenti bo'lib, uning qiymati tuynukning shakli va turiga bog'liq holda $\mu = 0,60 - 0,62$ oraliqda o'zgaradi.

1-masala. Diametri $d = 2,5mm$ ga teng bo'lgan doira shaklidagi kichik tuynukning og'irlik markazi joylashgan chuqurlik $H = 30mm$, neftning kinematik yopishqoqlik koeffitsiyenti $\nu = 4sm/sek$ bo'lsa, neftning yupqa devorli kichik tuynukdan oqib o'tish tezligini hisoblang.

Masalaning echimi:

1. Dastlab neft' oqimini laminar rejimda harakatlanayotgan deb qabul qilamiz va tezlik ϑ ni quyidagi ifoda yordamida hisoblaymiz:

$$\vartheta = \varphi \sqrt{2 \cdot g \cdot H_0},$$

bu yerda: H_0 – oqib kelish tezligi hisobga olinib, tuzatilgan napor; φ - tezlik

koeffitsiyenti.

Agar $\vartheta_0 = 0$ bo'lsa, u holda $H_0 = H$ sharti bajarilib, yuqoridagi ifoda $\vartheta = \varphi \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$ ko'rinishda yoziladi. Tajribalardan aniqlanishicha, tuynuklar uchun mahalliy qarshilik koeffitsiyenti $\xi_M = 0,06$, $\alpha = 1$. Demak, tezlik koeffitsiyenti $\varphi = \frac{1}{\sqrt{\alpha + \xi_M}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0,06}} = 0,97$ ga teng.

Yuqoridagilarga asoslanib,

$$\vartheta_x = \varphi \sqrt{2 \cdot g \cdot H} = 0,97 \cdot \sqrt{2 \cdot 981 \cdot 3} = 74,01 \frac{sm}{sek};$$

2. Reynolds sonini aniqlash:

$$Re_c = \frac{d \cdot \vartheta_x}{\nu} = \frac{0,25 \cdot 74,01}{4} = 4,63 < 5;$$

3. Laminar rejimdagi tezlik tuzatmasini aniqlash:

$$\varphi_t = \frac{Re_c}{48} = \frac{4,63}{48} \approx 0,1;$$

4. Hisoblangan tezlikka tuzatma kiritish:

$$\Delta_{\vartheta} = \varphi_t \cdot \vartheta_x = 0,1 \cdot 74,01 = 7,4 \frac{sm}{sek}.$$

2-masala. Neft' saqlagichdan diametri $d = 50mm$ bo'lgan tuynuk orqali atmosferaga oqib chiqayotgan neft oqimining tezligi va sarfini hisoblang. Tuynukning og'irlik markazi joylashgan chuqurlik $H = 9$ metr va neftning kinematik yopishqoqlik koeffitsiyenti $\nu = 0,6sm^2 / sek$ ga teng.

Masalaning echimi:

1. Ideal suyuqlik oqimi uchun tezlikni aniqlash: ($\varphi = 1,0$)

$$\vartheta_{ide} = \sqrt{2 \cdot g \cdot H_0} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 9} = 13,3 \frac{m}{sek};$$

2. Reynolds sonini aniqlash:

$$Re_c = \frac{d \cdot \vartheta_{id}}{\nu} = \frac{5sm \cdot 1330sm/sek}{0,6sm^2 / sek} = 11083;$$

Reynolds sonini bu qiymati bilan tezlik tuzatmasini aniqlab bo'lmaydi. Shuning uchun S.A.Abdurashidov jadvalidan (11.1-jadval) neftning kinematik yopishqoqlik koeffitsiyenti ($\nu = 0,6sm^2 / sek$) ga bog'liq holda tezlik tuzatmasi

aniqlanadi ($\varphi = 0,75$).

11.1 - jadval

Tezlik koeffitsiyenti (φ) ni aniqlash jadvali (S.A.Abdurashidov)

Suyuqlik	Kinematik yopishqoqlik koeffitsiyenti, $\nu, \text{sm}^2 / \text{sek}$	Tezlik koeffitsiyenti, φ	
		Doira yuzali Tuynuk uchun	To'g'ri to'rtburchak shaklidagi Tuynuk uchun
Suv	0,01	0,97	0,90
Neft'	0,60	0,75	0,78
	4,0	0,67	0,665

3. Suyuqlik oqimining haqiqiy tezligini aniqlash:

$$g = \varphi \cdot g_{id} = 0,75 \cdot 13,3 = 10 \frac{\text{M}}{\text{cek}};$$

4. Neft' sarfini oqimning to'la siqiluvchanligini hisobga olgan holda aniqlash:

$$Q = \mu \cdot \omega \cdot \sqrt{2gH};$$

bu yerda μ - tuynukning suv sarfi koeffitsiyenti bo'lib, uning qiymati tuynukning shakli va turiga bog'liq holda $\mu = 0,60-0,62$ oraliqda o'zgaradi. Oqimning to'la siqiluvchanligini hisobga olgan holatda $\mu = 0,62$ bo'ladi. Demak, neft oqimining sarfi quyidagicha aniqlanadi:

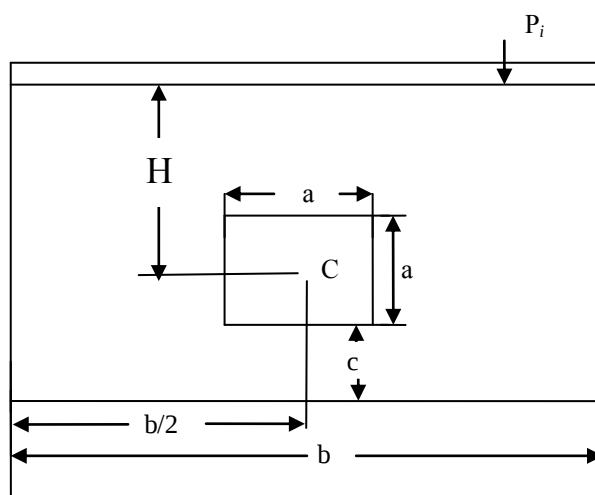
$$Q = \mu \cdot \omega \cdot \sqrt{2gH} = \mu \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot g = 0,62 \cdot \frac{3,14 \cdot (0,05)^2}{4} \cdot 10 = 0,0122 \text{ m}^3 / \text{sek} = 12,21 / \text{sek}.$$

3-masala. Idishning yon devoridagi kvadrat yuzali tuynukning tomonlari $a = 0,18$ m, tuynuk markazi joylashgan chuqurlik $H = 0,5$ m, idishdagi suv yuzasiga ta'sir ko'rsatayotgan ortiqcha gidrostatik bosim $P_i = 1,45 \text{ kg} / \text{sm}^2$, idish tubidan tuynuk asosigacha bo'lgan masofa $c = 0,1$ m, idishning kengligi $b = 0,3 \text{ m}$. Suvning tuynukka oqib kelish tezligi (g_0) ni hisobga olmagan holda, atmosferaga oqib chiqayotgan suv sarfini aniqlang (11.4-rasm).

Masalaning echimi:

1. Tuynuk devorining siqiluvchanlik turini aniqlash:

Siqiluvchanlik turlari haqida to'xtalib o'tamiz. Tuynukdan oqib chiqayotgan suv oqimining siqiluvchanligi 3 turda bo'ladi:

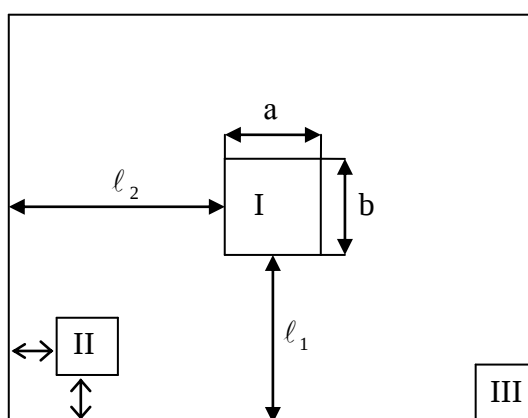


11.4 - rasm.

1) to'liq mukammal siqiluvchanlik (11.5-rasm, I); $\ell_1 \geq 3b$ va $\ell_2 \geq 3a$ bu yerda: ℓ_1 - idish tubidan tuynuk markazigacha bo'lgan masofa, ℓ_2 - idish yon devoridan tuynuk markazigacha bo'lgan masofa, a - tuynukning kengligi, b - tuynukning balandligi.

2) to'liq mukammal bo'lmagan siqiluvchanlik (11.5-rasm, II); $\ell_1 < 3b$ va $\ell_2 < 3a$.

3) to'liq bo'lmagan siqiluvchanlik (11.5-rasm, III); bu holatdagi siqiluvchanlikda tuynuk tomonlari idish tubiga yoki yon devoriga mos tushadi.



11.5-rasm.

$$\ell_1 = c = 0,1m < 3a = 0,54m;$$

$$\ell_2 = \frac{b-a}{2} = 0,06m < 3a = 0,54m.$$

Yuqoridagilardan kelib chiqqan holda, biz ko'rayotgan masalada

siqiluvchanlik to'liq mukammal bo'lmagan holatga mansub bo'ladi, deb xulosa chiqarishimiz mumkin.

2. To'liq mukammal bo'lmagan siqiluvchanlik uchun suv sarfi koeffitsiyentini aniqlash:

$$\mu_{hec} = \mu \left[1 + 0,641 \left(\frac{\omega}{\Omega} \right)^2 \right];$$

bu yerda: μ - kvadrat yuzali tuynuk uchun suv sarfi koeffitsiyenti bo'lib, uning qiymatini 11.2-jadvaldan $a = 0,18$ m va $H_0 = 15$ m berilganlar asosida $\mu = 0,599$ ekanligini aniqlaymiz.

11.2-jadval

Tuynuk markazidagi nopor, H, m	Tuynukning (kvadrat) tomoni, sm			
	1	3	12	18
	μ			
0,5	0,626	0,609	0,605	0,603
1,0	0,620	0,607	0,605	0,604
2,0	0,614	0,605	0,604	0,603
6,0	0,605	0,602	0,601	0,601
15,0	0,601	0,600	0,600	0,599
30,0	0,598	0,598	0,598	0,598

1) yuqoridagi tuynukning og'irlik markaziga ta'sir etadigan to'liq gidrostatik bosim balandligi H_0 quyidagicha hisoblanadi:

$$H_0 = H + \frac{P_i}{\gamma} = 0,5 + \frac{1,45 \text{ kg/sm}^2}{10^3 \text{ kg/m}^3} = 0,5 + \frac{1,45 \cdot 10^4 \text{ kg/m}^2}{10^3 \text{ kg/m}^3} = 0,5 \text{ m} + 14,5 \text{ m} = 15 \text{ m}.$$

2) idishning yuzasini aniqlash:

$$\Omega = b \left(H + \frac{a}{2} + c \right) = 0,3(0,5 + 0,09 + 0,1) = 0,207 \text{ m}^2$$

4) tuynukning yuzasini hisoblash:

$$\omega = a^2 = 0,18^2 = 0,0324 \text{ m}^2$$

Olingan natijalarni yuqoridagi ifodaga qo'yib, hisoblashlarni davom ettiramiz

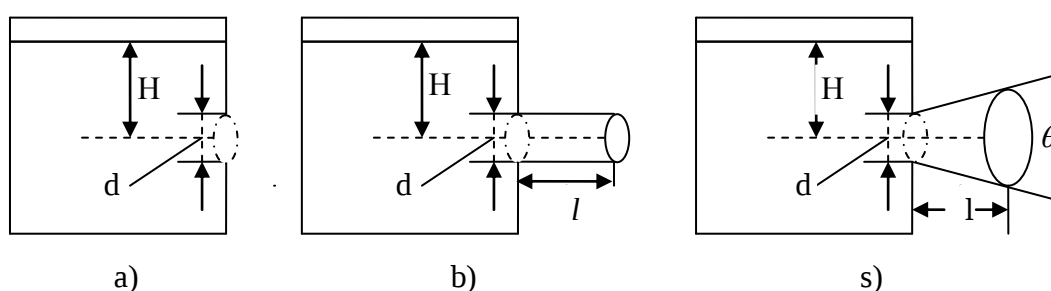
$$\mu_{hec} = \mu \left[1 + 0,641 \left(\frac{\omega}{\Omega} \right)^2 \right] = 0,599 \left[1 + 0,641 \left(\frac{0,0324}{0,207} \right)^2 \right] = 0,608.$$

3. Tuynukdan atmosferaga oqib chiqayotgan suv sarfini aniqlash:

$$Q = \mu_{hec} \cdot \omega \cdot \sqrt{2g \cdot H_0} = 0,608 \cdot 0,0324 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 15} = 0,338 \text{ m}^3 / \text{sek} = 338 \text{ l} / \text{sek}$$

4-masala. Doira shaklidagi diametri $d = 10 \text{ sm}$ bo'lgan tuynukka uzunliklari $\ell = 0,4 \text{ m}$ ga teng bo'lgan silindir shaklidagi nasadka va konussimon nasadka ($\theta = 6^\circ$ burchakli) o'rnatilganda, ulardan oqib o'tadigan suv sarfining o'zgarishini baholang. Tuynukning og'irlik markazi joylangan chuqurlik $H = 3 \text{ m}$, suvning $t = 10^\circ \text{C}$ haroratdagi kinematik yopishqoqlik koeffitsiyenti $\nu = 0,6 \text{ sm}^2 / \text{sek}$ deb qabul qilinsin.

Masalalarning variantlari XI ilovada keltirilgan.



11.6 - rasm. Doira shaklidagi tuynukka (a) ulangan silindr shaklidagi (b) va konussimon shakldagi (s) nasadkalar

Masalaning echimi:

1. Doira shaklidagi tuynukdan oqib chiqayotgan suv sarfini aniqlash:

1) suv sarfini umumiy ifoda bo'yicha aniqlaymiz:

$$Q = \mu \cdot \omega \cdot \sqrt{2gH} = 0,62 \cdot \frac{3,14 \cdot (0,1)^2}{4} \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 3} = 0,0373 \text{ m}^3 / \text{sek} = 37,3 \text{ l} / \text{sek}.$$

Yuqoridagi ifodadagi μ - suv sarfi koeffitsiyenti bo'lib, uning qiymatini 11.3 - jadvaldan olindi, $\mu = 0,62$. Lekin, bu hisoblashlarda suvning kinematik yopishqoqlik koeffitsiyenti ν hisobga olinmagan. Bu esa hisoblash aniqligini kamaytiradi.

2) Reynolds sonini aniqlash:

$$\text{Re}_c = \frac{d \cdot \mathcal{G}_{id}}{\nu} = \frac{10 \text{ sm} \cdot 767 \text{ sm} / \text{sek}}{0,6 \text{ sm}^2 / \text{sek}} = 12783;$$

$$\text{Ifodadagi } \mathcal{G}_{id} = \sqrt{2 \cdot g \cdot H} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 3} = 7,67 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$$

Reynolds soni orqali 11.7 - rasmdan suv sarfi koeffitsiyenti aniqlanadi

$$\mu = 0,62$$

3) suv sarfini yopishqoqlikni hisobga olgan holda aniqlash:

$$Q = \mu \cdot \omega \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} = 0,62 \cdot \frac{3,14 \cdot (0,1)^2}{4} \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 3} = 0,0373 m^3 / sek = 37 l / sek.$$

2. Tuynukka ulangan silindr shaklidagi nasadka orqali oqib chiqayotgan suv sarfini aniqlash:

Dastlab nasadka suvga to'lib oqmoqda, deb qabul qilamiz va Q ni quyidagi ifoda yordamida hisoblaymiz:

$$Q = \mu \cdot \omega \cdot \sqrt{2gH} = 0,82 \cdot \frac{3,14 \cdot (0,1)^2}{4} \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 3} = 0,049 m^3 / sek = 49 l / sek.$$

Ifodadagi μ - suv sarfi koeffitsiyenti bo'lib, uning qiymati 11.3-jadvaldan olinadi, ya'ni $\mu = 0,82$.

3. Konussimon nasadka orqali oqib o'tayotgan suv sarfini aniqlash:

1) konusning katta diametrini aniqlash:

$$D = d + 2 \cdot \ell \cdot \operatorname{tg} 3^\circ = 0,10 + 2 \cdot 0,4 \cdot 0,0525 = 0,142 m.$$

2) jonli kesma maydonini aniqlash:

$$\omega_D = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot (0,142 m)^2}{4} = 0,01584 m^2.$$

3) konussimon nasadkadan oqib chiqayotgan suv sarfini aniqlash:

$$Q = \mu \cdot \omega_D \cdot \sqrt{2gH} = 0,465 \cdot 0,01584 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 3} = 0,0565 m^3 / sek = 56,5 l / sek.$$

4. Suvning doira shaklidagi tuynukdan (ϑ_d), silindr (ϑ_{ts}) hamda konussimon (ϑ_k) nasadkalardan oqib o'tish tezligini hisoblash:

$$1) \vartheta_d = \varphi \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} = 0,97 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 3} = 7,44 \frac{m}{sek};$$

$$2) \vartheta_{ts} = \varphi \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} = 0,82 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 3} = 6,29 \frac{m}{sek};$$

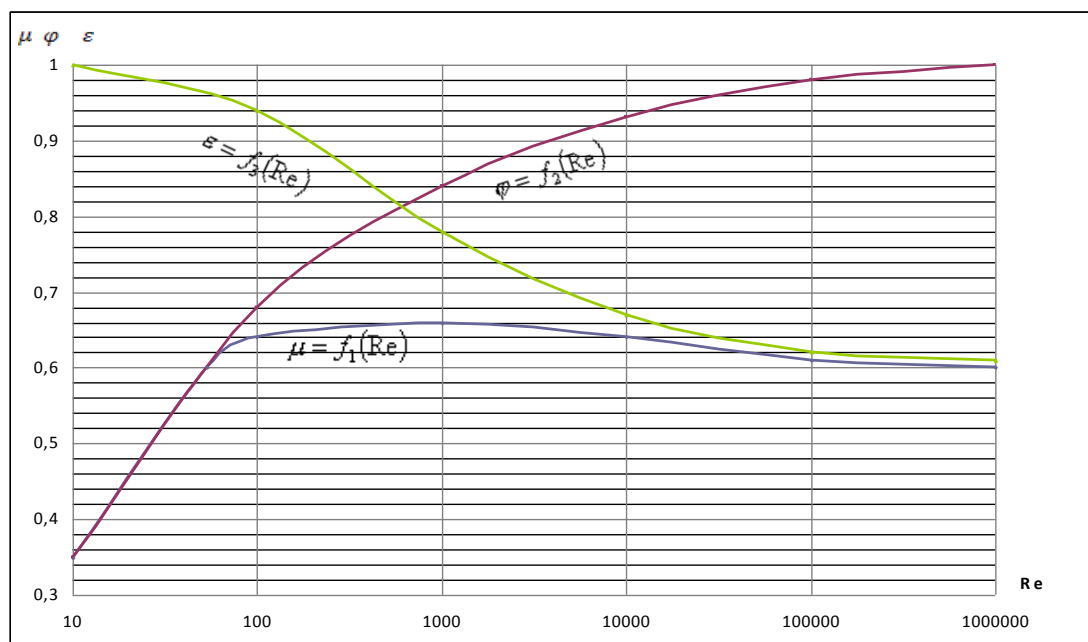
$$3) \vartheta_k = \varphi \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} = 0,465 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 3} = 3,56 \frac{m}{sek}.$$

ifodalardagi φ - tezlik koeffitsiyenti bo'lib, uning qiymatlari quyidagi 11.3-jadvaldan olindi.

11.3-jadval

Tezlik va sarfi koeffitsiyentlarini aniqlash jadvali

Tuynuk va nasadkaning turi	Koeffitsiyent	
	φ	μ
Doira shaklida	0,97	0,67
Silindrsimon nasadka	0,82	0,82
Konussimon nasadka, $\theta = 5^0 - 7^0$	0,45-0,50	0,45-0,50



11.7 - rasm. $\mu = f_1(Re)$, $\varphi = f_2(Re)$ va $\varepsilon = f_3(Re)$ bog‘lanish grafiklari

Bajarilgan ishning tahliliy bayonnomasini tuzish bo‘yicha tavsiyalar 1 - amaliy mashg‘ulotning yakunida keltirilgan.

Sinov savollari va topshiriqlar:

1. Suyuqliklarning kichik tuynuklar va nasadkalar orqali oqishini, o‘rganishning amaliy ahamiyatini eslang.
2. Suyuqliklarning kichik tuynuklar va nasadkalar orqali oqishini tasniflash belgilarini bilasizmi?
3. Suyuqliklarning kichik tuynuklar va nasadkalar orqali oqishi naporga bog‘liq holda qanday tasniflanadi?
4. Suyuqlikning oqib chiqish holatiga bog‘liq holda qanday tasniflanadi?
5. Kichik va katta tuynuklarning farqi nimada?
6. Yupqa va qalin devorli tuynuklar qanday aniqlanadi?
7. Kichrayish koeffitsiyenti qanday hisoblanadi?
8. Yupqa devordagi o‘zgarmas naporli kichik tuynuklar uchun tezlik va suv sarfini hisoblash ifodalari qanday ko‘rinishda yoziladi?
9. Suyuqliklarning suvga ko‘milgan kichik tuynuklardan oqishida, tezlik va suv sarfi qanday hisoblanadi?
10. Nasadkalar orqali oqib chiqayotgan suyuqliklar sarfi qanday ifodalar yordamida aniqlanadi?

12 - amaliy mashg'ulot

Suv omborlarining suvdan bo'shash vaqtini hisoblash

Ishning maqsadi. Mazkur amaliy mashg'ulotning maqsadi talabalarni suv omborlarini suvdan bo'shash vaqtini hisoblash usullari bilan tanishtirish va ularni amaliyotda qo'llash bo'yicha tajriba va ko'nikmalar hosil qilishdan iborat.

Tayanch atamalar va iboralar: suv ombori, suv omborlarining ko'rsatkichlari, me'yoriy dimlanish sathi, foydasiz hajm sathi, ishchi suv sathi, foydali yoki ishchi hajm, foydasiz yoki o'lik hajm, umumiy yoki to'liq hajm, ishchi chuqurlik, suv omborining suvdan to'la bo'shash vaqti, suv omborining maydon egri chizig'i, suv omboriga daryodan quyilayotgan suv sarfi, darvoza oldidagi maksimal napor, darvoza diametri, darvozaning suv sarfi koeffitsiyenti.

Ishning nazariy asoslari. Suv omborlarining ko'rsatkichlari quyidagi ikki yo'nalishda belgilanadi:

- 1) suv omborining o'lchamlarini xarakterlaydigan kattaliklar;
- 2) suv omboridan foydalanish rejimini aniqlaydigan kattaliklar.

Birinchi turdagi, ya'ni suv omborlarining o'lchamlarini xarakterlaydigan kattaliklar quyidagilardan iborat: a) me'yoriy dimlanish sathi (MDS); b) foydasiz hajm sathi (FHS); v) ishchi suv sathi (ISS).

MDS - shunday sathi, uni suv ombori to'g'oniga ziyon etmagan holda uzoq vaqt ushlab tura oladi. MDS ning takrorlanishi va davomiyligi suv omborini boshqarish rejimiga bog'liq.

FHS - suv omborida to'plangan suvdan shu sathgacha foydalaniladi. FHS ning takrorlanishi ham daryoning oqim rejimiga va suv omborining boshqarilish darajasiga bog'liq.

Suv omborlarining suv sig'imining quyidagi ko'rinishlari mavjud va ularning har biriga o'ziga xos vazifa yuklanadi: foydali hajm (V_f) - ishchi hajm; foydasiz (o'lik) hajm (V_o); umumiy yoki to'liq hajm (V); ishchi chuqurlik (h_i).

Foydali yoki ishchi hajm MDS va FHS orasida joylashgan bo'ladi. Daryo oqimi asosan shu hajmda boshqariladi. Foydasiz hajm daryo oqimini boshqarishda

ishtirok etmaydi, lekin suv inshootidan energetika maqsadlarida foydalanishda u muhim ahamiyatga ega. SHuningdek, daryolarning loyqa oqiziq-lari ham foydasiz hajmda cho'kadi.

Suv omborining umumiy yoki to'liq hajmi (V) uning foydali (V_f) va o'lik (V_o) hajmlari yig'indisiga teng bo'ladi, ya'ni:

$$V = V_f + V_o.$$

Quyida suv omborini suvdan bo'shash vaqtini hisoblashga oid masalani ko'rib chiqamiz.

Masala. Daryo o'zanida to'g'on qurilib, suv ombori hosil qilingan. Quyidagilar bajarilsin: 1) suv ombori va to'g'onining sxemasi chizilsin; 2) suv omborining maydon egri chizig'i grafigi chizilsin; 3) suv omborining suvdan bo'shash vaqti (t) hisoblansin.

Berilgan: suv omboriga daryodan quyilayotgan suv sarfi $Q_k = 1 \text{ m}^3 / \text{sek}$ ga teng, darvoza oldidagi maksimal napor $H = 10,0 \text{ m}$, darvoza doira shaklida bo'lib, diametri $d = 2,0 \text{ m}$ ga teng, darvozaning suv sarfi koeffitsiyenti $\mu = 0,62$. Suv omborinnig suv yuzasi (Ω) undagi chuqurlik (H) ga bog'liq holda o'zgaradi (12.1 – jadval).

12.1 – jadval

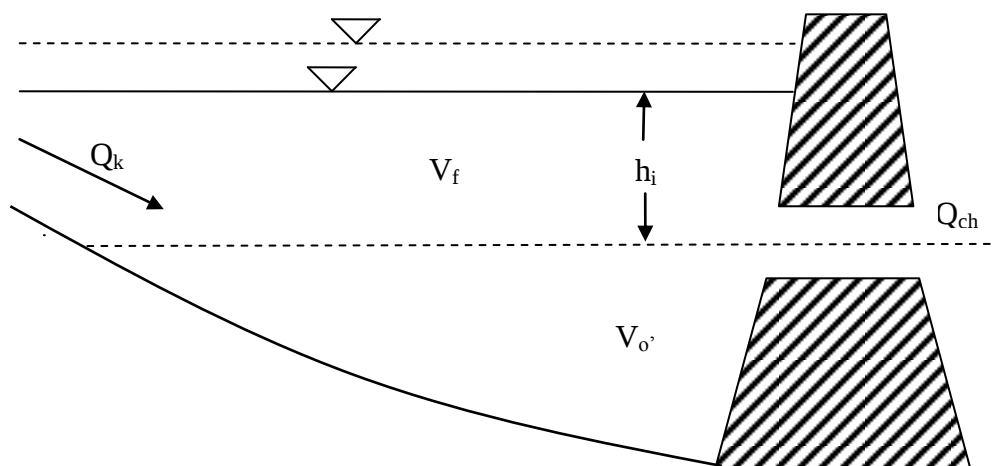
Suv omborinnig yuzasi (Ω) ning chuqurlik (H) ga bog'liq holda o'zgarishi

$H, \text{ m}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$\Omega, 10^6 \text{ m}^3$	0,2	0,3	0,5	0,75	1,0	1,38	1,85	2,38	3,1	4,0	4,8	5,10

Masalaning variantlari XII ilovada keltirilgan.

Masalaning echimi:

1. Suv ombori va to'g'onning chizmasini chizish (12.1 – rasm).
2. Suv omborining maydon egri chizig'i grafigini chizish (12.2 - rasm).
3. Suv omborining suvdan bo'shash vaqtini hisoblash.



12.1 – rasm. Suv ombori va to‘g‘onning chizmasi

3.1. Suv yuzasining o‘rtacha qiymatini aniqlash:

$$\Omega_{o'rt} = \frac{\Omega_i + \Omega_{i+1}}{2} = \frac{4,8 + 3,9}{2} = 4,35 \cdot 10^6 m^2.$$

3.2. Chuqurliklarning hisob farqini belgilash:

$$\Delta H = H_i - H_{i+1} = 10m - 9,0m = 1,0m.$$

3.3. Suv omborining turli chuqurliklar bilan chegaralangan qatlamlaridagi suv hajmlarini hisoblash:

$$\Delta V = \Omega \cdot \Delta H = 3,98 \cdot 10^6 m^2 \cdot 1,0m = 3,98 \cdot 10^6 m^3.$$

3.4. Naporning o‘rtacha qiymatini hisoblash:

$$H_{o'rt} = \frac{H_i + H_{i+1}}{2} = \frac{10,0 + 9,0}{2} = 9,5m.$$

3.5. To‘g‘on darvozasidan oqib chiqayotgan suv sarfini hisoblash:

$$\begin{aligned} Q_{ch} &= \mu \cdot \omega \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot \sqrt{H_{o'rt}} = 0,62 \cdot 3,14 m^2 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \frac{m}{sek^2}} \cdot \sqrt{9,5m} = \\ &= 0,62 \cdot 3,14 m^2 \cdot 4,43 sek \cdot 3,08 = 26,56 \frac{m^3}{sek}. \end{aligned}$$

Yuqoridagi fodada darvozaning ko‘ndalang kesimi ω quyidagicha aniqlandi:

$$\omega = 0,785 \cdot d^2 = 0,785 \cdot 4m^2 = 3,14 m^2.$$

3.6. Suv omborining har bir hisob oralig‘idagi suvdan bo‘shash vaqtini hisoblash:

$$\Delta t = \frac{\Delta V}{Q_{ch} - Q_k} = \frac{3,98 \cdot 10^6 m^3}{26,56 \frac{m^3}{sek} - 1 \frac{m^3}{sek}} = 0,1557 \cdot 10^6 sek = 155700 sek = 2595 min = 43,3 soat$$

Hisoblashlar 12.2-jadvalda davom ettiriladi.

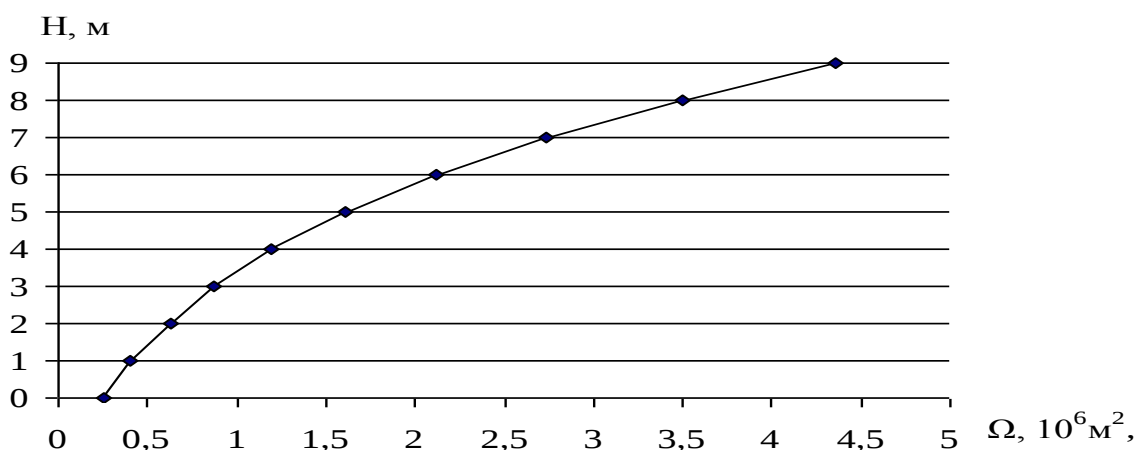
12.2 - jadval

Hisoblash jadvali

t/r	H, m	Ω , $10^6 m^2$	$\Omega_{o'rt}$, $10^6 m^2$	ΔH , m	ΔV_i , $10^6 m^3$	$H_{o'rt}$, m	$\sqrt{H}$, $\sqrt{M}$	$\mu \cdot \omega \sqrt{2 \cdot g}$	$Q_{ch,i}$, m^3/sek	$Q_{ch,i} - Q_k$, m^3/sek	$\Delta t_i = \frac{\Delta V_i}{Q_{ch,i} - Q_k}$, sek
1	10	4,80		1,0				0,62 \cdot 3,14 \cdot 4,42 = 8,60			
2	9	3,9	4,35		3,98	9,5	3,08		26,56	25,56	155700
3	8	3,1	3,50		3,50	8,5	2,91		25,02	24,02	145700
4	7	2,38	2,74		2,74	7,5	2,73		23,47	22,47	121900
5	6	1,85	2,115		2,115	6,5	2,54		21,84	20,84	101500
6	5	1,38	1,615		1,615	5,5	2,34		20,12	19,12	84500
7	4	1,0	1,19		1,19	4,5	2,12		18,23	17,23	69100
8	3	0,75	0,875		0,875	3,5	1,87		16,08	15,08	58000
9	2	0,5	0,625		0,625	2,5	1,58		13,58	12,58	49700
10	1	0,3	0,400		0,400	1,5	1,22		10,49	9,49	42100
11	0	0,2	0,250		0,250	0,5	0,70		6,02	5,02	49800

3.7. Suv omborining suvdan bo'shash vaqti $\Sigma \Delta t$ larning yig'indisi sifatida hisoblanadi:

$$t = \Sigma \Delta t_i = 878000 sek = 14633 min = 244 soat = 10 kun 17 soat .$$



12.2 - rasm. Suv omborining maydon egri chizig'i

Bajarilgan ishning tahliliy bayonnomasini tuzish bo'yicha tavsiyalar 1 - amaliy mashg'ulotning yakunida keltirilgan.

Sinov savollari va topshiriqlar:

1. Suv yuzasi o'rtacha qiymatini aniqlash ifodasini bilasizmi?

2. Chuqurliklarning hisob farqi ΔH ning qiymatini belgilashda qanday elementlar e'tiborga olinadi?
3. Berilgan qatlamlardagi suv hajmi nima va u qanday aniqlanadi?
4. Naporning o'rtacha qiymatini hisoblash ifodasini eslang?
5. Suv ombori to'g'onidan oqib chiqayotgan suv sarfini hisoblash ifodasini bilasizmi?
6. Ko'ndalang kesim yuza nima va u qanday aniqlanadi?
7. Suv omborini suvdan bo'shash vaqtini hisoblashning amaliy ahamiyati va uni aniqlash ifodasini bilasizmi?
8. Suv omborining maydon egri chizig'i grafigi qanday maqsadda chiziladi?

13 - amaliy mashg'ulot

Tashlamalarni gidravlik hisoblashlar

Ishning maqsadi. Mazkur amaliy mashg'ulotning asosiy maqsadi talabalarda tashlamalarni gidravlik hisoblashlarga oid masalalarni echish, ularni amaliyotda qo'llash bo'yicha tajriba, ko'nikma va malakalar hosil qilishdan iborat.

Tayanch atamalar va iboralar: tashlamalar - vodoslivlar, to'g'ri to'rtburchakli tashlama, uchburchakli tashlama, trapetsiya shaklidagi tashlama, parabola shaklidagi tashlama, yupqa devorli, qalin devorli, amaliy profilli tashlamalar, suvga ko'milgan va suvga ko'milgan tashlamalar, yon tomonidan qisilish bo'lmagan va yon tomonidan qisilish bo'lgan tashlamalar, suv o'lchash tashlamalari.

Ishning nazariy asoslari. Suvning ravon oqishiga to'sqinlik qiladigan va natijada suv undan oshib oqib o'tadigan har qanday suv inshooti tashlama vazifasini o'taydi. Tashlamalarni quyidagi belgilariga qarab **tasniflash** mumkin:

1. Suv oqab o'tadigan qismining geometrik shakliga bog'liq holda, quyidagi ko'rinishdagi tashlamalar mavjud: to'g'ri to'rtburchakli, uchburchakli, trapetsiya, parabola va boshqa shakllarda;

2. To'siq devori ko'ndalang qirqimining shakli va o'lchamiga bog'liq holda, quyidagi turdagi tashlamalar bir-biridan farqlanadilar: yupqa devorli; qalin devorli; amaliy profilli tashlamalar;

3. Tashlama devorining planda ko'rinishiga bog'liq holda, oqim yo'nalishiga perpendikulyar, oqim yo'nalishiga nisbatan ma'lum burchak ostida

joylashgan va boshqalar;

4. *Quyi befning tashlamadan oqib o'tayotgan suvga ta'siriga bog'liq holda*, suvga ko'milgan va suvga ko'milgan tashlamalarga bo'linadi;

5. *O'zanda o'rnatilishiga bog'liq holda*, yon tomonidan qisilish bo'lmagan va yon tomonidan qisilish bo'lgan tashlamalarga bo'linadi.

Yuqorida keltirilgan barcha turdagi tashlamalarni gidravlik hisoblashda quyida umumiy ifodadan foydalanish mumkin:

$$Q_1 = m_o \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot H^{\frac{3}{2}}, \quad (13.1)$$

bu yerda m_o - tashlamaning suv sarfi koeffitsiyenti, b - suv oqib o'tayotgan tuynukning kengligi, H - bosim balandligi yoki tashlama cho'qqisining yuqori bef bo'yicha ko'milish chuqurligi.

Hisoblashlarda tashlama turiga va uning ishlash sharoitiga bog'liq holda (13.1) ifodaga tegishli o'zgartirishlar kiritiladi.

Yupqa devorli tashlamalar bosim balandligi (H) bilan undan oqib o'tayotgan suv sarfi orasida juda yaxshi bog'lanish mavjudligi bilan boshqa turdagilardan ajralib turadi. Shuning uchun ulardan gidrometriyada kanallar, ariqlar va laboratoriya sharoitida suv sarfini o'lchashda foydalaniladi. Bu tashlamalarning suv oqib o'tadigan qismining shakli to'g'ri to'rtburchak, uchburchak, trapetsiya va parabola ko'rinishida bo'ladi.

Yon tomondan qisilishni hisobga olmagan holda yupqa devorli to'g'ri to'rtburchakli tashlamadan oqib o'tayotgan suv sarfi quyidagicha aniqlanadi:

$$Q_1 = m_o \cdot \sigma_k \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot H^{\frac{3}{2}}, \quad (13.2)$$

ifodada: m_o – oqib kelish tezligini hisobga oladigan suv sarfi koeffitsiyenti (13.1-jadvaldan aniqlanadi); σ_k - suvga ko'milish koeffitsiyenti. Ma'lumki, quyidagi ikki shart bajarilsa, tashlama suvga ko'milgan bo'ladi (13.1-rasm):

1) $h_q > P_q$, bu shart bajarilishi majburiy, lekin bu bilan tashlama suvga ko'milgan deb hisoblanmaydi, tashlamani suvga ko'milgan deb hisoblash uchun quyidagi ikkinchi shart ham bajarilishi kerak;

2) $\frac{Z}{P_q} < 0,7$, Z - yuqori va quyi beflardagi suv sathlari farqi.

Yuqoridagi ikki shart bajarilganda suvga ko‘milish koeffitsiyenti quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$\sigma_k = 1,05 \left(1 - 0,2 \cdot \frac{H - Z}{P_q} \right) \cdot \sqrt{\frac{Z}{H}}. \quad (13.3)$$

Suv sathlarining farqi (Z) quyidagicha topiladi:

$$Z = P_q + H - h_q \quad (13.4)$$

Yon tomonidan qisilishni hisobga olish uchun ε koeffitsiyent quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$\varepsilon = 1 - 0,2 \frac{H}{b} \quad (13.5)$$

Agar tashlama suvga ko‘milmagan bo‘lsa, $\sigma_k = 1$ bo‘ladi. Shuning uchun, masalani echishda dastlab tashlama suvga ko‘milgan yoki ko‘milmaganligini bilish zarur. So‘ng tegishli xulosa qilib, suv sarfini hisoblash kerak.

1-masala. Yupqa devorli to‘g‘ri to‘rtburchakli tashlamadan oqib o‘tayotgan suv sarfini yon tomondan qisilishni hisobga olib va uni hisobga olmasdan aniqlang (13.1-rasm).

Quyidagilar berilgan. Yuqori bef tomondan tashlama devorining balandligi ($P_{yu} = 0,70m$), quyi bef tomondan balandligi ($P_q = 0,85m$), tashlama tuynugining kengligi ($b = 1,8m$), bosim balandligi ($H = 0,6m$), quyi befdagi chuqurliklar ($h_{1q} = 0,6m$ va $h_{2q} = 1,2m$).

Masalaning variantlariga tegishli bo‘lgan ma’lumotlar XIII ilovada keltirilgan.

Masalaning echimi:

I. Tashlama suvga ko‘milmagan, ya’ni $h_{1q} < P_q$ sharti bajarilgan holat uchun suv sarfini hisoblash:

$$Q_1 = m_o \cdot b \sqrt{2 \cdot g \cdot H^{\frac{3}{2}}} = 0,458m \cdot 1,8m \sqrt{2 \cdot 9,81 \frac{m}{sek^2} \cdot 0,6m^{\frac{3}{2}}} = 1,69 \frac{m^3}{sek};$$

II. Tashlama suvga ko'milgan, ya'ni $h_{1q} > P_q$ sharti bajarilgan holat uchun suv sarfini hisoblash:

a) suv sarfi koeffitsiyenti m_0 13.1-jadvaldan aniqlanadi.

Yon tomondan qisilishga ega bo'lmagan to'g'ri ribo'rchak shaklidagi yupqa devorli tashlamaning suv sarfi koeffitsiyenti m_0 ning qiymatlari

T/r	Bosim balandligi H, m	Yuqori bef bo'yicha tashlama devorining balandligi - P_{yu} , m				
		0,40	0,50	0,60	0,80	1,00
1	0,20	0,444	0,437	0,433	0,428	0,425
2	0,30	0,456	0,446	0,439	0,431	0,426
3	0,40	0,468	0,457	0,448	0,437	0,430
4	0,50	0,480	0,467	0,457	0,444	0,436
5	0,60	0,491	0,770	0,466	0,451	0,441
6	0,70	0,500	0,485	0,474	0,458	0,447

b) tashlamaning suvga ko‘milish koeffitsiyenti σ_k ni aniqlash:

ifodadagi Z suv sathlarining farqi boʻlib, uning qiymati quyidagicha aniqlandi;

112

III. Suv sarfini yon tomondan qisilishni hisobga olgan holda aniqlash:

a) suvga koʻmilmagan holat uchun:

$$Q_3 = m_0 \cdot \varepsilon \cdot b \sqrt{2 \cdot g} \cdot H^{\frac{3}{2}} = 0,458m \cdot 0,93 \cdot 1,8m \cdot 4,43sek \cdot 0,46m = 1,57 \frac{m^3}{sek};$$

Yon tomondan qisilishni hisobga oladigan ε koeffitsiyent quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi;

$$\varepsilon = 1 - 0,2 \frac{H}{b} = 1 - 0,2 \frac{0,6m}{1,8m} = 0,93;$$

b) suvga koʻmilgan holat uchun:

$$Q_3 = m_0 \cdot \sigma_k \cdot \varepsilon \cdot b \sqrt{2 \cdot g} \cdot H^{\frac{3}{2}} = 0,458m \cdot 0,62 \cdot 0,93 \cdot 1,8m \cdot 4,43sek \cdot 0,46m = 0,96 \frac{m^3}{sek}.$$

IV. Suv sarfini yon tomondan qisilishni hisobga olmagan holat uchun aniqlash:

a) suvga qoʻmilmagan holat uchun;

$$Q_4 = m_0 \cdot b \sqrt{2 \cdot g} \cdot H^{\frac{3}{2}} = 0,458m \cdot 1,8m \sqrt{2 \cdot 9,81 \frac{m}{sek^2}} \cdot 0,6m^{\frac{3}{2}} = 2,19 \frac{m^3}{sek};$$

b) suvga koʻmilgan holat uchun;

$$Q_4 = m_0 \cdot \sigma_k \cdot b \sqrt{2 \cdot g} \cdot H^{\frac{3}{2}} = 0,458m \cdot 0,62 \cdot 1,8m \cdot 4,43sek \cdot 0,46m = 1,04 \frac{m^3}{sek}.$$

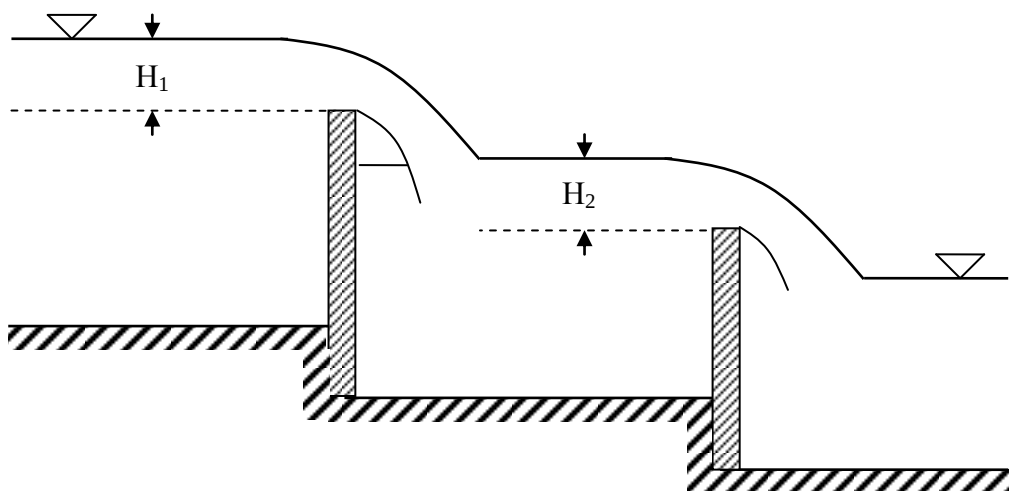
2-masala. Ariqda yupqa deorli ikkita tashlama ketma-ket joylashgan boʻlib, ularning biri uchburchak shaklida, ikkinchisi esa trapetsiya shaklidir. Tashlamalardan oqib oʻtayotgan suv sarfi va trapetsiya shaklidagi tashlama choʻqqisidagi bosim balandligi (H_2) aniqlansin (13.2-rasm).

Berilgan: uchburchak shaklidagi tashlamaning burchagi ($\theta = 90^\circ$), trapetsiya shaklidagi tashlamaning tubi boʻyicha kengligi ($b=1,0m$) va $tg\theta = 0,25$ ekanligi hamda uchburchak shaklidagi tashlamaning tegishli bosim balandligi ($H_1 = 0,4m$) (12.3-rasm).

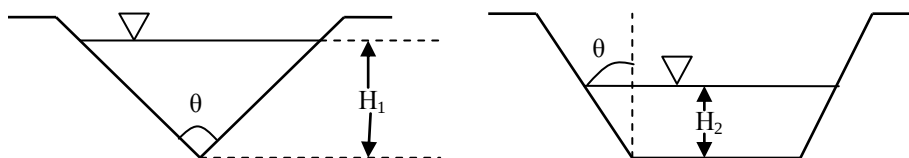
Masalaning variantlariga tegishli boʻlgan maʼlumotlar XIII ilovada keltirilgan.

Toʻgʻri burchakli uchburchakli tashlamadan oqib oʻtayotgan suv sarfi (Q) bosim balandligi (H) ga bogʻliq boʻlib, quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$Q_{\Delta} = 1,343 \cdot H^{2,47}. \quad (13.6)$$



13.2 - rasm. Yupqa devorli tashlama



13.3 - rasm.

Trapetsiya shaklidagi qirqimli tashlamadan oqib o'tayotgan suv sarfi esa (agar $\operatorname{tg} \theta = 0,25$ bo'lsa) quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$Q_{TRA} = 1,86 \cdot b \cdot H_2^{\frac{3}{2}}. \quad (13.7)$$

Masala quyidagi tartibda echiladi:

1. Yuqoridagi (13.6) ifoda yordamida uchburchakli tashlamadan oqib o'tayotgan suv sarfini aniqlaymiz:

$$Q_{\Delta} = 1,343 \cdot H^{2,47}$$

2. Ariqdagi suvning harakati o'zgarmas harakat (tekismas) bo'lgani uchun har ikki tashlamadan oqib o'tayotgan suv sarflari o'zaro teng bo'ladi, ya'ni $Q_{\Delta} = Q_{TRA}$ sharti bajariladi. Shuning uchun H_2 ning qiymatini quyidagicha aniqlaymiz:

$$H_2 = \sqrt[3]{\left(\frac{Q_{TRA}}{1,86 \cdot b}\right)^2}. \quad (13.8)$$

Masalaning echimi:

1. Uchburchak shaklidagi tashlamadan oqib o'tadigan suv sarfini aniqlash.

Ma'lumki, $\theta = 90^\circ$ bo'lsa, bu turdagi tashlamalar Tomson tashlamalari tipiga mansub bo'ladi va ulardagi suv sarfi quyidagicha hisoblanadi:

$$Q_\Delta = 1,343 \cdot H^{2,47} = 1,343 \cdot 0,4^{2,47} = 0,14 \frac{m^3}{sek}.$$

2. Uchburchak va trapetsiya shaklidagi tashlamalar ariqda ketma-ket joylashganligi uchun ulardagi suv sarfi bir xil bo'ladi:

$$Q_\Delta = Q_{TPA} = 0,14 \frac{m^3}{sek}.$$

3. Trapetsiya shaklidagi tashlama uchun napor (bosim balandligi) H_2 ni hisoblash:

a) $tg \theta = 0,25$ shartini bajargan tashlamalar Chepoletti tashlamalari turiga kiradi va ulardan oqib o'tayotgan suv sarfi quyidagicha aniqlanadi:

$$Q_{TRA} = 1,86 \cdot b \cdot H_2^{\frac{3}{2}} = 1,86 \cdot 1,0m \cdot 0,182^{1,5} = 0,14 \frac{m^3}{sek};$$

b) H_2 ning qiymatini aniqlash:

$$H_2^{\frac{3}{2}} = \frac{Q_{TRA}}{1,86 \cdot b};$$

$$H_2 = \sqrt[3]{\left(\frac{Q_{TRA}}{1,86 \cdot b}\right)^2} = \sqrt[3]{\left(\frac{0,14}{1,86 \cdot 1,0}\right)^2} = \sqrt[3]{0,075^2} = \sqrt[3]{0,0057} = 0,0057^{\frac{1}{3}} = 0,182m.$$

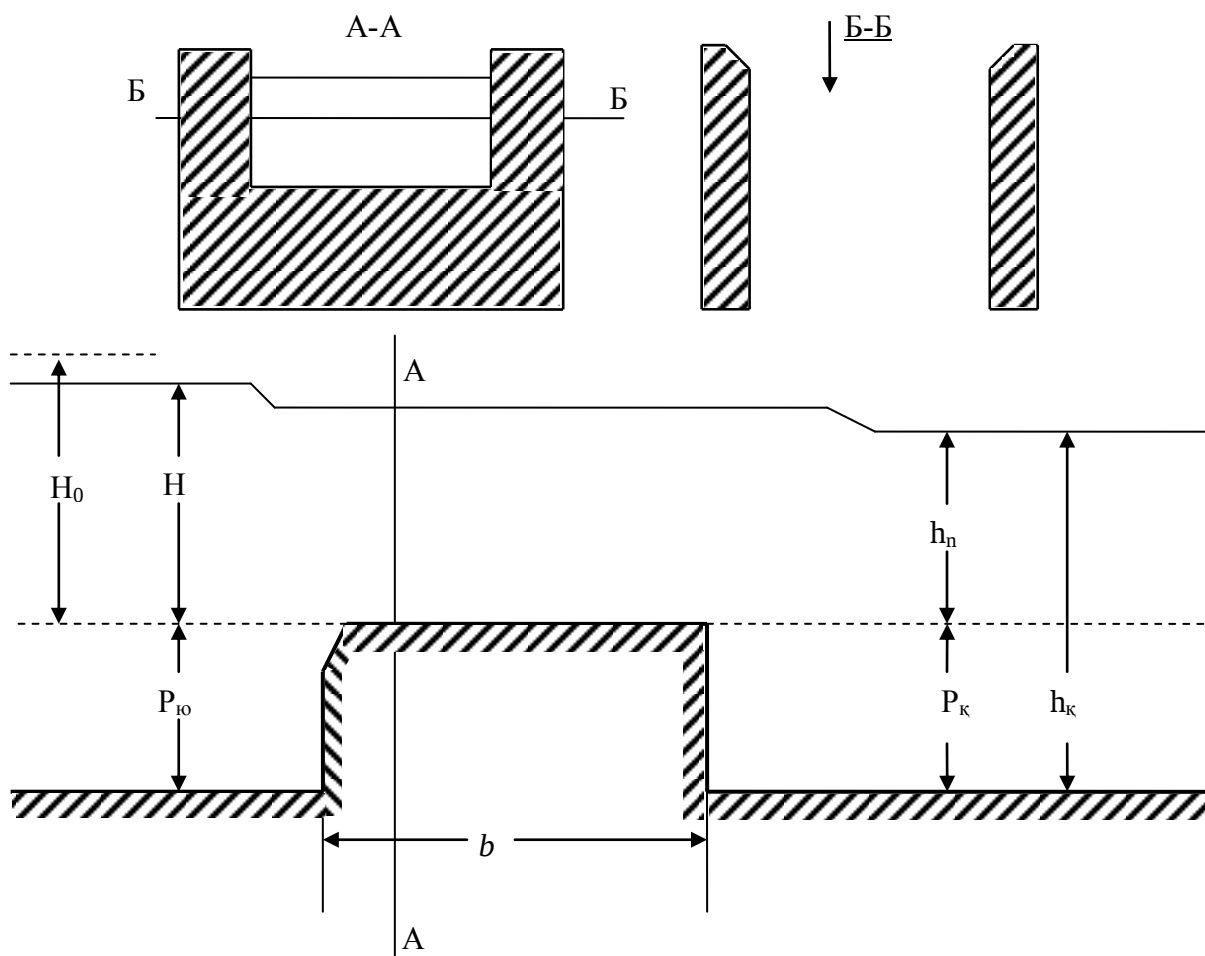
3-masala. Qalin devorli bir darvozali tashlama tuynugining kengligi aniqlansin. Tuynukning suv kirib keladigan qismining devorining cho'qqisi yoy shaklida (13.4-rasm).

Berilgan: suv sarfi ($Q = 33,0 m^3 / sek$), tashlama devorining balandligi ($P_{yu} = P_q = 0,8m$), bosim balandligi ($H = 1,8m$), quyi bfdagi chuqurlik ($h_q = 2,3m$), yuqori bfdagi oqim kengligi ($B = 40,0m$) va tuynukning suv kirib keladigan qismi devorining shaklini hisobga oladigan koeffitsiyent $\xi = 0,7$ ga teng.

Qalin devorli tashlamalardan oqib o'tadigan suv sarfi

$Q = m \cdot \sigma_k \cdot \sigma_q \cdot b \sqrt{2 \cdot g} \cdot H^{\frac{3}{2}}$ ifoda yordamida aniqlanadi. Lekin mazkur masalada

tashlama tuynugining kengligini aniqlash talab etiladi. Masala quyidagi tartibda echiladi:



13.3 – rasm. Qalin devorli bir darvozali tashlama

1. Tashlama suv sarfi koeffitsiyenti (m) ning qiymati tuynuk devorlarining shakliga va yuqori bef bo'yicha tashlama devori balandligi (P_{yu}) ning bosim balandligi (H) ga bo'lgan nisbatiga bog'liq. Agar tuynuk devorlarining plandagi shakli yoy ko'rinishida bo'lsa, m ning qiymati 13.2-jadvaldan aniqlanadi:

2. Ko'milish koeffitsiyenti σ_k ning qiymati h_n / H_0 nisbatga bog'liq holda 13.3 - jadvaldan aniqlanadi:

3. Yon tomondan qisilish koeffitsiyenti (σ_q) yuqorida keltirilgan $\sigma_q = 1 - 0,2 \cdot \xi \frac{H}{b}$ ifoda bilan aniqlanadi. Ifodadagi tashlama tuynugi devorining shaklini hisobga oladigan ξ koeffitsiyentning qiymati masala shartida berilgan.

4. Tashlama tuynugining kengligi (b) quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$b = \frac{Q}{m \cdot \sigma_k \cdot \sigma_q \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H^{\frac{3}{2}}}}. \quad (13.9)$$

Masalaning echimi:

1. Qalin devorli tashlamadan oqib o'tadigan suv sarfi quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi.

$$Q = m \cdot \sigma_k \cdot \sigma_q \cdot b \sqrt{2 \cdot g \cdot H^{\frac{3}{2}}}.$$

1.1. Tashlamaning suv sarfi koeffitsiyentini aniqlash. Uning qiymati tuynuk devorining shakliga va yuqori bef bo'yicha tashlama devori balandligi (P_{yu}) ning bosim balandligi (H) ga bo'lgan nisbatiga bog'liq. Agar tuynuk devorining plandagi shakli yoy ko'rinishda bo'lsa, m quyidagi jadvaldan aniqlanadi:

13.2-jadval

P_{yu} / H	0,25	0,50	0,75	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
m	0,375	0,373	0,370	0,367	0,364	0,362	0,361	0,360

Demak, $\frac{P_{yu}}{H} = \frac{0,8m}{1,8m} = 0,444$ ga teng bo'lsa, tashlamaning suv sarfi

koeffitsiyenti yuqoridagi jadvalga asosan $m = 0,373$ ga teng bo'ladi.

1.2. Ko'milish koeffitsiyenti σ_k ning qiymatini aniqlash. Uning qiymati $\frac{h_n}{H}$ nisbatga bog'liq holda 13.3-jadvaldan olinadi:

h_n ning qiymatini quyidagi ikki usul bilan aniqlash mumkin:

$$h_n = h_q - P_q = 2,3m - 0,8m = 1,5m \text{ yoki}$$

$$h_n = H - Z = 1,8m - 0,3m = 1,5m;$$

bu yerda, $Z = H + P_q - h_q = 1,8 + 0,8 - 2,3 = 0,3m$ ifoda yordamida aniqlanadi.

Demak, $\frac{h_n}{H} = \frac{1,5m}{1,8m} = 0,833$ ga tengligi aniqlandi.

13.3-jadval

h_n / H	0,80	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,94	0,95	0,96	0,97
σ_k	1,0	0,99	0,97	0,95	0,90	0,84	0,78	0,70	0,65	0,59	0,50

$\frac{h_n}{H} = 0,833$ ning qiymatga bog'liq holda jadvaldan $\sigma_k = 0,98$ ga tengligi aniqlandi.

1.3. Yon tomondan qisilish koeffitsiyenti σ_q ni aniqlash:

$$\sigma_q = 1 - 0,2 \cdot \xi \frac{H}{B} = 1 - 0,2 \cdot 0,7 \frac{1,8m}{8,46m} = 0,97.$$

a) yon tomondan qisilish koeffitsiyenti $\sigma_q = 1$ deb qabul qilib, b ning qiymatini quyidagi ifoda bilan aniqlaymiz:

$$b = \frac{Q}{m \cdot \sigma_k \cdot \sigma_q \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot H^{\frac{3}{2}}} = \frac{33,0 \frac{m^3}{sek}}{0,373 \cdot 0,98 \cdot 1,0 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \frac{m}{sek}} \cdot 1,8m^{\frac{3}{2}}} = \frac{33,0 \frac{m^3}{sek}}{3,90 \frac{m^2}{sek}} = 8,46m.$$

b) b ning haqiqiy qiymatini aniqlash:

$$b = \frac{Q}{m \cdot \sigma_k \cdot \sigma_q \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot H^{\frac{3}{2}}} = \frac{33,0 \frac{m^3}{sek}}{0,373 \cdot 0,98 \cdot 0,97 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \frac{m}{sek}} \cdot 1,8m^{\frac{3}{2}}} = \frac{33,0 \frac{m^3}{sek}}{3,78 \frac{m^2}{sek}} = 8,73m..$$

2. Suv sarfini olingan natijalar asosida tekshirish:

$$Q = m \cdot \sigma_k \cdot \sigma_q \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot H^{\frac{3}{2}} = 0,373 \cdot 0,98 \cdot 0,97 \cdot 8,73 \sqrt{2 \cdot 9,81 \frac{m}{sek}} \cdot 1,8m^{\frac{3}{2}} = 33 \frac{m^3}{sek}.$$

Bajarilgan ishning tahliliy bayonnomasini tuzish bo'yicha tavsiyalar 1 - amaliy mashg'ulotning yakunida keltirilgan.

Sinov savollari va topshiriqlar:

1. Tashlamalarning qanday turlarini bilasiz?
2. Oqib kelish tezligi qanday aniqlanadi?
3. Tashlamalar uchun asosiy hisoblash ifodasini eslang.
4. Yupqa devorli, qalin devorli va amaliy qirqimli tashlamalarda suv sarfi koeffitsiyentlari qanday oraliqda o'zgaradi?
5. Tashlamalarning suvga ko'milish shartlarini aytib bering.
6. Tashlama-suv o'lchagichlarning qanday turlarini bilasiz?
7. Tashlamalarda yon tomonlardan qisilish qanday hisobga olinadi?

GLOSSARIY

Arximed qonuni - suyuqlikka tushirilgan jismga shu suyuqlik tomonidan ta'sir etadigan kuch jism siqib chiqargan suyuqlik og'irligiga teng bo'ladi.

Arximed kuchi - suyuqlikka tushirilgan jismga shu suyuqlik tomonidan ta'sir etadigan kuch.

Absolyut xatolik - daryolar, ko'llar, suv omborlari, qor qoplami, muzliklar va boshqa suv ob'ektlarida kechadigan gidrologik jarayonlar va xodisalarning prognoz qilingan va kuzatilgan qiymatlari orasidagi farq. Absolyut hatolik gidrologik miqdorning o'lcham birligida ifodalanadi.

Vakuummetr - bosim atmosfera bosimidan kam bo'lgan holatlarda uning qiymatini o'lchashga imkon beradigan asbob.

Vaterliniya - suyuqlikka tushirilgan jism sirtida suv sathi bilan hosil bo'lgan chiziq.

Vodoizmeuenie – kemaning vaterliniyasidan pastki qismi hajmiga teng hajmdagi suvning og'irligi.

Gidravlik radius - jonli kesma maydonining namlangan perimetrga nisbati.

Gidravlika - ikkita grek suzlaridan - «gidro» - suv, «avlyus» - quvur qo'shilishidan hosil bo'lgan.

Gidrostatika – gidravlikaning suyuqliklarning tinch holati qonunlarini o'rganadigan qismi.

Gidrodinamika - gidravlikaning suyuqliklarning harakati qonunlarini o'rganadigan qismi.

Gidrodinamik bosim - suyuqlik harakati natijasida vujudga kelgan birlik maydonga ta'sir qilgan ichki bosim.

Yopishqoqlik (vyazkost) - suyuqlik qatlamlari orasida harakatlanishga qarshilik natijasida vujudga keladi.

Jonli kesma maydoni - oqim yo'nalishiga perpendikulyar bo'lgan ko'ndalang kesim yuzasi.

Zichlik – suyuqlikning hajmi birligidagi massasi yoki, boshqacha qilib aytganda, suyuqlik massasining uning hajmiga bo'lgan nisbati.

Laminar harakat - suyuqlik zarrachalarining va shu zarrachalardan tashkil topgan qatlamlarning bir-birlariga nisbatan tartibli va parallel harakati.

Musbat gidravlik zarba – harakatlanayotgan suyuqlikning tezligi keskin kamaytirilganda namoyon bo‘ladi, masalan, GES turbinasi ma’lum sabablarga ko‘ra to‘satdan to‘xtab qolganda, nasos ishlaymay qolganda, quvurdagi berkitgich tez berkitilganda kuzatiladi.

Manfiy gidravlik zarba – suyuqliklar tezligi keskin ortganda kuzatiladi, masalan berkitgich tez ochilganda manfiy gidravlik zarba namoyon bo‘ladi. Bu holda tezlikning keskin ortishi bosimning keskin kamayib ketishiga olib keladi va natijada quvurda vakuum hosil bo‘ladi.

Namlangan perimetr - ko‘ndalang kesimda suyuqlik bilan u oqayotgan o‘zanning tutash chizig‘i tushuniladi.

Naporli harakat - suyuqlikning bosim ta’sirida harakatga kelishi.

Naporsiz harakat – suyuqlikning harakati faqatgina og‘irlik kuchi ta’sirida vujudga keladi. Bunda suyuqlik erkin sathga ega bo‘ladi va undagi bosim atmosfera bosimiga teng bo‘ladi.

Nisbiy xatolik – gidravlik hisoblashlar jarayonida haqiqiy va hisoblangan qiymatlarning foizlarda ifodalangan farqi.

Oqim hajmi – daryo, kanal yoki quvurdan ma’lum vaqt (minut, soat, kun, oy, yil yoki ko‘p yil) davomida oqib o‘tadigan suv miqdori, m^3 yoki km^3 larda ifodalanadi.

P‘ezometrik balandlik - suyuqlik ustunining balandligi.

Pzemetr, simobli va metall monometrlar - atmosfera bosimidan yuqori bo‘lgan bosimni o‘lchashda ishlatiladi.

P‘ezometrik chiziq - p‘ezometrlar ko‘rsatayotgan sathlarni tutashtiruvchi chiziq.

Solishtirma og‘irlik - suyuqliklarning hajm birligidagi og‘irligi yoki, boshqacha qilib aytganda, suyuqlik og‘irligini uning hajmiga nisbati.

Suv rejimi elementlari - suv sathi, suvning oqish tezligi, suv sarfi, suvning tiniqligi, minerallashuv darajasi va boshqalar.

Suv sarfi - daryo, soy, kanal yoki quvurning ko'ndalang kesimidan vaqt birligi ichida oqib o'tadigan suv miqdori, m^3/s da ifodalanadi.

Siqiluvchanlik - tashqi kuchlar ta'sirida suyuqlik hajmini o'zgarishi.

Teng bosimli yuzalar - suyuqlikda bir hil gidrostatik bosimli nuqtalarning qo'shilishidan hosil bo'lgan tekislik.

Tekis tezlanish – suyuqlik tezligining vaqt birligi ichida bir xil qiymatlarda ortib borishi.

Traektoriya - zarrachaning turli vaqtlarda bosib o'tgan yo'li.

Turbulent rejimli harakat - suyuqlikning tartibsiz girdobsimon harakati.

Tenglashtirish tekisligi - suyuqlikdagi turli nuqtalarning bir-biriga nisbatan joylashish balandligini ko'rsatish maqsadida foydalaniladigan gorizental tekislik.

O'rtacha gidrastatik bosim – birlik yuzaga bo'layotgan bosimning o'rtacha qiymati.

Erkin yuza - suyuqlik bilan gazsimon muhitni chegaralovchi sath.

Epyura - biror o'zgaruvchi miqdorning kontur uzunligi bo'yicha o'zgarishini ifodalaydi.

Elementar naysimon oqim - suyuqlikning oqim chiziqlari bilan chegaralangan qismi.

Cho'kish chuqurligi - suzayotgan jismning eng pastki nuqtasi bilan suv sathi orasidagi vertikal masofa.

Qo'zg'almas idishdagi tinch holatdagi suyuqlik - bu holda suyuqlikka faqat og'irlik kuchi ta'sir qiladi va suyuqlik yuzasi gorizental holatda bo'ladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YHATI

1. *Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қондаси. Т.- “Ўзбекистон”. – 2017 й.*
2. *Мирзиёев Ш.М. Миллий тараққиёт йўлимининг қатъият билан давом эттириб, янги босқичга кўтарамиз. Т.- “Ўзбекистон”. –2019 й. - 592 б.*
3. Аденбаев Б.Е., Трофимов Г.Н., Хикматов Ф.Х. Лабораторно-практические работы по общей и специальной гидравлике. Методическое пособие. – Ташкент: Университет, 2009.
4. Андриевская А.В. Задачник по гидравлике. -М.: Энергия, 1977.
5. Спицын И.П., Соколова З.А. Общая и речная гидравлика. -Л.: Гидрометеиздат, 1990.
6. Умаров А.Ю. Гидравлика. -Тошкент: Ўзбекистон, 2002.
7. Чугаев Р.Р. Гидравлика -Л.: Энергия, 1975.
8. Штеренлихт В.Д. Гидравлика -М.: Наука, 1991.
9. Хикматов Ф.Х. Гидравликадан амалий машғулотлар. –Тошкент: Университет, 1993.
10. Киселев П.Г. Справочник по гидравлическим расчетам. -М.: Энергия, 1974.
11. Латипов К.Ш. Гидравлика, гидромашиналар ва гидроюритмалар. – Тошкент: Ўқитувчи, 1992.
12. Лучшева А.А., Чаповский А.Е. Сборник задач и руководство к практическим занятиям по основам гидравлики и гидрометрии. –Москва.: Недра, 1990.
13. Примеры гидравлических расчетов. -М.: Транспорт, 1977.
14. Трофимов Г.Н. Гидравлика. Част I,II // Конспект лекций. – Тошкент., Университет, 2001.

15. Филиппов Е.Г. Гидравлика гидрометрических сооружений для открытых потоков. –Л.: Гидрометеиздат, 1990.
16. Чертоусов М.Д. Гидравлика (спец. курс). -М.: Гос-издат, 1962.
17. Чугаев Р.Р. Гидравлика -Л.: Энергия, 1975.
18. Штеренлихт В.Д. Гидравлика -М.: Наука, 1991.
19. Хамидов А.А., Худойкулов С.И., Махмудов И.Э. Гидромеханика. – Тошкент: Фан, 2008.
20. Hikmatov F.H., Raxmonov K.R., Turg'unov D.M. Gidravlikadan amaliy mashg'ulotlar. – Toshkent: Universitet, 2014.
21. Hubert Chanson. The Hydraulics of Open Channel Flow. - Elsevier Butterworth-Heinemann Linacre House, Jordan Hill, Oxford Wheeler Road, Burlington, Second edition, 2004.

ILOVALAR

I ilova

1 - amaliy mashg'ulotga tegishli masalalarning variantlari

1- masala

Beril-gan	Variantlar tartibi														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$\gamma_{MKGS},$ KG/m^3	650	660	670	680	690	700	710	720	730	740	750	760	770	780	790
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	810	820	830	840	850	860	870	880	890	900	910	920	930	940	950

2 - masala

Beril-gan	Variantlar tartibi														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$V_1,$ m^3	27,12	27,22	27,33	27,44	27,40	27,45	27,51	27,61	27,72	27,80	27,85	27,90	27,95	28,00	28,05
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	28,15	28,20	28,25	28,30	28,35	28,40	27,05	27,00	26,98	26,90	26,85	26,80	26,75	26,70	26,65

3 - masala

Beril-gan	Variantlar tartibi														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$\mu_{MKGS},$ $\frac{KG \cdot sek}{m^2}$	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18	1,21	1,24	1,27	1,30	1,33	1,36	1,39	1,42	1,45
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	1,51	1,54	1,57	1,60	1,63	1,66	1,69	1,72	1,75	1,78	1,81	1,84	1,87	1,90	1,93

4 - masala

Beril-gan	Variantlar tartibi														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$\gamma_{MKGS},$ KG/m^3	600	610	620	630	640	650	660	670	680	690	700	710	720	730	740
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	760	770	780	790	800	810	820	830	840	850	860	870	880	890	900

5 - masala

Beril-gan	Variantlar tartibi														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$l, metr$	1100	1115	1130	1145	1160	1175	1190	1205	1220	1235	1250	1265	1280	1295	1310
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	1330	1340	1350	1360	1360	1365	1370	1375	1380	1390	1395	1405	1415	1425	1445

2 - amaliy mashg'ulotga tegishli masalalarning variantlari

1 - masalaga

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
b, m	2,0	3,0	4,0	5,0	3,5	1,1	1,3	2,1	3,2	2,6	2,5	3,5	4,2	4,0	3,5
h_1, m	3,0	3,3	3,0	3,0	4,5	3,0	1,8	1,8	4,5	4,5	3,5	3,3	3,2	3,0	4,0
h_2, m	1,0	0,6	1,5	0,6	1,2	0,9	0,9	0,6	1,5	2,1	1,5	0,8	1,7	0,8	1,5
$G, tonna$	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	0,6	1,0	0,8	1,8	2,5	1,5	1,7	2,0	2,5	3,0
f	0,5	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4	0,5	0,3	0,4	0,3	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
b, m	1,2	2,2	3,4	2,8	2,2	3,2	4,2	5,0	3,6	1,2	1,5	2,2	3,2	2,8	2,0
h_1, m	1,9	2,0	4,6	4,6	3,2	3,5	3,2	3,0	4,5	3,2	1,8	2,8	4,6	4,6	3,2
h_2, m	1,0	0,8	1,6	2,2	1,2	0,8	1,6	0,8	1,5	1,0	0,9	0,8	1,6	2,1	1,2
$G, tonna$	1,2	1,0	1,8	2,5	1,2	1,5	2,0	2,6	3,2	0,8	1,0	1,0	1,8	2,6	1,0
f	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4

2 - masala

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
G, t	15,5	70,0	15,0	13,0	14,5	13,0	14,4	13,5	10,0	12,5	15,0	65,0	16,0	14,0	16,0
$l, metr$	12,0	16,5	12,0	9,0	11,0	7,5	8,0	7,5	2,8	7,0	12,0	16,0	13,0	9,0	8,0
b, m	2,6	4,3	2,5	2,5	2,5	2,4	2,2	2,3	1,4	2,3	2,5	4,0	2,6	2,8	2,9
h, m	1,5	1,4	1,5	1,0	1,0	1,2	1,2	1,3	1,1	1,2	1,4	1,3	1,5	1,2	1,3
K, m	0,4	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,4	0,3	0,2

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
G, t	14,5	6,5	13,0	65,0	16,5	60,0	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	12,0	12,5	11,5
$l, metr$	8,0	3,2	8,0	14,0	13,0	13,0	13,0	12,5	9,0	12,0	8,0	8,2	8,0	7,5	7,6
b, m	2,5	1,8	2,5	3,8	2,8	4,0	2,5	2,4	2,9	3,0	2,9	3,5	2,6	2,4	2,4
h, m	1,3	1,4	1,3	1,3	1,6	1,5	1,4	1,3	1,7	1,6	1,6	1,5	1,2	1,3	1,3
K, m	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3

3 - masala

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
a, sm	25	25	25	30	30	30	35	35	35	40	40	40	40	45	45
h, m	1,5	1,5	1,5	1,8	1,8	1,8	2,1	2,1	2,1	2,4	2,4	2,4	2,4	2,7	2,7
b, m	1,8	3,0	2,5	2,0	3,0	2,5	2,0	3,0	2,5	2,0	3,0	2,5	2,0	2,0	2,5

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
a, sm	45	50	50	50	55	55	60	60	65	65	70	70	75	75	80
h, m	2,7	3,0	3,0	3,0	3,3	3,3	3,6	3,6	3,9	3,9	4,2	4,2	4,5	4,5	4,8
b, m	2,2	2,7	2,9	2,2	2,7	2,9	2,2	2,7	2,9	2,2	2,7	2,9	2,2	2,7	2,9

3 - amaliy mashgʻulotga tegishli masalalarning variantlari

1 - masala

Berilgan	Variantlar tartibi														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
AD, m	4	4,5	5,2	5,5	5,8	6,0	6,3	6,5	6,7	7,0	7,2	7,6	7,8	8,0	8,3
BC, m	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	3,0	3,2	3,3	3,4	3,7	3,8	3,9	4,2
H, m	1,5	1,6	1,7	1,9	2,3	2,5	2,6	3,1	3,1	3,4	3,6	3,8	3,9	4,1	4,3

Berilgan	Variantlar tartibi														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
AD, m	8,6	8,9	9,0	9,1	9,3	9,5	9,7	9,9	10,0	10,5	11,0	11,3	11,5	11,8	12,0
BC, m	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,8	4,6	4,2	4,8	4,9	5,0	5,2	5,3	5,5	5,8
H, m	4,3	4,5	4,8	5,0	4,7	4,8	4,7	4,0	4,2	4,3	4,8	5,0	5,3	5,8	6,0

2 - masala

Berilgan	Variantlar tartibi														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
d, mm	140	142	144	146	150	152	154	156	158	160	162	164	166	168	170
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	172	174	176	178	180	182	184	186	188	190	192	194	196	198	200

3 - masala

Berilgan	Variantlar tartibi														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
B, m	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4
b, m	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6
h, m	1,3	1,3	1,5	1,6	1,6	1,6	1,7	1,8	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,6	2,7
$g, m/s$	0,70	0,72	0,73	0,74	0,78	0,8	0,82	0,84	0,85	0,88	0,9	0,91	0,92	0,93	0,94

Berilgan	Variantlar tartibi														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
B, m	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9
b, m	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1
h, m	2,7	2,9	2,8	3,1	3,2	3,3	3,4	3,3	3,6	3,4	3,3	3,9	3,7	4,1	4,2
$g, m/s$	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,01	1,03	1,05	1,08	1,1	1,12	1,14	1,16	1,18	1,2

4 - masala

Berilgan	Variantlar tartibi														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
d, mm	200	205	210	215	220	225	230	235	240	245	250	255	260	265	270
$Q, l/sek$	300	310	320	330	335	340	345	350	355	360	360	350	360	345	350

Berilgan	Variantlar tartibi														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
d, mm	275	280	285	290	295	300	305	310	315	320	325	330	335	340	345
$Q, l/sek$	340	350	355	360	355	365	370	375	380	385	390	382	394	375	398

4 - amaliy mashg'ulotga tegishli masalalarning variantlari

1 - Holat

Birinchi tur masala

Beril-gan	Variantlar tartibi														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
d , mm	120	130	140	150	155	160	170	175	180	190	195	200	210	220	225
l , m	1800	1810	1820	1840	1860	1880	1900	1920	1940	1960	1980	2000	2020	2040	2050
Q , l/sek	5,0	5,2	5,4	5,6	6,0	6,3	6,6	6,9	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0	8,3

Beril-gan	Variantlar tartibi														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
d , mm	230	235	240	245	250	255	260	265	270	275	280	285	290	295	300
l , m	2060	2080	2100	2120	2140	2150	2160	2180	2190	2200	2220	2240	2260	2280	2300
Q , l/sek	8,6	8,8	9,2	9,5	9,8	10,0	10,2	10,5	11,0	11,5	12,5	12,0	13,0	13,5	14,0

Ikkinchi tur masala

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
d , mm	110	115	120	125	130	135	140	145	150	158	160	163	165	168	170
l , m	700	710	720	730	740	750	760	770	780	790	800	810	820	830	840
h_{uz} , m	6,0	6,20	6,30	6,40	6,50	6,65	6,70	6,75	6,80	6,85	6,90	7,20	7,10	7,15	1,25

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
d , mm	172	178	180	185	188	190	192	200	205	209	210	222	230	232	233
l , m	850	860	870	880	890	900	910	920	930	940	950	960	970	980	990
h_{uz} , m	7,30	7,33	7,40	7,45	7,50	7,55	7,60	7,65	7,80	7,85	7,88	7,90	7,92	7,99	8,1

Uchinchi tur masala

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
l , m	1100	1110	1120	1130	1140	1150	1160	1170	1180	1190	1200	1210	1220	1230	1240
Q , l/sek	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0
h_{uz} , m	8,0	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	12,0	13,0	14,0	14,5	15,5	16,0	16,5	17,5	18,0

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
l , m	1250	1260	1270	1280	1290	1300	1310	1320	1330	1340	1350	1360	1370	1380	1390
Q , l/sek	19,5	20,5	21,0	21,5	22,0	22,5	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0	25,5	26,0	26,5	27,0
h_{uz} , m	19,0	19,5	19,8	20,0	21,0	21,5	22,0	22,5	23,5	23,0	24,0	25,0	25,5	26,0	26,0

2 - Holat

1 - tur masala

Berilgan	Variantlar tartibi														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
d , mm	75	100	125	150	75	100	125	150	100	125	150	200	125	150	200
l , m	100	400	2000	2000	150	700	1500	2000	140	500	2000	1800	500	1700	1800
Q , l/sek	8	8	8	8	9	9	9	9	15	15	15	15	16	16	16

Berilgan	Variantlar tartibi														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
d , mm	250	125	150	200	250	300	150	200	250	150	200	250	300	350	150
l , m	2500	300	600	1900	2200	2500	250	1000	2500	600	1300	1900	2400	2500	900
Q , l/sek	16	21	21	21	21	21	30	30	30	32	32	32	32	32	34

2 - tur masala

Berilgan	Variantlar tartibi														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
h_{uz} , m	30,16	6,72	2,20	0,88	0,648	43,36	9,44	3,064	1,216	0,573	10,4	3,384	1,344	0,631	14,64
d , mm	150	200	250	300	350	150	200	250	300	350	200	250	300	350	200
l , m	800														

Berilgan	Variantlar tartibi														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
h_{uz} , m	4,632	1,832	0,856	0,447	28,25	5,64	2,216	1,04	0,538	0,302	26,0	7,928	3,104	1,448	0,746
d , mm	250	300	350	400	200	250	300	350	400	450	200	250	300	350	400
l , m	800														

3 - tur masala

Berilgan	Variantlar tartibi														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Q , l/sek	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	20	20	20
h_{uz} , m	43,8	14,0	5,628	1,356	53,04	16,8	6,708	1,62	63,12	19,68	7,86	1,896	53,16	20,28	4,764
l , m	1200														

Berilgan	Variantlar tartibi														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Q , l/sek	20	21	21	21	21	21	22	22	22	22	22	25	25	25	25
h_{uz} , m	1,584	58,56	22,08	5,208	1,728	0,696	64,32	24,24	5,676	1,884	0,755	83,04	31,32	7,176	2,364
l , m	1200														

5 - amaliy mashgʻulotga tegishli masalalarning variantlari

1 - masala

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
l , m	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58
Q , m ³ /sek	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,7	2,9
g , m/sek	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,4	2,6	2,7	2,8	3,0	3,0	3,2	3,3	3,5	3,6

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
l , m	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88
Q , m ³ /sek	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4
g , m/sek	3,8	3,8	3,9	4,0	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	4,9

2 - masala

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Q , m ³ /sek	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8
α , °	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
g , m/sek	1,9	2,0	2,2	2,3	2,6	3,0	3,0	3,2	3,4	3,5	3,6	3,8	4,0	4,2	4,5
l , m	12	12	13	13	14	15	16	17	18	18	18	19	20	21	22
H_1 , m	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Q , m ³ /sek	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0	8,2	8,4	8,6	8,8
α , °	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
g , m/sek	4,8	5,0	5,1	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,4	6,8	7,0	7,1	7,2	7,4
l , m	3,0	3,2	3,2	3,3	3,3	3,4	3,5	3,6	3,8	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3
H_1 , m	3,1	3,1	3,2	3,3	3,3	3,5	3,6	3,7	3,8	4,0	4,2	4,2	4,3	4,4	4,4

3 - masala

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
l , m	250	260	270	280	280	290	295	200	210	220	225	228	230	235	240
d , mm	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135
H , m	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	4,8	5,0	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,4

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
l , m	245	250	255	260	270	280	285	290	300	305	310	320	330	335	340
d , mm	140	150	155	160	160	165	170	180	200	200	205	210	220	230	240
H , m	6,5	6,6	6,8	6,9	6,9	6,5	7,0	7,1	7,2	7,4	7,8	7,8	8,0	8,0	8,0

6 - amaliy mashg'ulotga tegishli masalaning variantlari

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
H, m	10	12	11	9,0	11	8,0	7,0	8,0	6,0	10	9	13	10	11	6
d_1, m	0,30	0,30	0,40	0,40	0,30	0,40	0,40	0,40	0,30	0,40	0,35	0,40	0,42	0,40	0,40
l_1, m	60,0	70,0	80,0	60,0	70,0	80,0	60,0	50,0	40,0	45,0	65,0	70,0	80,0	55,0	70,0
d_2, m	0,20	0,20	0,30	0,30	0,20	0,25	0,20	0,25	0,20	0,30	0,25	0,30	0,35	0,35	0,32
l_2, m	50,0	60,0	50,0	70,0	80,0	40,0	52,0	56,0	50,0	60,0	50,0	60,0	50,0	65,0	80,0
d_3, m	0,16	0,18	0,20	0,25	0,16	0,20	0,16	0,20	0,18	0,25	0,20	0,25	0,27	0,25	0,22
l_3, m	45,0	50,0	55,0	60,0	62,0	64,0	66,0	68,0	70,0	72,0	40,0	52,0	55,0	55,0	60,0

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
H, m	7,0	9,0	7,0	10	11	12	12	13	11	9,0	6,0	8,0	9,0	11	10
d_1, m	0,45	0,38	0,32	0,35	0,35	0,32	0,40	0,38	0,42	0,45	0,48	0,50	0,35	0,45	0,35
l_1, m	62,0	50,0	40,0	45,0	60,0	70,0	80,0	60,0	80,0	80,0	60,0	50,0	50,0	50,0	65,0
d_2, m	0,25	0,25	0,22	0,30	0,27	0,23	0,30	0,30	0,30	0,35	0,35	0,40	0,24	0,30	0,25
l_2, m	50,0	56,0	50,0	60,0	50,0	60,0	50,0	65,0	80,0	60,0	52,0	56,0	50,0	60,0	55,0
d_3, m	0,21	0,20	0,16	0,20	0,20	0,20	0,20	0,25	0,17	0,20	0,22	0,35	0,18	0,25	0,18
l_3, m	60,0	68,0	65,0	72,0	45,0	50,0	55,0	60,0	65,0	75,0	60,0	70,0	60,0	74,0	45,0

7 - amaliy mashg'ulotga tegishli masalalarning variantlari

1 – turga oid masala

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$i, 10^{-3}$	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2
m	1,5	2,0	1,0	2,5	3,0	1,0	2,5	2,5	2,0	2,0	1,6	2,0	1,0	2,4	2,8
b, m	6,0	8,0	10,0	7,0	5,0	9,0	6,0	6,0	8,0	7,0	6,5	8,5	10,5	7,5	5,5
h, m	2,4	2,5	3,3	2,5	2,0	2,7	3,0	2,8	3,1	2,6	2,4	2,5	3,3	2,5	2,0
n	0,02	0,02	0,017	0,03	0,03	0,017	0,025	0,025	0,020	0,017	0,02	0,02	0,017	0,03	0,03

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$i, 10^{-3}$	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3
m	2,5	2,5	2,0	2,0	1,3	2,0	1,0	2,5	3,0	1,0	2,0	2,5	2,0	2,0	1,6
b, m	6,5	6,5	8,5	7,5	5,0	9,0	9,0	6,5	4,8	8,5	5,0	5,0	7,5	6,5	9,0
h, m	3,0	2,8	3,1	2,6	2,4	2,5	3,0	2,5	2,2	2,0	2,5	2,0	3,1	2,6	2,4
n	0,025	0,025	0,020	0,017	0,02	0,02	0,017	0,03	0,03	0,017	0,025	0,025	0,020	0,017	0,02

2 – turga oid masala

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$Q, m^3/s$	20,0	30,0	25,0	42,0	32,0	28,0	48,0	52,0	55,0	22,0	22,0	33,0	28,0	40,0	34,0
h, m	1,5	2,0	2,1	2,8	2,2	2,0	3,0	3,0	3,2	1,6	1,3	2,1	2,0	2,6	2,0
b, m	5,0	6,0	6,0	8,0	6,5	5,8	8,0	8,3	9,0	6,0	5,0	6,5	6,2	7,0	6,5
n	0,017	0,017	0,020	0,020	0,020	0,025	0,017	0,017	0,025	0,025	0,017	0,017	0,020	0,020	0,020

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$Q, m^3/s$	46,0	50,0	50,0	24,0	20,0	30,0	25,0	42,0	32,0	28,0	48,0	52,0	55,0	22,0	22,0
h, m	3,2	3,2	3,6	2,0	1,5	2,0	2,1	3,0	3,0	3,0	4,0	4,5	3,2	2,6	2,0
b, m	8,0	8,3	9,0	6,0	5,2	6,2	6,2	8,5	7,0	6,0	8,5	8,8	6,0	6,5	5,0
n	0,017	0,017	0,03	0,025	0,017	0,017	0,020	0,020	0,020	0,025	0,017	0,017	0,025	0,025	0,017

3 – turga oid masala

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$Q, m^3/s$	6,0	12,0	9,0	15,0	11,6	18,5	9,3	17,2	19,0	21,0	6,5	12,5	9,5	15,5	12,0
$i \cdot 10^{-3}$	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
m	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,1	2,2	1,3	1,5	1,6	1,1	1,3	1,7	1,9	2,1
n	0,014	0,017	0,020	0,025	0,017	0,014	0,025	0,020	0,017	0,020	0,014	0,017	0,020	0,025	0,017

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$Q, m^3/s$	10,0	17,7	19,6	21,6	7,0	13,0	10	16,0	12,6	19,5	10,3	18,2	20,0	22,0	7,5
$i \cdot 10^{-3}$	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3
m	2,5	1,6	1,8	1,9	1,4	1,6	1,8	1,9	2,2	2,3	2,4	1,5	1,7	1,8	1,3
n	0,025	0,020	0,017	0,020	0,014	0,017	0,020	0,025	0,017	0,014	0,025	0,020	0,017	0,020	0,014

4 – turga oid masala

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$Q, m^3/s$	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0	13,0	15,0	17,0	19,0	21,0	12,5	14,5	16,5	18,5	20,5
$g, m/s$	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	1,6	1,8	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
b, m	5,5	6,7	8,0	9,0	10,0	7,4	6,0	6,5	8,0	9,0	5,6	6,7	8,2	9,2	10,2
m	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	0,75	1,2	1,1	1,4	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
n	0,017	0,020	0,025	0,014	0,017	0,020	0,025	0,014	0,017	0,020	0,017	0,020	0,025	0,014	0,017

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$Q, m^3/s$	15,5	17,5	19,5	21,5	13,0	15,0	17,0	19,0	21,0	14,0	16,0	18,0	20,0	22,0	13,5
$g, m/s$	1,9	2,0	1,7	1,9	1,3	1,4	1,5	1,6	1,5	1,8	2,0	2,1	1,8	2,0	1,6
b, m	6,2	6,7	8,2	9,0	5,5	6,7	8,0	9,0	9,0	7,4	6,0	6,5	7,8	9,2	5,2
m	0,75	1,2	1,1	1,4	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	0,75	1,2	1,1	1,4	1,2
n	0,025	0,014	0,017	0,020	0,017	0,020	0,025	0,014	0,017	0,020	0,025	0,014	0,017	0,020	0,017

8 - amaliy mashg'ulotga tegishli masalaning variantlari

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$Q, m^3/s$	25	45	55	15	65	75	70	12	8	90	20	40	50	10	60
b, m	7,0	8,0	9,0	4,0	10	12	15	4,0	2,0	20	6,0	8,0	9,0	4,0	10
m	1,0	2,0	2,5	1,0	2,0	2,5	1,5	0,75	2,0	1,0	1,0	2,0	2,5	1,0	2,0
$n \cdot 10^{-1}$	0,17	0,20	0,25	0,17	0,20	0,20	0,30	0,17	0,20	0,25	0,17	0,20	0,25	0,17	0,20
α	1,1	1,2	1,1	1,2	1,2	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1	1,1	1,2	1,1	1,2	1,2

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$Q, m^3/s$	65	11	8,5	85	30	35	45	20	50	60	60	32	18	48	19
b, m	15	4,0	2,0	20	7,0	8,0	9,0	4,0	10	12	15	4,0	2,0	18	5,0
m	1,5	0,75	3,0	1,5	1,0	2,0	2,5	1,0	2,0	2,5	1,5	0,75	3,0	1,0	1,0
$n \cdot 10^{-1}$	0,30	0,17	0,20	0,30	0,17	0,20	0,25	0,17	0,25	0,20	0,25	0,17	0,020	0,25	0,17
α	1,1	1,2	1,2	1,1	1,1	1,2	1,1	1,2	1,2	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1	1,1

9 - amaliy mashg'ulotga tegishli masalaning variantlari

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$Q, m^3/s$	21	7	9	18	11	12	12	6	15	8	21	8	10	19	12
b, m	7,0	4,0	4,0	7,0	6,0	5,0	5,0	3,0	5,0	4,0	8,0	5,0	4,0	8,0	7,0
h_1, m	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,4	0,6	0,4	0,6	0,4	0,4	0,4	0,5

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$Q, m^3/s$	13	7,0	15	9,0	16	8,0	10	17	13	11	17	17	18	18	18
b, m	6,0	4,0	6,0	5,0	7,0	3,0	4,5	7,5	7,0	5,0	8,0	9,0	6,0	8,0	8,5
h_1, m	0,5	0,3	0,6	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6

10 - amaliy mashg'ulotga tegishli masalaning variantlari

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
l, km	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	13,0	14,0	13,0	14,0
$Q, m^3/s$	22,0	18,0	32,0	21,0	18,0	25,0	40,0	16,0	30,0	37,0	22,0	18,0	32,0	21,0	18,0
$i, 10^{-3}$	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3
b, m	7,5	6,0	10,0	6,0	8,0	8,0	18,0	6,0	8,0	12,0	8,0	6,5	10,5	6,5	8,5
m	0,75	1,0	2,0	3,0	1,0	1,5	1,0	1,5	1,0	2,0	0,75	1,0	2,0	3,0	1,0
h_2, m	4,6	3,5	4,0	3,0	3,8	4,5	5,0	4,0	3,5	4,0	4,7	3,6	4,2	3,2	3,9
h_0, m	2,6	1,5	2,0	1,0	1,8	2,5	3,0	2,0	1,5	2,0	2,7	1,6	2,2	1,2	1,9
$n, 10^{-1}$	0,17	0,20	0,20	0,30	0,17	0,20	0,17	0,20	0,27	0,20	0,17	0,20	0,20	0,30	0,17
α	1,1	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1	1,1	1,2	1,1	1,0	1,0	1,1	1,1

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
l , km	14,0	14,0	13,0	13,0	13,0	14,0	12,0	14,0	13,0	14,0	14,0	12,0	13,0	13,0	13,0
Q , m ³ /s	40,0	16,0	30,0	37,0	22,0	18,0	32,0	21,0	18,0	25,0	40,0	16,0	30,0	37,0	22,0
i , 10 ⁻³	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,4	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3
b , m	18,5	6,5	8,5	12,5	8,0	7,0	11,0	7,0	9,0	8,5	19,0	7,0	9,0	13,0	9,0
m	1,0	1,5	1,0	2,0	0,75	1,0	2,0	3,0	1,0	1,5	1,0	1,5	1,0	2,0	0,75
h_2 , m	5,2	4,2	3,8	4,3	5,6	4,5	5,0	4,0	4,8	5,5	5,7	5,6	4,5	5,0	4,1
h_0 , m	3,2	2,2	1,8	2,3	3,6	2,5	3,0	2,0	2,8	3,5	3,7	3,6	2,5	3,0	2,1
n , 10 ⁻¹	0,17	0,20	0,27	0,20	0,17	0,20	0,20	0,30	0,17	0,20	0,17	0,20	0,27	0,20	0,17
α	1,2	1,1	1,1	1,2	1,1	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1	1,1	1,2	1,1

11 - amaliy mashg'ulotga tegishli masalalarning variantlari

1 - masala

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
d , mm	2,5	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	3,5	3,5	4,0	4,0	4,0
ν , sm ² /s	4,0	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	4,10	4,11	4,12	4,12	4,13	4,15
H , mm	30	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	55	56	57

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
d , mm	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5
ν , sm ² /s	3,6	3,6	3,6	3,8	3,8	3,8	4,0	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9
H , mm	20	22	24	26	28	30	31	33	35	37	39	41	43	45	47

2 - masala

Beril- gan	Variantlar tartibi														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
d , mm	50	48	46	44	42	40	41	43	52	54	56	58	60	62	64
ν , sm ² /s	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,65	0,65	0,7	0,7	0,8
H_0 , m	9,0	9,0	9,0	9,0	8,0	8,5	8,5	8,5	9,5	9,5	10,0	10,0	10,5	11,0	11,0

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
d , mm	66	68	70	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96
ν , sm ² /s	0,8	0,85	0,85	0,85	0,9	0,9	0,9	0,9	0,92	0,92	0,94	0,95	0,95	0,95	0,96
H_0 , m	11,0	11,0	11,5	12,0	12,5	12,5	13,0	13,5	13,5	14,0	14,0	14,5	14,5	14,5	15,0

3 - masala

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
H , m	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58
P_i , kg/sm ²	1,35	1,36	1,37	1,38	1,39	1,40	1,41	1,42	1,43	1,44	1,45	1,45	1,46	1,47	1,48
b , m	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,29	0,30	0,30	0,31	0,32	0,32

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
H , m	0,29	0,31	0,33	0,35	0,37	0,39	0,41	0,43	0,45	0,47	0,49	0,51	0,53	0,55	0,57
P_i , kg/sm ²	1,25	1,26	1,27	1,27	1,28	1,29	1,30	1,31	1,32	1,33	1,34	1,35	1,36	1,37	1,39
b , m	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,29	0,30	0,30	0,31	0,32	0,32

4 - masala

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
d , sm	8	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	11	11
H , m	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
d , sm	11	11	12	12	12	12	13	13	13	13	14	14	14	14	15
H , m	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,9	5,0

XII ilova

12- amaliy mashg'ulotga tegishli masalaning variantlari

Berilgan	Variantlar tartibi														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
H_1 , m	7,0	7,1	7,2	7,3	7,4	7,5	7,6	7,7	7,8	7,9	8,0	8,1	8,2	8,3	8,4
d , m	1,0	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70
μ	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
Q_k , m ³ /s	1,5	1,5	1,0	1,5	1,0	1,5	1,0	1,5	2,0	2,5	2,0	2,5	2,0	2,0	2,0

Berilgan	Variantlar tartibi														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
H_1 , m	8,6	8,7	8,8	8,9	9,0	9,1	9,2	9,3	9,4	9,5	9,6	9,7	9,8	9,9	10,0
d , m	1,80	1,85	1,90	1,95	2,0	2,05	2,10	2,15	2,20	2,25	2,30	2,35	2,40	2,45	2,50
μ	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
Q_k , m ³ /s	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,5	2,0	2,5	2,0	2,0

13 - amaliy mashg'ulotga tegishli masalalarning variantlari

1 - masala

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
P_{yu} , m	0,40	0,80	0,60	0,50	0,50	0,70	0,70	0,45	0,75	0,90	0,45	0,85	0,65	0,55	0,55
P_q , m	0,50	1,0	0,80	0,60	0,65	0,85	0,90	0,60	0,95	1,0	0,50	1,0	0,80	0,60	0,65
b , m	1,0	1,5	1,4	1,2	2,0	1,8	1,5	1,6	1,9	1,2	1,2	1,7	1,6	1,4	2,2
H , m	0,20	0,70	0,65	0,50	0,40	0,60	0,40	0,30	0,50	0,60	0,20	0,70	0,65	0,50	0,40
h_{1q} , m	0,30	0,60	0,50	0,40	0,40	0,60	0,70	0,50	0,80	0,80	0,30	0,60	0,50	0,40	0,40
h_{2q} , m	0,60	1,5	1,2	0,9	0,8	1,2	1,0	0,9	1,2	1,4	0,60	1,5	1,2	0,9	0,8

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
P_{yu} , m	0,75	0,50	0,80	0,95	0,50	0,95	0,62	0,52	0,52	0,72	0,72	0,47	0,77	0,92	0,42
P_q , m	0,90	0,60	0,95	1,0	0,50	1,0	0,80	0,60	0,65	0,85	0,90	0,60	0,95	1,0	0,50
b , m	1,7	1,8	2,1	1,4	1,3	1,8	1,7	1,5	2,3	2,1	1,8	1,9	2,2	1,5	1,3
H , m	0,40	0,30	0,50	0,60	0,20	0,70	0,65	0,50	0,40	0,60	0,40	0,30	0,50	0,60	0,20
h_{1q} , m	0,70	0,50	0,80	0,80	0,30	0,60	0,50	0,40	0,40	0,60	0,70	0,50	0,80	0,80	0,30
h_{2q} , m	1,0	0,9	1,2	1,4	0,60	1,5	1,2	0,9	0,8	1,2	1,0	0,9	1,2	1,4	0,60

2 - masala

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
b , m	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	1,4	1,6	1,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8
H_1 , m	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	0,7	0,8	0,9	0,5	0,6	0,8	1,0	0,7

Beril- gan	Variantlar tartibi														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
b , m	2,0	2,2	1,4	1,6	1,8	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	1,5	1,7	1,9
H_1 , m	1,0	1,1	0,9	0,9	1,0	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	1,0	0,7	0,8	0,9

3- masala

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Q , m ³ /sek	33	110	40	25	95	80	90	100	70	32	38	115	44	30	100
$P_{yu} = P_q$, m	0,8	1,0	0,8	1,0	1,2	1,0	1,0	0,7	0,8	1,2	0,9	1,1	0,9	1,1	1,3
H , m	1,8	2,5	1,8	2,0	2,2	2,0	2,0	2,1	1,5	1,5	1,9	2,6	1,9	2,1	2,3
h_q , m	2,3	3,3	2,1	2,5	2,8	2,6	2,8	2,3	2,1	2,0	2,3	3,3	2,1	2,5	2,8
B , m	40	50	30	26	40	30	40	50	35	20	40	50	30	26	40
ξ	0,7	1,0	0,4	0,7	0,7	0,7	0,4	0,7	0,7	0,4	0,7	1,0	0,4	0,7	0,7

Beril - gan	Variantlar tartibi														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Q , m ³ /sek	95	105	75	38	43	120	50	35	105	90	100	110	80	42	48
$P_{yu} = P_q$, m	1,0	0,8	0,9	1,3	0,7	1,0	0,7	0,9	1,1	1,0	0,9	0,6	0,7	1,1	0,7
H , m	2,1	2,2	1,6	1,6	2,0	2,8	2,0	2,2	2,4	2,2	2,0	2,4	1,8	1,9	2,1
h_q , m	2,8	2,3	2,1	2,0	2,3	3,3	2,1	2,5	2,8	2,6	2,8	2,3	2,1	2,0	2,3
B , m	40	50	35	20	40	50	30	26	40	30	40	50	35	20	40
ξ	0,4	0,7	0,7	0,4	0,7	1,0	0,4	0,7	0,7	0,7	0,4	0,7	0,7	0,4	0,7

Choʻyan suv quvurlari uchun berilgan suv sarfi va diametrlarga mos keladigan tezlik (g , m/sek) hamda napor yoʻqotilishi ($1000 \cdot J$) ning qiymatlari

Q, l/sek	$d = 50$ mm		$d = 75$ mm		$d = 100$ mm		$d = 125$ mm		$d = 150$ mm		$d = 200$ mm	
	g	$1000 \cdot J$	g	$1000 \cdot J$	g	$1000 \cdot J$	g	$1000 \cdot J$	g	$1000 \cdot J$	g	$1000 \cdot J$
1,0	0,53	17,3										
1,5	0,79	36,3	0,35	4,77								
2,0	1,06	61,9	0,46	7,98								
2,5	1,33	94,9	0,58	11,9	0,32	2,88						
3,0	1,59	137	0,70	16,7	0,39	3,98						
3,5	1,86	186	0,81	22,2	0,45	5,26						
4,0	2,12	243	0,93	28,4	0,52	6,69	0,33	2,22				
4,5	-	-	1,05	35,3	0,58	8,29	0,37	2,74				
5,0	-	-	1,16	43,0	0,65	10,0	0,414	3,31				
6,0	-	-	1,39	61,5	0,78	14,0	0,50	4,60	0,344	1,87		
7,0	-	-	1,63	83,7	0,91	18,6	0,58	6,09	0,40	2,46		
8,0	-	-	1,86	109	1,04	23,9	0,66	7,75	0,46	3,14		
9,0	-	-	2,09	138	1,17	29,9	0,745	9,63	0,52	3,91		
10	-	-	-	-	1,30	36,5	0,83	11,7	0,57	4,69	0,32	1,13
11	-	-	-	-	1,43	44,2	0,91	14,0	0,63	5,59	0,354	1,35
12	-	-	-	-	1,56	52,6	0,99	16,4	0,69	6,55	0,39	1,58
13	-	-	-	-	1,69	61,7	1,08	19,0	0,75	7,60	0,42	1,82
14	-	-	-	-	1,82	71,6	1,16	21,9	0,80	8,71	0,45	2,08
15,0	-	-	-	-	1,95	82,2	1,24	24,9	0,86	9,88	0,48	2,35
16,0	-	-	-	-	-	-	1,32	28,4	0,92	11,1	0,51	2,64
17,0	-	-	-	-	-	-	1,41	32,0	0,97	12,5	0,55	2,96
18,0	-	-	-	-	-	-	1,49	35,9	1,03	13,9	0,58	3,28
19,0	-	-	-	-	-	-	1,57	40,0	1,09	15,3	0,61	3,62
20,0	-	-	-	-	-	-	1,66	44,3	1,15	16,9	0,64	3,97
21,0	-	-	-	-	-	-	1,74	48,8	1,20	18,4	0,67	4,34
22,0	-	-	-	-	-	-	1,82	53,6	1,26	20,2	0,71	4,73
23,0	-	-	-	-	-	-	1,90	58,6	1,32	22,1	0,74	5,13
24,0	-	-	-	-	-	-	1,99	63,8	1,38	24,1	0,77	5,56
25,0	-	-	-	-	-	-	2,07	69,2	1,43	26,1	0,80	5,98
26,0	-	-	-	-	-	-	-	-	1,49	28,3	0,84	6,44
28,0	-	-	-	-	-	-	-	-	1,61	32,8	0,90	7,38
30,0	-	-	-	-	-	-	-	-	1,72	37,7	0,96	8,40
32,0	-	-	-	-	-	-	-	-	1,84	42,8	1,03	9,46
34,0	-	-	-	-	-	-	-	-	1,95	48,4	1,09	10,6
36,0	-	-	-	-	-	-	-	-	2,06	54,2	1,16	11,8
38,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,22	13,0
40,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,29	14,4
45,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,45	18,3
50,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,61	22,6
55,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,77	27,3
60,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,93	32,5

XIV ilovaning davomi

Q, l/sek	d = 250 mm		d = 300 mm		d = 350 mm		d = 400 mm		d = 450 mm		d = 500 mm	
	g	$1000 \cdot J$	g	$1000 \cdot J$	g	$1000 \cdot J$	g	$1000 \cdot J$	g	$1000 \cdot J$	g	$1000 \cdot J$
16,0	0,33	0,886										
17,0	0,35	0,985										
18,0	0,37	1,09										
19,0	0,39	1,20										
20,0	0,41	1,32										
21,0	0,43	1,44	0,30	0,580								
22,0	0,45	1,57	0,31	0,629								
23,0	0,47	1,69	0,325	0,681								
24,0	0,49	1,83	0,34	0,734								
25,0	0,51	1,97	0,354	0,793								
26,0	0,53	2,12	0,37	0,850								
28,0	0,57	2,42	0,40	0,969								
30,0	0,62	2,75	0,424	1,10	0,31	0,518						
32,0	0,66	3,09	0,453	1,23	0,33	0,582						
34,0	0,70	3,45	0,48	1,37	0,35	0,646						
36,0	0,74	3,83	0,51	1,52	0,37	0,716						
38,0	0,78	4,23	0,54	1,68	0,39	0,789						
40,0	0,82	4,63	0,57	1,85	0,42	0,866						
45,0	0,92	5,79	0,64	2,29	0,47	1,07	0,36	0,557				
50,0	1,03	7,05	0,71	2,77	0,52	1,30	0,40	0,673	0,314	0,378		
55,0	1,13	8,41	0,78	3,31	0,57	1,54	0,44	0,799	0,35	0,449		
60,0	1,23	9,91	0,85	3,88	0,62	1,81	0,48	0,932	0,38	0,524	0,31	0,315
65,0	1,33	11,7	0,92	4,50	0,68	2,09	0,52	1,08	0,41	0,606	0,33	0,362
70,0	1,44	13,5	0,99	5,17	0,73	2,39	0,56	1,23	0,44	0,691	0,36	0,412
75,0	1,54	15,5	1,06	5,88	0,78	2,71	0,60	1,40	0,47	0,785	0,38	0,468
80,0	1,64	17,6	1,13	6,63	0,83	3,06	0,64	1,58	0,50	0,880	0,41	0,524
85,0	1,75	19,9	1,20	7,41	0,88	3,42	0,68	1,76	0,53	0,981	0,43	0,586
90,0	1,85	22,3	1,27	8,30	0,94	3,80	0,72	1,95	0,57	1,09	0,46	0,648
95,0	1,95	24,8	1,34	9,25	0,99	4,20	0,76	2,16	0,60	1,20	0,48	0,716
100	2,05	27,5	1,41	10,2	1,04	4,62	0,80	2,37	0,63	1,32	0,51	0,784
150	-	-	2,12	23,1	1,56	10,2	1,19	5,04	0,94	2,80	0,76	1,65
200	-	-	-	-	2,08	18,1	1,59	8,93	1,26	4,78	1,02	2,81

Shezi koeffitsiyenti (C) ning N.N.Pavlovskiy ifodasi bo'yicha
aniqlangan qiymatlari

R/n	0,017	0,020	0,025	0,030	0,035	0,040	0,050	0,080	0,100
0,30	47,2	39,0	29,9	24,0	19,9	16,8	12,8	6,8	5,0
0,35	48,6	40,3	31,1	25,1	20,9	17,8	13,6	7,5	5,5
0,40	49,8	41,5	32,2	26,0	21,8	18,6	14,4	8,0	5,9
0,50	51,5	43,5	34,0	27,8	23,4	20,1	15,6	8,9	6,8
0,55	52,8	44,4	34,8	28,5	24,0	20,7	16,2	9,4	7,2
0,60	53,7	45,2	35,5	29,2	24,7	21,3	16,7	9,8	7,6
0,65	54,5	45,9	36,2	29,8	25,3	21,9	17,2	10,3	7,9
0,70	55,2	46,6	36,9	30,4	25,8	22,4	17,7	10,6	8,3
0,75	55,9	47,3	37,5	30,9	26,4	22,9	18,2	11,0	8,6
0,80	56,5	47,9	38,0	31,5	26,8	23,4	18,5	11,3	8,9
0,85	56,8	48,2	38,4	31,8	27,2	23,8	18,8	11,5	9,1
0,90	57,5	48,8	38,9	32,3	27,6	24,1	19,3	11,9	9,5
0,95	58,2	49,4	39,5	32,8	28,1	24,6	19,7	12,2	9,8
1,00	58,8	50,0	40,0	33,3	28,6	25,0	20,0	12,5	10,0
1,10	59,8	50,9	40,9	34,1	29,3	25,7	20,6	13,0	10,5
1,20	60,7	51,8	41,6	34,8	30,0	26,3	21,8	13,5	10,9
1,30	61,5	52,5	42,3	35,5	30,6	26,9	21,8	14,0	11,4
1,40	62,2	53,2	42,9	36,1	31,2	27,4	22,7	14,3	11,8
1,50	62,9	53,9	43,6	36,7	31,7	28,0	22,7	14,8	12,1
1,60	63,5	54,4	44,1	37,2	32,2	28,4	23,1	15,1	12,4
1,70	64,3	55,1	44,7	37,7	32,7	28,9	23,5	15,5	12,8
1,80	64,9	55,4	45,1	38,0	33,0	29,2	23,9	15,7	13,0
1,90	65,5	56,0	45,6	38,5	33,4	29,7	24,2	16,0	13,3
2,00	65,9	56,6	46,0	38,9	33,8	30,0	24,8	16,3	13,6
2,50	68,1	58,7	47,9	46,6	35,4	31,5	25,8	17,4	14,6
3,00	69,8	60,3	49,3	41,9	36,1	32,5	26,6	18,2	15,2
3,50	71,5	61,5	50,3	42,8	37,4	33,3	27,4	18,7	15,7
4,00	72,5	62,5	51,2	43,6	38,1	33,9	27,9	18,9	16,0
5,00	74,2	64,1	52,4	44,6	38,9	34,6	28,5	19,3	16,2

To'g'ri nishabli ($i > 0$) o'zanlar uchun Baxmetov funksiyasi
 $\varphi(\eta)$ ning qiymatlari

η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$
O'zanning gidravlik ko'rsatkichi $\chi = 2,00$ bo'lganda									
0,0	0,0	0,77	1,020	0,980	2,297	1,20	1,199	1,49	0,813
0,05	0,050	0,78	1,045	0,985	2,442	1,21	1,177	1,50	0,805
0,10	0,100	0,79	1,071	0,990	2,642	1,22	1,156	1,55	0,767
0,15	0,151	0,80	1,098	0,995	3,000	1,23	1,136	1,60	0,733
0,20	0,203	0,81	1,127	1,000	∞	1,24	1,117	1,65	0,703
0,25	0,309	0,82	1,156	1,005	2,997	1,25	1,098	1,70	0,675
0,30	0,309	0,83	1,118	1,010	2,652	1,26	1,081	1,75	0,650
0,35	0,365	0,84	1,221	1,015	2,415	1,27	1,065	1,80	0,625
0,40	0,424	0,85	1,256	1,020	2,307	1,28	1,049	1,85	0,605
0,45	0,485	0,86	1,293	1,025	2,198	1,29	1,033	1,90	0,585
0,50	0,549	0,87	1,333	1,030	2,117	1,30	1,018	1,95	0,566
0,55	0,619	0,88	1,375	1,035	2,031	1,31	0,004	2,0	0,549
0,60	0,693	0,89	1,421	1,040	1,966	1,32	0,990	2,1	0,518
0,61	0,709	0,90	1,472	1,045	1,908	1,33	0,977	2,2	0,490
0,62	0,727	0,905	1,499	1,05	1,857	1,34	0,964	2,3	0,466
0,63	0,741	0,910	1,527	1,06	1,768	1,35	0,952	2,4	0,444
0,64	0,758	0,915	1,557	1,07	1,693	1,36	0,940	2,5	0,424
0,65	0,775	0,920	1,589	1,08	1,629	1,37	0,928	2,6	0,405
0,66	0,792	0,925	1,622	1,09	1,573	1,38	0,917	2,7	0,389
0,67	0,810	0,930	1,658	1,10	1,522	1,39	0,906	2,8	0,374
0,68	0,819	0,935	1,696	1,11	1,477	1,40	0,896	2,9	0,360
0,69	0,848	0,940	1,738	1,12	1,436	1,41	0,886	3,0	0,346
0,70	0,867	0,945	1,782	1,13	1,398	1,42	0,876	3,5	0,294
0,71	0,887	0,950	1,831	1,14	1,363	1,43	0,866	4,0	0,255
0,72	0,907	0,955	1,885	1,15	1,331	1,44	0,856	4,5	0,226
0,73	0,928	0,960	1,945	1,16	1,301	1,45	0,847	5,0	0,208
0,74	0,950	0,965	2,013	1,17	1,273	1,46	0,838	6,0	0,168
0,75	0,972	0,970	2,092	1,18	1,247	1,47	0,829	8,0	0,126
0,76	0,996	0,975	2,184	1,19	1,222	1,48	0,821	10,0	0,100

η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$
O'zanning gidravlik ko'rsatkichi $\chi = 2,50$ bo'lganda									
0,0	0,0	0,77	0,940	0,980	1,985	1,20	0,719	1,49	0,432
0,05	0,050	0,78	0,961	0,985	2,100	1,21	0,702	1,50	0,426
0,10	0,100	0,79	0,983	0,990	2,264	1,22	0,686	1,55	0,399
0,15	0,150	0,80	1,006	0,995	2,544	1,23	0,671	1,60	0,376
0,20	0,201	0,81	1,030	1,000	∞	1,24	0,657	1,65	0,355
0,25	0,252	0,82	1,055	1,005	2,139	1,25	0,643	1,70	0,336
0,30	0,304	0,83	1,081	1,010	1,865	1,26	0,630	1,75	0,318
0,35	0,357	0,84	1,109	1,015	1,704	1,27	0,618	1,80	0,303
0,40	0,411	0,85	1,138	1,020	1,591	1,28	0,606	1,85	0,289
0,45	0,468	0,86	1,168	1,025	1,504	1,29	0,594	1,90	0,276
0,50	0,527	0,87	1,202	1,030	1,432	1,30	0,582	1,95	0,264
0,55	0,590	0,88	1,237	1,035	1,372	1,31	0,571	2,0	0,253
0,60	0,657	0,89	1,275	1,040	1,320	1,32	0,561	2,1	0,233
0,61	0,671	0,90	1,316	1,045	1,274	1,33	0,551	2,2	0,216
0,62	0,685	0,905	1,339	1,05	1,234	1,34	0,542	2,3	0,201
0,63	0,699	0,910	1,362	1,06	1,164	1,35	0,533	2,4	0,188
0,64	0,714	0,915	1,386	1,07	1,105	1,36	0,524	2,5	0,176
0,65	0,729	0,920	1,412	1,08	1,053	1,37	0,516	2,6	0,165
0,66	0,744	0,925	1,440	1,09	1,009	1,38	0,508	2,7	0,155
0,67	0,760	0,930	1,469	1,10	0,969	1,39	0,500	2,8	0,146
0,68	0,776	0,935	1,500	1,11	0,933	1,40	0,492	2,9	0,138
0,69	0,792	0,940	1,534	1,12	0,901	1,41	0,484	3,0	0,131
0,70	0,809	0,945	1,570	1,13	0,872	1,42	0,477	3,5	0,103
0,71	0,826	0,950	1,610	1,14	0,846	1,43	0,470	4,0	0,084
0,72	0,844	0,955	1,654	1,15	0,821	1,44	0,463	4,5	0,070
0,73	0,862	0,960	1,702	1,16	0,798	1,45	0,456	5,0	0,060
0,74	0,881	0,965	1,758	1,17	0,776	1,46	0,450	6,0	0,046
0,75	0,900	0,970	1,820	1,18	0,756	1,47	0,444	8,0	0,029
0,76	0,920	0,975	1,896	1,19	0,737	1,48	0,438	10,0	0,021

η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$
O'zanning gidravlik ko'rsatkichi $\chi = 3,00$ bo'lganda									
0,0	0,0	0,77	0,892	0,980	1,784	1,20	0,480	1,49	0,259
0,05	0,950	0,78	0,911	0,985	1,882	1,21	0,467	1,50	0,255
0,10	0,100	0,79	0,930	0,990	2,019	1,22	0,454	1,55	0,235
0,15	0,150	0,80	0,950	0,995	2,250	1,23	0,442	1,60	0,218
0,20	0,200	0,81	0,971	1,000	∞	1,24	0,431	1,65	0,203
0,25	0,251	0,82	0,993	1,005	1,647	1,25	0,420	1,70	0,189
0,30	0,302	0,83	1,016	1,010	1,419	1,26	0,410	1,75	0,177
0,35	0,354	0,84	1,040	1,015	1,291	1,27	0,400	1,80	0,166
0,40	0,407	0,85	1,065	1,020	1,193	1,28	0,391	1,85	0,156
0,45	0,461	0,86	1,092	1,025	1,119	1,29	0,382	1,90	0,147
0,50	0,517	0,87	0,120	1,030	1,061	1,30	0,373	1,95	0,139
0,55	0,575	0,88	1,151	1,035	1,010	1,31	0,365	2,0	0,132
0,60	0,637	0,89	1,183	1,040	0,967	1,32	0,357	2,1	0,119
0,61	0,650	0,90	1,218	1,045	0,929	1,33	0,349	2,2	0,108
0,62	0,663	0,905	1,238	1,05	0,896	1,34	0,341	2,3	0,098
0,63	0,676	0,910	1,257	1,06	0,838	1,35	0,334	2,4	0,090
0,64	0,689	0,915	1,278	1,07	0,790	1,36	0,328	2,5	0,082
0,65	0,706	0,920	1,300	1,08	0,749	1,37	0,322	2,6	0,076
0,66	0,717	0,925	1,323	1,09	0,713	1,38	0,316	2,7	0,070
0,67	0,731	0,930	1,348	1,10	0,680	1,39	0,310	2,8	0,065
0,68	0,746	0,935	1,374	1,11	0,652	1,40	0,304	2,9	0,060
0,69	0,761	0,940	1,403	1,12	0,626	1,41	0,298	3,0	0,056
0,70	0,776	0,945	1,434	1,13	0,602	1,42	0,293	3,5	0,041
0,71	0,791	0,950	1,467	1,14	0,581	1,43	0,288	4,0	0,031
0,72	0,807	0,955	1,504	1,15	0,561	1,44	0,283	4,5	0,025
0,73	0,823	0,960	1,545	1,16	0,542	1,45	0,278	5,0	0,020
0,74	0,840	0,965	1,592	1,17	0,525	1,46	0,273	6,0	0,014
0,75	0,857	0,970	1,645	1,18	0,540	1,47	0,268	8,0	0,009
0,76	0,874	0,975	1,708	1,19	0,495	1,48	0,263	10,0	0,005

η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$
O'zanning gidravlik ko'rsatkichi $\chi = 3,10$ bo'lganda									
0,00	0,000	0,77	0,885	0,980	1,175	1,20	0,445	1,49	0,236
0,05	0,050	0,78	0,903	0,985	1,845	1,21	0,432	1,50	0,232
0,10	0,100	0,79	0,922	0,990	1,977	1,22	0,420	1,55	0,213
0,15	0,150	0,80	0,942	0,995	2,203	1,23	0,409	1,60	0,197
0,20	0,200	0,81	0,832	1,000	∞	1,24	0,399	1,65	0,183
0,25	0,250	0,82	0,983	1,005	1,572	1,25	0,389	1,70	0,170
0,30	0,301	0,83	1,005	1,010	1,350	1,26	0,379	1,75	0,159
0,35	0,353	0,84	1,029	1,015	1,221	1,27	0,370	1,80	0,148
0,40	0,406	0,85	1,054	1,020	1,130	1,28	0,362	1,85	0,139
0,45	0,460	0,86	1,080	1,025	1,060	1,29	0,354	1,90	0,130
0,50	0,515	0,87	1,108	1,030	1,004	1,30	0,346	1,95	0,123
0,55	0,573	0,88	1,138	1,035	0,956	1,31	0,338	2,0	0,117
0,60	0,634	0,89	1,169	1,040	0,914	1,32	0,330	2,1	0,104
0,61	0,647	0,90	1,204	1,045	0,876	1,33	0,323	2,2	0,094
0,62	0,660	0,905	1,222	1,05	0,844	1,34	0,316	2,3	0,085
0,63	0,673	0,910	1,241	1,06	0,789	1,35	0,309	2,4	0,077
0,64	0,686	0,915	1,261	1,07	0,743	1,36	0,303	2,5	0,070
0,65	0,700	0,920	1,282	1,08	0,704	1,37	0,297	2,6	0,065
0,66	0,714	0,925	1,305	1,09	0,669	1,38	0,291	2,7	0,060
0,67	0,728	0,930	1,320	1,10	0,638	1,39	0,285	2,8	0,056
0,68	0,742	0,935	1,355	1,11	0,610	1,40	0,280	2,9	0,052
0,69	0,756	0,940	1,383	1,12	0,584	1,41	0,275	3,0	0,048
0,70	0,771	0,945	1,412	1,13	0,562	1,42	0,270	3,5	0,034
0,71	0,786	0,950	1,443	1,14	0,542	1,43	0,265	4,0	0,026
0,72	0,801	0,955	1,479	1,15	0,523	1,44	0,260	4,5	0,021
0,73	0,817	0,960	1,519	1,16	0,505	1,45	0,255	5,0	0,016
0,74	0,834	0,965	1,564	1,17	0,489	1,46	0,250	6,0	0,011
0,75	0,851	0,970	1,616	1,18	0,474	1,47	0,245	8,0	0,006
0,76	0,868	0,975	1,677	1,19	0,459	1,48	0,240	10,0	0,004

η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$
O'zanning gidravlik ko'rsatkichi $\chi = 3,20$ bo'lganda									
0,00	0,000	0,77	0,878	0,980	1,720	1,20	0,416	1,49	0,215
0,05	0,050	0,78	0,896	0,985	1,812	1,21	0,403	1,50	0,211
0,10	0,100	0,79	0,915	0,990	1,940	1,22	0,392	1,55	0,194
0,15	0,150	0,80	0,934	0,995	2,159	1,23	0,381	1,60	0,179
0,20	0,200	0,81	0,954	1,000	∞	1,24	0,371	1,65	0,166
0,25	0,250	0,82	0,975	1,005	1,506	1,25	0,361	1,70	0,154
0,30	0,301	0,83	0,986	1,010	1,291	1,26	0,351	1,75	0,143
0,35	0,353	0,84	1,019	1,015	1,166	1,27	0,343	1,80	0,133
0,40	0,405	0,85	1,043	1,020	1,079	1,28	0,335	1,85	0,125
0,45	0,459	0,86	1,068	1,025	1,011	1,29	0,327	1,90	0,117
0,50	0,514	0,87	1,095	1,030	0,955	1,30	0,319	1,95	0,110
0,55	0,571	0,88	1,124	1,035	0,910	1,31	0,311	2,0	0,104
0,60	0,631	0,89	1,155	1,040	0,858	1,32	0,304	2,1	0,092
0,61	0,644	0,90	1,189	1,045	0,831	1,33	0,297	2,2	0,083
0,62	0,657	0,905	1,206	1,05	0,801	1,34	0,290	2,3	0,075
0,63	0,670	0,910	1,225	1,06	0,778	1,35	0,284	2,4	0,068
0,64	0,683	0,915	1,245	1,07	0,703	1,36	0,278	2,5	0,062
0,65	0,696	0,920	1,266	1,08	0,665	1,37	0,272	2,6	0,057
0,66	0,709	0,925	1,283	1,09	0,631	1,38	0,266	2,7	0,052
0,67	0,723	0,930	1,311	1,10	0,601	1,39	0,261	2,8	0,048
0,68	0,737	0,935	1,326	1,11	0,575	1,40	0,256	2,9	0,044
0,69	0,751	0,940	1,363	1,12	0,551	1,41	0,251	3,0	0,041
0,70	0,766	0,945	1,392	1,13	0,529	1,42	0,246	3,5	0,029
0,71	0,781	0,950	1,423	1,14	0,509	1,43	0,241	4,0	0,022
0,72	0,796	0,955	1,458	1,15	0,490	1,44	0,236	4,5	0,017
0,73	0,812	0,960	1,497	1,16	0,473	1,45	0,231	5,0	0,013
0,74	0,828	0,965	1,540	1,17	0,458	1,46	0,227	6,0	0,009
0,75	0,844	0,970	1,590	1,18	0,443	1,47	0,223	8,0	0,005
0,76	0,861	0,975	1,649	1,19	0,429	1,48	0,219	10,0	0,0025

η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$
O'zanning gidravlik ko'rsatkichi $\chi = 3,25$ bo'lganda									
0,0	0,000	0,77	0,874	0,980	1,785	1,20	0,401	1,50	0,202
0,05	0,050	0,78	0,892	0,985	1,795	1,21	0,389	1,55	0,185
0,10	0,100	0,79	0,911	0,990	1,922	1,22	0,378	1,60	0,170
0,15	0,150	0,80	0,930	0,995	2,137	1,23	0,368	1,65	0,157
0,20	0,200	0,81	0,949	1,000	∞	1,24	0,358	1,70	0,145
0,25	0,250	0,82	0,970	1,005	1,477	1,25	0,348	1,75	0,135
0,30	0,301	0,83	0,992	1,010	1,265	1,26	0,339	1,80	0,126
0,35	0,352	0,84	1,014	1,015	1,140	1,27	0,330	1,85	0,118
0,40	0,405	0,85	1,038	1,020	1,053	1,28	0,322	1,90	0,111
0,45	0,458	0,86	1,063	1,025	0,986	1,29	0,314	1,95	0,104
0,50	0,513	0,87	1,090	1,030	0,932	1,30	0,306	2,0	0,098
0,55	0,570	0,88	1,118	1,035	0,886	1,31	0,299	2,1	0,087
0,60	0,630	0,89	1,148	1,040	0,846	1,32	0,292	2,2	0,078
0,61	0,642	0,90	1,181	1,045	0,811	1,33	0,285	2,3	0,070
0,62	0,655	0,905	1,199	1,05	0,780	1,34	0,279	2,4	0,064
0,63	0,668	0,910	1,218	1,06	0,727	1,35	0,273	2,5	0,058
0,64	0,681	0,915	1,237	1,07	0,683	1,36	0,267	2,6	0,053
0,65	0,694	0,920	1,257	1,08	0,646	1,37	0,261	2,7	0,048
0,66	0,707	0,925	1,279	1,09	0,613	1,38	0,255	2,8	0,044
0,67	0,721	0,930	1,302	1,10	0,584	1,39	0,250	2,9	0,041
0,68	0,735	0,935	1,327	1,11	0,558	1,40	0,245	3,0	0,038
0,69	0,749	0,940	1,354	1,12	0,534	1,41	0,240	3,5	0,027
0,70	0,763	0,945	1,382	1,13	0,512	1,42	0,235	4,0	0,020
0,71	0,778	0,950	1,413	1,14	0,492	1,43	0,231	4,5	0,015
0,72	0,793	0,955	1,447	1,15	0,475	1,44	0,226	5,0	0,012
0,73	0,803	0,960	1,485	1,16	0,458	1,45	0,222	6,0	0,008
0,74	0,824	0,965	1,528	1,17	0,443	1,46	0,218	7,0	0,005
0,75	0,481	0,970	1,577	1,18	0,423	1,47	0,214	8,0	0,004
0,76	0,857	0,975	1,683	1,19	0,414	1,48	0,210	9,0	0,003
						1,49	0,206	10,0	0,002

η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$
O'zanning gidravlik ko'rsatkichi $\chi = 3,30$ bo'lganda									
0,00	0,000	0,77	0,871	0,980	1,692	1,20	0,389	1,49	0,198
0,05	0,050	0,78	0,889	0,985	1,783	1,21	0,376	1,50	0,194
0,10	0,100	0,79	0,907	0,990	1,906	1,22	0,365	1,55	0,178
0,15	0,150	0,80	0,926	0,995	2,118	1,23	0,354	1,60	0,164
0,20	0,200	0,81	0,945	1,000	∞	1,24	0,344	1,65	0,151
0,25	0,250	0,82	0,965	1,005	1,445	1,25	0,335	1,70	0,139
0,30	0,301	0,83	0,986	1,010	1,237	1,26	0,326	1,75	0,129
0,35	0,352	0,84	1,008	1,015	1,115	1,27	0,318	1,80	0,120
0,40	0,404	0,85	1,032	1,020	1,029	1,28	0,310	1,85	0,112
0,45	0,458	0,86	1,056	1,025	0,964	1,29	0,302	1,90	0,105
0,50	0,512	0,87	1,082	1,030	0,910	1,30	0,295	1,95	0,098
0,55	0,569	0,88	1,111	1,035	0,866	1,31	0,288	2,0	0,092
0,60	0,629	0,89	1,141	1,040	0,826	1,32	0,281	2,1	0,082
0,61	0,641	0,90	1,174	1,045	0,791	1,33	0,275	2,2	0,073
0,62	0,653	0,905	1,191	1,05	0,762	1,34	0,269	2,3	0,066
0,63	0,666	0,910	1,209	1,06	0,710	1,35	0,263	2,4	0,059
0,64	0,679	0,915	1,229	1,07	0,666	1,36	0,257	2,5	0,054
0,65	0,692	0,920	1,250	1,08	0,628	1,37	0,252	2,6	0,049
0,66	0,705	0,925	1,272	1,09	0,596	1,38	0,247	2,7	0,045
0,67	0,719	0,930	1,295	1,10	0,568	1,39	0,242	2,8	0,041
0,68	0,733	0,935	1,319	1,11	0,542	1,40	0,237	2,9	0,038
0,69	0,747	0,940	1,345	1,12	0,519	1,41	0,232	3,0	0,035
0,70	0,761	0,945	1,374	1,13	0,498	1,42	0,227	3,5	0,025
0,71	0,776	0,950	1,404	1,14	0,479	1,43	0,222	4,0	0,018
0,72	0,791	0,955	1,438	1,15	0,461	1,44	0,218	4,5	0,014
0,73	0,806	0,960	1,476	1,16	0,445	1,45	0,214	5,0	0,0107
0,74	0,822	0,965	1,518	1,17	0,430	1,46	0,210	6,0	0,0070
0,75	0,838	0,970	1,566	1,18	0,416	1,47	0,206	8,0	0,0085
0,76	0,854	0,975	1,623	1,19	0,402	1,48	0,202	10,0	0,0018

η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$
O'zanning gidravlik ko'rsatkichi $\chi = 3,40$ bo'lganda									
0,00	0,000	0,77	0,866	0,980	1,664	1,20	0,363	1,49	0,180
0,05	0,050	0,78	0,884	0,985	1,752	1,21	0,351	1,50	0,177
0,10	0,100	0,79	0,902	0,990	1,873	1,22	0,341	1,55	0,161
0,15	0,150	0,80	0,921	0,995	2,079	1,23	0,331	1,60	0,148
0,20	0,200	0,81	0,940	1,000	∞	1,24	0,321	1,65	0,136
0,25	0,250	0,82	0,960	1,005	1,384	1,25	0,312	1,70	0,125
0,30	0,301	0,83	0,980	1,010	1,184	1,26	0,304	1,75	0,116
0,35	0,352	0,84	1,001	1,015	1,065	1,27	0,296	1,80	0,107
0,40	0,404	0,85	1,024	1,020	0,982	1,28	0,288	1,85	0,100
0,45	0,457	0,86	1,048	1,025	0,919	1,29	0,281	1,90	0,094
0,50	0,511	0,87	1,074	1,030	0,866	1,30	0,274	1,95	0,088
0,55	0,567	0,88	1,102	1,035	0,823	1,31	0,267	2,0	0,082
0,60	0,627	0,89	1,132	1,040	0,785	1,32	0,260	2,1	0,073
0,61	0,639	0,90	1,163	1,045	0,752	1,33	0,254	2,2	0,065
0,62	0,651	0,905	1,180	1,05	0,723	1,34	0,248	2,3	0,058
0,63	0,664	0,910	1,198	1,06	0,672	1,35	0,242	2,4	0,052
0,64	0,677	0,915	1,217	1,07	0,630	1,36	0,236	2,5	0,047
0,65	0,690	0,920	1,237	1,08	0,595	1,37	0,231	2,6	0,043
0,66	0,703	0,925	1,258	1,09	0,563	1,38	0,226	2,7	0,039
0,67	0,716	0,930	1,280	1,10	0,436	1,39	0,221	2,8	0,036
0,68	0,729	0,935	1,303	1,11	0,511	1,40	0,216	2,9	0,033
0,69	0,743	0,940	1,328	1,12	0,488	1,41	0,211	3,0	0,030
0,70	0,757	0,945	1,356	1,13	0,468	1,42	0,207	3,5	0,021
0,71	0,772	0,950	1,385	1,14	0,449	1,43	0,203	4,0	0,015
0,72	0,787	0,955	1,418	1,15	0,432	1,44	0,199	4,5	0,011
0,73	0,802	0,960	1,455	1,16	0,416	1,45	0,195	5,0	0,0086
0,74	0,817	0,965	1,496	1,17	0,402	1,46	0,191	6,0	0,0052
0,75	0,833	0,970	1,542	1,18	0,388	1,47	0,187	8,0	0,0027
0,76	0,840	0,975	1,597	1,19	0,375	1,48	0,183	10,0	0,0010

η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$
O'zanning gidravlik ko'rsatkichi $\chi = 3,50$ bo'lganda									
0,00	0,000	0,77	0,860	0,980	1,642	1,20	0,341	1,49	0,166
0,05	0,050	0,78	0,877	0,985	1,726	1,21	0,330	1,50	0,163
0,10	0,100	0,79	0,895	0,990	1,844	1,22	0,320	1,55	0,148
0,15	0,150	0,80	0,913	0,995	2,043	1,23	0,310	1,60	0,135
0,20	0,200	0,81	0,932	1,000	∞	1,24	0,301	1,65	0,124
0,25	0,250	0,82	0,952	1,005	1,329	1,25	0,292	1,70	0,114
0,30	0,301	0,83	0,972	1,010	1,138	1,26	0,284	1,75	0,105
0,35	0,352	0,84	0,993	1,015	1,022	1,27	0,276	1,80	0,097
0,40	0,404	0,85	1,016	1,020	0,940	1,28	0,269	1,85	0,090
0,45	0,456	0,86	1,039	1,025	0,879	1,29	0,262	1,90	0,084
0,50	0,510	0,87	1,064	1,030	0,827	1,30	0,255	1,95	0,079
0,55	0,566	0,88	1,091	1,035	0,785	1,31	0,248	2,0	0,074
0,60	0,625	0,89	1,120	1,040	0,748	1,32	0,242	2,1	0,065
0,61	0,637	0,90	1,151	1,045	0,716	1,33	0,236	2,2	0,057
0,62	0,649	0,905	1,168	1,05	0,688	1,34	0,230	2,3	0,051
0,63	0,661	0,910	1,185	1,06	0,639	1,35	0,225	2,4	0,046
0,64	0,674	0,915	1,204	1,07	0,599	1,36	0,219	2,5	0,041
0,65	0,687	0,920	1,223	1,08	0,564	1,37	0,214	2,6	0,037
0,66	0,700	0,925	1,243	1,09	0,534	1,38	0,209	2,7	0,034
0,67	0,713	0,930	1,265	1,10	0,507	1,39	0,205	2,8	0,031
0,68	0,726	0,935	1,288	1,11	0,488	1,40	0,200	2,9	0,028
0,69	0,740	0,940	1,313	1,12	0,461	1,41	0,196	3,0	0,026
0,70	0,754	0,945	1,339	1,13	0,442	1,42	0,192	3,5	0,018
0,71	0,768	0,950	1,368	1,14	0,424	1,43	0,188	4,0	0,012
0,72	0,782	0,955	1,400	1,15	0,407	1,44	0,184	4,5	0,009
0,73	0,797	0,960	1,436	1,16	0,391	1,45	0,180	5,0	0,007
0,74	0,812	0,965	1,476	1,17	0,377	1,46	0,176	6,0	0,004
0,75	0,828	0,970	1,522	1,18	0,364	1,47	0,173	8,0	0,002
0,76	0,844	0,975	1,576	1,19	0,352	1,48	0,169	10,0	0,001

η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$
O'zanning gidravlik ko'rsatkichi $\chi = 3,60$ bo'lganda									
0,0	0,000	0,77	0,855	0,980	1,616	1,20	0,320	1,49	0,153
0,05	0,050	0,78	0,872	0,985	1,699	1,21	0,310	1,50	0,150
0,10	0,100	0,79	0,889	0,990	1,814	1,22	0,300	1,55	0,135
0,15	0,150	0,80	0,907	0,995	2,008	1,23	0,290	1,60	0,123
0,20	0,200	0,81	0,926	1,000	∞	1,24	0,281	1,65	0,113
0,25	0,250	0,82	0,945	1,005	1,279	1,25	0,273	1,70	0,103
0,30	0,300	0,83	0,965	1,010	1,089	1,26	0,265	1,75	0,095
0,35	0,351	0,84	0,985	1,015	0,978	1,27	0,257	1,80	0,088
0,40	0,403	0,85	1,007	1,020	0,900	1,28	0,250	1,85	0,082
0,45	0,456	0,86	1,030	1,025	0,841	1,29	0,243	1,90	0,076
0,50	0,509	0,87	1,055	1,030	0,790	1,30	0,237	1,95	0,071
0,55	0,565	0,88	1,082	1,035	0,749	1,31	0,231	2,0	0,066
0,60	0,623	0,89	1,111	1,040	0,714	1,32	0,225	2,1	0,058
0,61	0,635	0,90	1,140	1,045	0,684	1,33	0,219	2,2	0,051
0,62	0,647	0,905	1,156	1,05	0,656	1,34	0,214	2,3	0,045
0,63	0,659	0,910	1,173	1,06	0,609	1,35	0,209	2,4	0,040
0,64	0,671	0,915	1,191	1,07	0,569	1,36	0,204	2,5	0,036
0,65	0,684	0,920	1,210	1,08	0,535	1,37	0,199	2,6	0,033
0,66	0,697	0,925	1,230	1,09	0,505	1,38	0,194	2,7	0,030
0,67	0,710	0,930	1,251	1,10	0,480	1,39	0,189	2,8	0,027
0,68	0,723	0,935	1,272	1,11	0,457	1,40	0,185	2,9	0,024
0,69	0,737	0,940	1,297	1,12	0,436	1,41	0,181	3,0	0,0224
0,70	0,751	0,945	1,324	1,13	0,418	1,42	0,177	3,5	0,0150
0,71	0,765	0,950	1,352	1,14	0,500	1,43	0,173	4,0	0,0100
0,72	0,779	0,955	1,383	1,15	0,384	1,44	0,169	4,5	0,0075
0,73	0,793	0,960	1,419	1,16	0,369	1,45	0,165	5,0	0,0067
0,74	0,807	0,965	1,456	1,17	0,356	1,46	0,162	6,0	0,0033
0,75	0,822	0,970	1,501	1,18	0,343	1,47	0,159	8,0	0,0016
0,76	0,833	0,975	1,553	1,19	0,331	1,48	0,156	10,0	0,0008

η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$
O'zanning gidravlik ko'rsatkichi $\chi = 3,70$ bo'lganda									
0,00	0,000	0,77	0,850	0,980	1,595	1,20	0,301	1,49	0,141
0,05	0,050	0,78	0,867	0,985	1,676	1,21	0,291	1,50	0,138
0,10	0,100	0,79	0,884	0,990	1,788	1,22	0,281	1,55	0,124
0,15	0,150	0,80	0,902	0,995	1,975	1,23	0,272	1,60	0,113
0,20	0,200	0,81	0,920	1,000	∞	1,24	0,264	1,65	0,103
0,25	0,250	0,82	0,939	1,005	1,231	1,25	0,256	1,70	0,094
0,30	0,300	0,83	0,959	1,010	1,046	1,26	0,248	1,75	0,086
0,35	0,351	0,84	0,979	1,015	0,938	1,27	0,240	1,80	0,079
0,40	0,403	0,85	1,000	1,020	0,862	1,28	0,233	1,85	0,073
0,45	0,455	0,86	1,022	1,025	0,806	1,29	0,227	1,90	0,068
0,50	0,508	0,87	1,047	1,030	0,756	1,30	0,221	1,95	0,063
0,55	0,563	0,88	1,073	1,035	0,716	1,31	0,215	2,0	0,058
0,60	0,621	0,89	1,101	1,040	0,682	1,32	0,209	2,1	0,051
0,61	0,633	0,90	1,130	1,045	0,652	1,33	0,204	2,2	0,045
0,62	0,645	0,905	1,146	1,05	0,625	1,34	0,199	2,3	0,040
0,63	0,657	0,910	1,163	1,06	0,580	1,35	0,194	2,4	0,036
0,64	0,669	0,915	1,181	1,07	0,542	1,36	0,189	2,5	0,032
0,65	0,682	0,920	1,199	1,08	0,510	1,37	0,184	2,6	0,029
0,66	0,695	0,925	1,218	1,09	0,481	1,38	0,180	2,7	0,026
0,67	0,708	0,930	1,238	1,10	0,456	1,39	0,176	2,8	0,024
0,68	0,721	0,935	1,259	1,11	0,433	1,40	0,172	2,9	0,022
0,69	0,734	0,940	1,282	1,12	0,412	1,41	0,168	3,0	0,0193
0,70	0,748	0,945	1,308	1,13	0,394	1,42	0,164	3,5	0,0127
0,71	0,762	0,950	1,336	1,14	0,377	1,43	0,160	4,0	0,0086
0,72	0,776	0,955	1,365	1,15	0,361	1,44	0,156	4,5	0,0063
0,73	0,790	0,960	1,400	1,16	0,348	1,45	0,153	5,0	0,0047
0,74	0,804	0,965	1,437	1,17	0,335	1,46	0,150	6,0	0,0028
0,75	0,819	0,970	1,482	1,18	0,323	1,47	0,147	8,0	0,0013
0,76	0,734	0,975	1,533	1,19	0,312	1,48	0,144	10,0	0,0007

η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$
O'zanning gidravlik ko'rsatkichi $\chi = 3,75$ bo'lganda									
0,00	0,000	0,77	0,849	0,980	1,586	1,20	0,292	1,49	0,135
0,05	0,050	0,78	0,865	0,985	1,665	1,21	0,282	1,50	0,132
0,10	0,100	0,79	0,882	0,990	1,776	1,22	0,272	1,55	0,119
0,15	0,150	0,80	0,899	0,995	1,965	1,23	0,263	1,60	0,108
0,20	0,200	0,81	0,917	1,000	∞	1,24	0,255	1,65	0,098
0,25	0,250	0,82	0,936	1,005	1,216	1,25	0,247	1,70	0,093
0,30	0,300	0,83	0,955	1,010	1,031	1,26	0,240	1,75	0,083
0,35	0,351	0,84	0,975	1,015	0,922	1,27	0,233	1,80	0,076
0,40	0,403	0,85	0,997	1,020	0,847	1,28	0,226	1,85	0,070
0,45	0,455	0,86	1,020	1,025	0,789	1,29	0,220	1,90	0,065
0,50	0,508	0,87	1,044	1,030	0,742	1,30	0,214	1,95	0,060
0,55	0,563	0,88	1,069	1,035	0,702	1,31	0,208	2,0	0,056
0,60	0,620	0,89	1,096	1,040	0,663	1,32	0,203	2,1	0,048
0,61	0,632	0,90	1,126	1,045	0,638	1,33	0,197	2,2	0,042
0,62	0,644	0,905	1,142	1,05	0,612	1,34	0,192	2,3	0,037
0,63	0,656	0,910	1,158	1,06	0,566	1,35	0,187	2,4	0,033
0,64	0,658	0,915	1,175	1,07	0,529	1,36	0,183	2,5	0,030
0,65	0,681	0,920	1,193	1,08	0,497	1,37	0,178	2,6	0,027
0,66	0,693	0,925	1,212	1,09	0,469	1,38	0,174	2,7	0,024
0,67	0,706	0,930	1,232	1,10	0,444	1,39	0,169	2,8	0,022
0,68	0,719	0,935	1,254	1,11	0,422	1,40	0,165	2,9	0,020
0,69	0,732	0,940	1,278	1,12	0,402	1,41	0,161	3,0	0,0178
0,70	0,746	0,945	1,304	1,13	0,384	1,42	0,158	3,5	0,0177
0,71	0,759	0,950	1,331	1,14	0,368	1,43	0,154	4,0	0,0080
0,72	0,773	0,955	1,361	1,15	0,353	1,44	0,151	4,5	0,0058
0,73	0,787	0,960	1,394	1,16	0,339	1,45	0,147	5,0	0,0043
0,74	0,802	0,965	1,431	1,17	0,326	1,46	0,144	6,0	0,0026
0,75	0,817	0,970	1,474	1,18	0,314	1,47	0,141	8,0	0,0012
0,76	0,833	0,975	1,524	1,19	0,302	1,48	0,138	10,0	0,0006

η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$
O'zanning gidravlik ko'rsatkichi $\chi = 3,80$ bo'lganda									
0,00	0,000	0,77	0,846	0,980	1,574	1,20	0,283	1,49	0,130
0,05	0,050	0,78	0,862	0,985	1,652	1,21	0,273	1,50	0,127
0,10	0,100	0,79	0,879	0,990	1,761	1,22	0,264	1,55	0,114
0,15	0,150	0,80	0,896	0,995	1,945	1,23	0,256	1,60	0,103
0,20	0,200	0,81	0,914	1,000	∞	1,24	0,248	1,65	0,094
0,25	0,250	0,82	0,932	1,005	1,188	1,25	0,240	1,70	0,086
0,30	0,300	0,83	0,952	1,010	1,007	1,26	0,233	1,75	0,079
0,35	0,351	0,84	0,972	1,015	0,902	1,27	0,226	1,80	0,072
0,40	0,402	0,85	0,993	1,020	0,828	1,28	0,219	1,85	0,067
0,45	0,454	0,86	1,015	1,025	0,773	1,29	0,218	1,90	0,062
0,50	0,507	0,87	1,039	1,030	0,725	1,30	0,207	1,95	0,057
0,55	0,562	0,88	1,064	1,035	0,686	1,31	0,201	2,0	0,053
0,60	0,620	0,89	1,091	1,040	0,653	1,32	0,196	2,1	0,046
0,61	0,631	0,90	1,120	1,045	0,623	1,33	0,191	2,2	0,040
0,62	0,643	0,905	1,136	1,05	0,597	1,34	0,186	2,3	0,035
0,63	0,655	0,910	1,152	1,06	0,553	1,35	0,181	2,4	0,031
0,64	0,667	0,915	1,169	1,07	0,516	1,36	0,176	2,5	0,028
0,65	0,679	0,920	1,187	1,08	0,485	1,37	0,172	2,6	0,025
0,66	0,692	0,925	1,206	1,09	0,457	1,38	0,168	2,7	0,022
0,67	0,705	0,930	1,226	1,10	0,433	1,39	0,164	2,8	0,020
0,68	0,718	0,935	1,247	1,11	0,411	1,40	0,160	2,9	0,018
0,69	0,731	0,940	1,270	1,12	0,392	1,41	0,156	3,0	0,012
0,70	0,744	0,945	1,295	1,13	0,374	1,42	0,152	3,5	0,0107
0,71	0,758	0,950	1,322	1,14	0,358	1,43	0,145	4,0	0,0072
0,72	0,772	0,955	1,350	1,15	0,343	1,44	0,145	4,5	0,0053
0,73	0,786	0,960	1,385	1,16	0,329	1,45	0,142	5,0	0,0040
0,74	0,800	0,965	1,422	1,17	0,317	1,46	0,139	6,0	0,0022
0,75	0,815	0,970	1,464	1,18	0,305	1,47	0,136	8,0	0,0011
0,76	0,830	0,975	1,514	1,19	0,294	1,48	0,133	10,0	0,0005

η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$
O'zanning gidravlik ko'rsatkichi $\chi = 3,90$ bo'lganda									
0,0	0,000	0,77	0,842	0,980	1,555	1,20	0,267	1,49	0,119
0,05	0,050	0,78	0,853	0,985	1,631	1,21	0,257	1,50	0,117
0,10	0,100	0,79	0,874	0,990	1,737	1,22	0,248	1,55	0,104
0,15	0,150	0,80	0,891	0,995	1,916	1,23	0,240	1,60	0,094
0,20	0,200	0,81	0,908	1,000	∞	1,24	0,232	1,65	0,085
0,25	0,250	0,82	0,926	1,005	1,146	1,25	0,225	1,70	0,077
0,30	0,300	0,83	0,945	1,010	0,970	1,26	0,218	1,75	0,070
0,35	0,351	0,84	0,965	1,015	0,868	1,27	0,212	1,80	0,064
0,40	0,402	0,85	0,985	1,020	0,796	1,28	0,206	1,85	0,059
0,45	0,454	0,86	1,007	1,025	0,742	1,29	0,200	1,90	0,054
0,50	0,507	0,87	1,030	1,030	0,696	1,30	0,194	1,95	0,050
0,55	0,562	0,88	1,055	1,035	0,658	1,31	0,189	2,0	0,047
0,60	0,619	0,89	1,082	1,040	0,626	1,32	0,184	2,1	0,040
0,61	0,630	0,90	1,111	1,045	0,598	1,33	0,179	2,2	0,035
0,62	0,642	0,905	1,126	1,05	0,573	1,34	0,174	2,3	0,031
0,63	0,654	0,910	1,142	1,06	0,530	1,35	0,169	2,4	0,027
0,64	0,666	0,915	1,159	1,07	0,494	1,36	0,164	2,5	0,024
0,65	0,678	0,920	1,177	1,08	0,463	1,37	0,160	2,6	0,021
0,66	0,690	0,925	1,196	1,09	0,436	1,38	0,156	2,7	0,019
0,67	0,703	0,930	1,215	1,10	0,412	1,39	0,152	2,8	0,017
0,68	0,716	0,935	1,236	1,11	0,392	1,40	0,148	2,9	0,015
0,69	0,729	0,940	1,258	1,12	0,373	1,41	0,144	3,0	0,0143
0,70	0,742	0,945	1,282	1,13	0,356	1,42	0,140	3,5	0,0099
0,71	0,756	0,950	1,309	1,14	0,340	1,43	0,137	4,0	0,0060
0,72	0,770	0,955	1,337	1,15	0,325	1,44	0,134	4,5	0,0045
0,73	0,784	0,960	1,370	1,16	0,312	1,45	0,131	5,0	0,0033
0,74	0,798	0,965	1,406	1,17	0,299	1,46	0,128	6,0	0,0019
0,75	0,812	0,970	1,447	1,18	0,288	1,47	0,125	8,0	0,0009
0,76	0,827	0,975	1,496	1,19	0,277	1,48	0,122	10,0	0,0004

η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$
O'zanning gidravlik ko'rsatkichi $\chi = 4,00$ bo'lganda									
0,0	0,000	0,77	0,838	0,980	1,537	1,20	0,252	1,49	0,111
0,05	0,050	0,78	0,854	0,985	1,611	1,21	0,243	1,50	0,109
0,10	0,100	0,79	0,870	0,990	1,714	1,22	0,235	1,55	0,097
0,15	0,150	0,80	0,887	0,995	1,889	1,23	0,227	1,60	0,087
0,20	0,200	0,81	0,904	1,000	∞	1,24	0,219	1,65	0,079
0,25	0,250	0,82	0,922	1,005	1,07	1,25	0,212	1,70	0,072
0,30	0,300	0,83	0,940	1,010	0,936	1,26	0,205	1,75	0,066
0,35	0,351	0,84	0,960	1,015	0,836	1,27	0,199	1,80	0,060
0,40	0,402	0,85	0,980	1,020	0,766	1,28	0,193	1,85	0,055
0,45	0,454	0,86	1,002	1,025	0,712	1,29	0,187	1,90	0,050
0,50	0,507	0,87	1,025	1,030	0,668	1,30	0,182	1,95	0,046
0,55	0,561	0,88	1,049	1,035	0,632	1,31	0,176	2,0	0,043
0,60	0,617	0,89	1,075	1,040	0,600	1,32	0,171	2,1	0,037
0,61	0,628	0,90	1,103	1,045	0,572	1,33	0,167	2,2	0,032
0,62	0,640	0,905	1,118	1,05	0,548	1,34	0,162	2,3	0,0279
0,63	0,652	0,910	1,134	1,06	0,506	1,35	0,158	2,4	0,0245
0,64	0,664	0,915	1,150	1,07	0,471	1,36	0,153	2,5	0,0216
0,65	0,678	0,920	1,167	1,08	0,441	1,37	0,149	2,6	0,0192
0,66	0,688	0,925	1,185	1,09	0,415	1,38	0,145	2,7	0,0171
0,67	0,700	0,930	1,204	1,10	0,392	1,39	0,142	2,8	0,0153
0,68	0,713	0,935	1,225	1,11	0,372	1,40	0,138	2,9	0,0137
0,69	0,726	0,940	1,247	1,12	0,354	1,41	0,135	3,0	0,0123
0,70	0,739	0,945	1,271	1,13	0,337	1,42	0,131	3,5	0,0077
0,71	0,752	0,950	1,297	1,14	0,322	1,43	0,128	4,0	0,0052
0,72	0,766	0,955	1,325	1,15	0,308	1,44	0,125	4,5	0,0037
0,73	0,780	0,960	1,356	1,16	0,295	1,45	0,122	5,0	0,0027
0,74	0,794	0,965	1,391	1,17	0,283	1,46	0,119	6,0	0,0015
0,75	0,808	0,970	1,431	1,18	0,272	1,47	0,116	8,0	0,0007
0,76	0,823	0,975	1,479	1,19	0,262	1,48	0,113	10,0	0,0003

η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$
O'zanning gidravlik ko'rsatkichi $\chi = 4,50$ bo'lganda									
0,0	0,000	0,77	0,822	0,980	1,457	1,20	0,192	1,49	0,077
0,05	0,050	0,78	0,837	0,985	1,523	1,21	0,185	1,50	0,075
0,10	0,100	0,79	0,852	0,990	1,615	1,22	0,178	1,55	0,066
0,15	0,150	0,80	0,867	0,995	1,771	1,23	0,171	1,60	0,058
0,20	0,200	0,81	0,883	1,000	∞	1,24	0,164	1,65	0,052
0,25	0,250	0,82	0,900	1,005	0,954	1,25	0,158	1,70	0,047
0,30	0,300	0,83	0,917	1,010	0,792	1,26	0,153	1,75	0,042
0,35	0,350	0,84	0,935	1,015	0,703	1,27	0,147	1,80	0,038
0,40	0,401	0,85	0,954	1,020	0,641	1,28	0,142	1,85	0,034
0,45	0,452	0,86	0,974	1,025	0,594	1,29	0,137	1,90	0,031
0,50	0,534	0,87	0,995	1,030	0,555	1,30	0,133	1,95	0,028
0,55	0,556	0,88	1,017	1,035	0,522	1,31	0,129	2,0	0,026
0,60	0,611	0,89	1,040	1,040	0,495	1,32	0,125	2,1	0,0217
0,61	0,622	0,90	1,066	1,045	0,470	1,33	0,121	2,2	0,0184
0,62	0,634	0,905	1,080	1,05	0,448	1,34	0,117	2,3	0,0157
0,63	0,645	0,910	1,094	1,06	0,411	1,35	0,113	2,4	0,0135
0,64	0,657	0,915	1,109	1,07	0,381	1,36	0,110	2,5	0,0117
0,65	0,668	0,920	1,124	1,08	0,355	1,37	0,107	2,6	0,0102
0,66	0,680	0,925	1,141	1,09	0,332	1,38	0,104	2,7	0,0089
0,67	0,692	0,930	1,158	1,10	0,312	1,39	0,101	2,8	0,0078
0,68	0,704	0,935	1,177	1,11	0,294	1,40	0,098	2,9	0,0069
0,69	0,716	0,940	1,197	1,12	0,279	1,41	0,095	3,0	0,0061
0,70	0,728	0,945	1,218	1,13	0,265	1,42	0,092	3,5	0,0036
0,71	0,741	0,950	1,241	1,14	0,252	1,43	0,090	4,0	0,0022
0,72	0,754	0,955	1,267	1,15	0,240	1,44	0,087	4,5	0,0015
0,73	0,767	0,960	1,295	1,16	0,229	1,45	0,085	5,0	0,0010
0,74	0,780	0,965	1,327	1,17	0,218	1,46	0,083	6,0	0,0005
0,75	0,794	0,970	1,363	1,18	0,209	1,47	0,081	8,0	0,0002
0,76	0,808	0,975	1,405	1,19	0,200	1,48	0,079	10,0	0,0001

η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$	η	$\varphi(\eta)$
O'zanning gidravlik ko'rsatkichi $\chi = 5,00$ bo'lganda									
0,0	0,000	0,77	0,811	0,980	1,395	1,20	0,150	1,49	0,054
0,05	0,050	0,78	0,825	0,985	1,456	1,21	0,144	1,50	0,053
0,10	0,100	0,79	0,839	0,990	1,539	1,22	0,138	1,55	0,046
0,15	0,150	0,80	0,854	0,995	1,680	1,23	0,132	1,60	0,040
0,20	0,200	0,81	0,869	1,000	∞	1,24	0,127	1,65	0,035
0,25	0,250	0,82	0,885	1,005	0,826	1,25	0,122	1,70	0,0309
0,30	0,300	0,83	0,901	1,010	0,681	1,26	0,117	1,75	0,0274
0,35	0,350	0,84	0,918	1,015	0,602	1,27	0,113	1,80	0,0244
0,40	0,401	0,85	0,936	1,020	0,547	1,28	0,108	1,85	0,0218
0,45	0,452	0,86	0,954	1,025	0,504	1,29	0,104	1,90	0,0195
0,50	0,503	0,87	0,973	1,030	0,469	1,30	0,100	1,95	0,0175
0,55	0,555	0,88	0,994	1,035	0,440	1,31	0,097	2,0	0,0158
0,60	0,608	0,89	1,016	1,040	0,415	1,32	0,094	2,1	0,0130
0,61	0,619	0,90	1,039	1,045	0,393	1,33	0,090	2,2	0,0108
0,62	0,630	0,905	1,052	1,05	0,374	1,34	0,087	2,3	0,0090
0,63	0,641	0,910	1,065	1,06	0,342	1,35	0,084	2,4	0,0076
0,64	0,652	0,915	1,079	1,07	0,315	1,36	0,081	2,5	0,0064
0,65	0,664	0,920	1,093	1,08	0,291	1,37	0,079	2,6	0,0055
0,66	0,675	0,925	1,108	1,09	0,272	1,38	0,076	2,7	0,0047
0,67	0,687	0,930	1,124	1,10	0,254	1,39	0,074	2,8	0,0041
0,68	0,694	0,935	1,141	1,11	0,239	1,40	0,071	2,9	0,0035
0,69	0,710	0,940	1,159	1,12	0,225	1,41	0,069	3,0	0,0031
0,70	0,722	0,945	1,179	1,13	0,212	1,42	0,067	3,5	0,0016
0,71	0,734	0,950	1,200	1,14	0,201	1,43	0,065	4,0	0,0010
0,72	0,746	0,955	1,223	1,15	0,191	1,44	0,063	4,5	0,0006
0,73	0,759	0,960	1,248	1,16	0,181	1,45	0,061	5,0	0,0004
0,74	0,772	0,965	1,277	1,17	0,173	1,46	0,059	6,0	0,0002
0,75	0,785	0,970	1,310	1,18	0,165	1,47	0,057	8,0	0,0001
0,76	0,798	0,975	1,349	1,19	0,157	1,48	0,056	10,0	0,0000