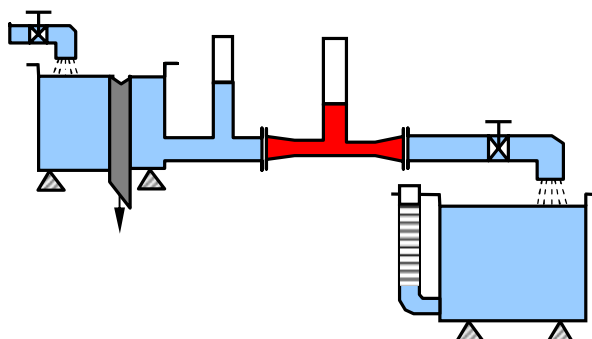


**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

**ABU RAYHON BERUNIY NOMIDAGI
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

Shokirov A.A., Karimov A.A., Parmanov A.E.

IXCHAM GIDRAVLIKA



USLUBIY KO'RSATMA

Toshkent 2010

Ixcham gidravlika, uslubiy ko'rsatma. Tuzuvchilar: Shokirov A.A., Karimov A.A., Parmanov A. E. – Toshkent, ToshDTU, 2010.

UDK 532 (075.8)

Ushbu uslubiy ko'rsatmada gidravlik hisob ishlarini bajarishda quvurlarni va kanallarni hisoblashda ishlatiladigan gidravlik va mahalliy qarshiliklarni aniqlash uchun formulalar, shu kabi masalalarni yechish yo'llari, ba'zi hollarda kerakli yo'llanmalar va zaruriy ma'lumotlar berilgan. Ochiq o'zan va gidrotexnik inshootlarning hisobini bajarish uchun tayyor hisoblash formulalari keltirilgan. Mahalliy qarshilik, siqilish, sarf, tezlik koeffitsientlari aniqlanadigan formulalardan tashqari grafik hisoblar bilan ham boyitilgan.

Suyuqliklarning fizik xususiyatlarini ifodalovchi tavsiflar amaliyotda ishlatish uchun jadvallar yordamida berilgan bo'lib, fizik kattaliklar uchun barcha birlik majmualari ko'rsatildi hamda kanal va quvurlar uchun ho'llangan yuzaning perimetrlari ixcham formulalar bilan ifodalandi. Talabalarning kurs ishlari, hisob-grafika ishlari uchun foydalaniladigan qilib, formula va koeffitsientlar turli xil gidravlik masalalarni hal qilishda ishlatish uchun qulay va ixcham formulalar bilan berildi.

Uslubiy ko'rsatma bakalavriat ta'lim yo'nalishi talabalari uchun mo'ljallangan.

Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy-uslubiy kengashining qaroriga asosan chop etildi.

Taqrizchilar:

O'zR FA M va ISMI, f-m.f.d., prof.
O'zMU "Tutash muhitlar mexanikasi"
kafedrası, f-m.f.d., prof.

Umarov A.I.
Xamidov A.A.

1. TURLI XIL TURDOSH QO'SHIMCHA MA'LUMOTLAR

1.1. Gidravlika fanida uchraydigan lotin va grek alfavitlari

1.1-jadval

Lotin alfaviti		Grek alfaviti	
harflar	aytilishi	harflar	aytilishi
A a	a	A α	alfa
B b	be	V β	beta
C c	se	G γ	gamma
D d	de	Δ δ	delta
E e	e	E ε	epsilon
F f	ef	Z ζ	dzeta
G g	ge	N η	eta
H h	xa	Θ θ	teta
I i	i	I ι	yota
J j	yot	K κ	kappa
K k	ka	Λ λ	lambda
L l	el	M μ	myu
M m	em	N ν	nyu
N n	en	Ξ ξ	ksi
O o	o	Ο ο	omikron
P p	pe	Ρ ρ	pi
Q q	qu	Π π	ro
R r	er	Σ σ	sigma
S s	es	Τ τ	tau
T t	te	Υ υ	ipsilon
U u	u	Φ φ	fi
V v	ve	Χ χ	xi
W w	dubl-ve	Ψ ψ	psi
X x	iks	Ω ω	omega
Y y	igrek		
Z z	zet		

1.2. Xalqaro o'lchov tizimi (XO'T) ning asosiy birliklari

1.2-jadval

Birliklar nomi	Birliklar o'lchami	Qisqacha belgilash	
		Ruscha	Lotincha
Uzunlik	metr	м	m
Og'irlik	kilogramm	кг	kg
Vaqt	sekund	с	s
Elektr toki kuchi	amper	а	A
Termodinamik harorat	kelvin	K	K
Yorug'lik kuchi	sham	св	C

1.3. Suyuqlik va gaz mexanikasi (gidravlika)da ishlatilayotgan o'n karrali va bo'lakli birliklarning GOST 7663-55 bo'yicha hosil bolishi

1.3-jadval

Qo'shimcha ning nomi	Qisqartirma belgilar		Karrali	Qo'shim chaning nomi	Qisqartirma belgilar		Bo'lakli
	Ruscha	Lotin- cha			Ruscha	Lotincha	
tera	T	T	10^{12}	detsi	д	d	10^{-1}
giga	Г	G	10^9	santi	с	c	10^{-2}
mega	M	M	10^6	milli	м	m	10^{-3}
kilo	k	k	10^3	mikro	мк	μ	10^{-6}
gekto	г	h	10^2	nano	н	n	10^{-9}
deka	дк	da	10^1	piko	п	p	10^{-12}

1.4. Xalqaro o'lchov tizimi (XO'T) birliklari bilan boshqa tizim o'lchov birliklari orasidagi bog'lanishlar

a) Uzunlik birligi :

$1\text{m} = 10^{-3}\text{ km} = 10^2\text{ sm} = 39,4\text{ dyuym} = 3,28\text{ fut} = 1,099\text{ yard} = 0,4687\text{ sajén} = 6,55 \cdot 10^{-4}\text{ ingliz mili} = 5,4 \cdot 10^{-4}\text{ dengiz mili};$

b) Yuza birligi :

$$1\text{m}^2 = 10^{-6} \text{ km}^2 = 10^{-4} \text{ ga} = 1,55 \cdot 10^3 \text{ kv dyuym} = 10,8 \text{ kv fut} = 2,92 \cdot 10^{-7} \text{ kv mil};$$

c) *Hajm birliklari :*

$$1\text{m}^3 = 10^3 \text{ litr (dm}^3) = 10^6 \text{ sm}^3 = 6,1 \cdot 10^4 \text{ kub dyuym} = 35,3 \text{ kub fut} = 264 \text{ amerika galloni} = 220 \text{ ingliz galloni};$$

d) *Tezlik birliklari:*

$$1\text{m/s} = 60 \text{ m/min} = 3,6 \text{ km/soat} = 1,94 \text{ uzel};$$

e) *Massa birliklari:*

$$1\text{kg} = 10^3 \text{ g} = 0,102 \text{ (kg.k)/m} = 10^{-3} \text{ t};$$

f) *Kuch birliklari:*

$$1\text{N} = 10^5 \text{ dina} = 0,102 \text{ kg. k} = 0,225 \text{ ingliz funt-kuchi};$$

g) *Bosim birliklari:*

$$1\text{Pa} = 10 \text{ dina/sm}^2 = 1,02 \cdot 10^{-5} \text{ kg.k/m}^2 = 9,81 \cdot 10^{-6} \text{ at} = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ mm.sim.ustuni};$$

h) *Kuch va energiya birliklari:*

$$1\text{j} = 10^7 \text{ erg} = 0,102 \text{ kgk.m} = 2,39 \cdot 10^{-4} \text{ kkal} = 2,78 \cdot 10^{-7} \text{ kVt soat};$$

i) *Quvvat birliklari:*

$$1\text{Vt} = 10^7 \text{ erg/s} = 10^{-3} \text{ kVt} = 0,102 \text{ (kgk.m)/s} = 0,86 \text{ kkal/soat} = 1,36 \cdot 10^{-3} \text{ ot kuchi};$$

1.5. Asosiy o'zgarmas miqdorlarning qiymatlari

$$\pi = 3,142; \quad e = 2,718; \quad \ln 10 = 2,303; \quad g = 9,81 \text{ m/s}^2;$$

$$\sqrt{2g} = 4,43 \text{ m}^{1/2}/\text{s}; \quad 2g = 19,62 \text{ m/s}^2.$$

2. SUYUQLIK VA GAZLARNING ASOSIY FIZIK XOSSALARI

2.1. Zichlik va solishtirma og'irlik

Zichlik (bir hajm birligidagi massa)

$$\rho = \lim_{V \rightarrow 0} \frac{M}{V}$$

Bu yerda: M- jism (modda) massasi; V- jism (modda) hajmi.
XO'Tda zichlikning o'lchov birligi $[\rho] = \text{kg/m}^3$.

Ayrim suyuqlik va gazlarning zichliklari 2.1, 2.2, 2.4 va 2.5.- jadvallarda keltirilgan.

Solishtirma og'irlik (bir birlik hajmdagi og'irlik miqdori)

$$\gamma = \lim_{V \rightarrow 0} \frac{G}{V} = \lim_{V \rightarrow 0} \frac{Mg}{V} = \rho g$$

XO'Tda solishtirma og'irlik olchov birligi $[\gamma] = \text{N/m}^3$

Turli haroratda toza suvning zichligi

2.1-jadval

Harorat t, °C	Zichlik ρ , 10^3 kg/m^3	Harorat t, °C	Zichlik ρ , 10^3 kg/m^3
0	0,99987	20	0,99823
4	1,0000	30	0,99567
6	0,99997	40	0,99224
8	0,99988	50	0,98807
10	0,99973	60	0,98824
12	0,99952	70	0,97781
14	0,99927	80	0,96183
16	0,99897	90	0,96534
18	0,99862	100	0,95838

**Ayrim suyuqliklarning zichligi va solishtirma og'irligi
harorat $t=20^0\text{ C}$ va $g=9,81\frac{m}{s}$ da**

2.2-jadval

Atalishi	P, kg/m ³	γ , H/m ³
Atseton	792	7770
Avtomobil benzini	712-761	6990-7470
Suyuq bitum (yo'l uchun)	1000-1100	9810-10790
Dengiz suvi	1002-1029	10010-10090
Suvsiz glitserin	1250	12260
Dizel yoqilg'isi	831-861	8150-8450
Kerosin	792-840	7770-8240
Vereten yog'i	888-896	8710-8790
Gidravlik sistema yog'i	Do 850	Do 8340
Kastor yog'i	960	9420
Kompressor yog'i	899-924	8820-9060
Mineral yog'i	877-892	8600-8750
Pista yog'i	925	9070
Transformator yog'i	887	8700
Paxta yog'i	920-930	9030-9120
Neft	850-950	8340-9320
Simob	13547	132900
Suvsiz etil spirti	789	7740
Osh tuzi (natriy xlor)	1200	10690
Etil spirti	715-719	7010-7050

Gaz zichligi harorat va bosimga bog'liq bo'lib, biror bir bosim p va T haroratdagi gazning zichligi ρ quyidagi formula bilan ifodalanadi $\rho = \frac{p}{RT}$, bu yerda R -solishtirma gaz doimiysi u quyidagi 2.3-jadvalda berilgan.

Solishtirma gaz doimiysining qiymatlari

2.3-jadval

Modda	R , J/(kg ^0C)	Modda	R , J/(kg ^0C)
Azot	297	Kislorod	260
Ammiak	488	Metan	519

Argon	208	Neon	412
Atsetilen	320	Uglerod	297
Butan	143	oksidi	189
Vodorod	4124	Propan	198
Suv bug'i	461	Propilen	68,7
Havo	287	Freon 12	277
Geliy	2087	Etan	297
Uglerod oksidi	189	Etilen	

t=0 °C va p=0,1 MPa da gazlarning zichligi

2.4-jadval

Gaz	ρ , kg/m ³	Gaz	ρ , kg/m ³
Azot	1,2507	Kislorod	1.4280
Ammiak	0,7710	Metan	0,7170
Argon	1,7820	Uglerod oksidi	1,2500
Atsetilen	1,1710	Propan	2,0200
Butan	2,6730	Oltingugurt	1.5390
Havo	1,2930	Ko'mir gazi	1.9760
Vodorod	0,0899	Xlor	3,2170
Suv bug'i	0,1785	Etilen	1,2610
Geliy	0,8040		

Havo zichligining harorat va bosimga boqliqligi

2.5-jadval

Harorat, °C	Bosim, kPa								
	96	97	98	99	100	101	101,3	102	103
0	1,224	1,237	1,250	1,263	1,275	1,288	1,293	1,301	1,314
2	1,216	1,228	1,240	1,253	1,266	1,279	1,283	1,291	1,304
4	1,207	1,219	1,232	1,244	1,257	1,270	1,274	1,282	1,295
6	1,198	1,211	1,223	1,236	1,248	1,260	1,265	1,273	1,285
8	1,190	1,202	1,214	1,227	1,239	1,252	1,256	1,264	1,276
10	1,181	1,193	1,206	1,218	1,230	1,243	1,247	1,255	1,267
12	1,173	1,185	1,197	1,210	1,222	1,234	1,238	1,246	1,258
14	1,165	1,177	1,189	1,201	1,213	1,225	1,229	1,238	1,250
16	1,157	1,169	1,181	1,193	1,205	1,217	1,221	1,229	1,241

18	1,149	1,161	1,173	1,185	1,200	1,209	1,212	1,221	1,232
20	1,141	1,153	1,165	1,177	1,188	1,200	1,204	1,212	1,224
22	1,133	1,145	1,157	1,169	1,180	1,192	1,196	1,204	1,216
24	1,126	1,137	1,149	1,161	1,172	1,184	1,188	1,196	1,208
26	1,118	1,130	1,141	1,153	1,165	1,176	1,180	1,188	1,200
28	1,111	1,122	1,134	1,145	1,157	1,168	1,172	1,180	1,192
30	1,103	1,115	1,126	1,138	1,149	1,161	1,164	1,172	1,184

2.2. Suyuqliklarning siqilishi

Suyuqliklarning bosim ostida o'z hajmini o'zgartirish xususiyati - siqilish deyiladi.

Suyuqlikning siqilishi hajmiy siqilish koeffitsienti bilan tavsiflanadi

$$\beta = -\frac{dV}{V} \cdot \frac{1}{dP},$$

bu yerda: dV -suyuqlik hajmining o'zgarishi; dp -bosim o'zgarishi; β ning o'lchov birligi $[\beta_V]=m^2/N$.

Hajmiy siqilish koeffitsientining teskari qiymati suyuqlikning hajmiy elastiklik modeli deyiladi $E_V = \frac{1}{\beta_V}$, $[E_V]=N/m^2$ (2.6, 2.7-

jadvallar). Qattiq jismlarning elastik xususiyati ham E_q parametr bilan ifodalanadi (2.8.-jadval).

Elastik modul E_s ning ayrim suyuqliklar uchun qiymatlari

2.6.-jadval

Modda	Suyuqlikning hajmiy elastiklik moduli $E_s \cdot 10^6, N/m^2$
Suv	1960
Kerosin	1690
Neft	1350
Dizel yoqilg'isi	1660
Simob	32000

Suvning har xil haroratdagi hajmiy elastiklik moduli

2.7.-jadval

Harorat $t, ^\circ\text{C}$	Bosim $p \cdot 10^6, \text{N/m}^2$				
	0,5	1,0	2,0	3,9	7,8
0	1854	1864	1884	1913	1972
5	1893	1913	1933	1972	2031
10	1913	1933	1972	2011	2080
15	1933	1962	1991	2050	2129
20	1942	1982	2021	2080	2178

Qattiq jismning hajmiy elastiklik moduli

2.8.-jadval

Material	$E_q \cdot 10^{10}, \text{N/m}^2$	Material	$E_q \cdot 10^{10}, \text{N/m}^2$
Alyuminiy	7,05	Polietilen	0,14...0,20
Beton	2,12	Po'lat	21,20
Viniplast	0,28...0,30	Shisha	6,00
Latun	10,00	Shisha plastik	0,50...1,00
Cho'yan	9,00	Daraxt	0,80

2.3. Haroratdan kengayish

Haroratdan kengayish asosan haroratdan kengayish koeffitsienti bilan tavsiflanadi. U harorat o'zgarishida hajmning o'zgarishi bilan ifodalanadi. Matematik ifodada quyidagicha yoziladi:

$$\beta_t = \frac{dV}{V} \cdot \frac{1}{dT}, \quad [\beta_t] = 1/^\circ\text{C}.$$

Turli xil suyuqliklar uchun haroratdan kengayish koeffitsientining qiymatlari quyidagi 2.9, 2.10 va 2.11-jadvallarda keltirilgan.

Haroratdan kengayish koeffitsientining o'rtacha qiymati

2.9-jadval

Modda	Haroratdan kengayish koeffitsienti $\beta_t, 1/^\circ\text{C}$
Suv	0,000208

Spirt	0,0011
Kerosin	0,001
Glitserin	0,0005
Neft	0,0007
Simob	0,000182

Suvning haroratdan kengayish koeffitsientining harorat va bosimga bog'liqligi.

2.10-jadval

Bosim $\beta \cdot 10^6$, H/m^2	$\beta \cdot 10^6$, $1/^\circ C$				
	Suvning harorati, t , $^\circ C$				
	1-10	10-20	40-50	60-70	90-100
0,098	14	150	422	556	719
9,8	43	165	422	548	714
19,6	72	183	426	539	-
49,0	149	236	429	523	661
88,3	229	289	437	514	661

**Turli xil gazlar uchun haroratdan kengayish koeffitsienti
101,3 kPa bosimda**

2.11-jadval

Modda	$\beta_t \cdot 10^{-3}$, $1/^\circ K$	Modda	$\beta_t \cdot 10^{-3}$, $1/^\circ K$
Azot	3,672	Uglerod ikki	
Ammiak	3,770	oksidi	3,726
Argon	3,676	Kislorod	3,672
Atsetilen	3,726	Metan	3,678
Vodorod	3,664	Neon	3,661
Havo	3,665	Uglerod oksidi	3,667
Geliy	3,66	Etan	2,750

2.4. Qovushqoqlik

Qovushqoqlik dinamik va kinematik qovushqoqliklarga bo'linadi. Dinamik qovushqoqlik koeffitsienti μ bilan, kinematik

qovushqoqlik koeffitsienti ν bilan belgilanadi. Ular orasidagi bog'liqlik quyidagicha ifodalanadi.

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

bu yerda ρ - suyuqlik zichligi. Ularning qiymatlari 2.12-2.15 - jadvallarda berilgan.

Ayrim gazlar uchun kinematik qovushqoqlik koeffitsienti

2.12-jadval

Gaz	$\nu \cdot 10^6, \text{m}^2/\text{s}$	Gaz	$\nu \cdot 10^6, \text{m}^2/\text{s}$
Azod	13,3	Kislorod	13,4
Ammiak	12,0	Metan	14,2
Argon	11,9	Uglerod oksidi	13,5
Atsetilen	8,23	Propan	3,70
Butan	25,8	Oltingugurt	7,62
Vodorod	93,5	Is gazi	7,00
Suv bug'i	11,1	Xlor	3,80
Havo	13,2	Etilen	7.50
Geliy	10,4		

Gazlar dinamik qovushqoqlik koeffitsientining harorat va bosimga bog'liqligi

2.13-jadval

Gaz	Harorat, t °C	Bosim, $p \cdot 10^6, \text{N/m}^2$			
Azot	0	5,07	10,1	30,4	81,0
	25	18,1	19,9	26,8	45,8
	75	20,5	21,5	26,6	41,6
Havo	0	18,2	19,7	28,6	-
	25	19,2	20,6	28,0	-
	100	22,4	23,4	28,1	-
Is gazi	40	48,8	48,8	-	-

t=18 °C da suyuqlikning dinamik qovushqoqlik koeffitsienti

2.14-jadval

Modda	$\mu \cdot 10^3, (N \cdot k) / m^2$
Anilin	0,46
Atseton	0,0337
Benzol	0,0637
Suv	0,105
Glitserin	139,3
Kostor moyi	120,0
Mashina moyi (yumshoq)	11,3
Mashina moyi (og'ir)	66,0
Silindr tozalangan moyi (40°)	1,109
Silindr moyi (to'q)	24,0
Pentan	0,0244
Simob	0,159
Oltingugurt uglerodi	0,0382
Etil spirti	0,122
Toluol	0,0613

Suvning qovushqoqlik koeffitsientining haroratga bog'liqligi

2.15-jadval

t, °C	$\mu \cdot 10^3, Pa \cdot s$	$\nu \cdot 10^6, m^2/s$
0	1,790	1,790
10	1,300	1,306
20	1,004	1,006
30	0,802	0,805
40	0,654	0,659
50	0,549	0,556
60	0,470	0,478
70	0,406	0,415
80	0,355	0,365
90	0,315	0,326
100	0,282	0,295

2.5. Issiqlik sig'imi

Issiqlik sig'imi deb - jismning issiqligini bir Kelvinga o'zgartirishga zarur bo'lgan issiqlik miqdoriga aytiladi. Issiqlik sig'imi haroratga va isitish jarayoniga bog'liq.

Solishtirma issiqlik sig'imi quyidagi formula orqali topiladi:

$$C = \lim_{\Delta T \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta Q}{\Delta T} \right),$$

bu yerda: ΔQ - issiqlik sig'imi bo'lib, ΔT harorat oralig'ida o'zgarishini ko'rsatadi.

Solishtirma issiqlik sig'imi C , bosim $p = \text{const}$ - izobarik holatda va hajm $V = \text{const}$ - izoxorik holatlar bilan farqlanadi. Bunda, hamma vaqt $C_p > C_v$ bo'ladi. Ularning qiymatlari 2.16 va 2.17 - jadvallarda berilgan.

Solishtirma issiqlik sig'imi izobarik holatda C_p , kJ/kg*K.

2.16-jadval

t, °C	Kislorod		Havo		Is gazi		Suv bug'i	
	C_p	C_p/C_v	C_p	C_p/C_v	C_p	C_p/C_v	C_p	C_p/C_v
0	0,9149	1,397	1,006	1,400	0,8148	1,3011	-	-
100	0,934	1,385	1,010	1,397	0,9136	1,260	1,103	1,280
200	0,964	1,370	1,027	1,390	0,9926	1,235	1,978	1,300
300	0,9948	1,353	1,048	1,378	1,0570	1,217	2,015	1,290
600	1,069	1,321	1,115	1,345	1,1920	1,188	2,208	1,260

Solishtirma issiqlik sig'imi izoxorik holatda C_v $t=20$ °C.

2.17-jadval

Modda	C_v , kJ/kg*K
Atseton	2,16
Benzin	2,09
Suv	4,19
Glitserin	2,39
Mashina moyi	1,67
Metil spirti	2,47
Pentan	2,18
Simob	0,138
Toluol	1,72
Etil spirt	2,39

2.6. Issiqlik o'tkazuvchanlik

Jism haroratining yuqori bo'lgan qismidan issiqlik jism harorati past bo'lgan qismiga harakatlanishi jarayoniga issiqlik o'tkazuvchanlik deyiladi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik k harfi bilan belgilanadi. Ayrim gazlar uchun uning qiymati 2.18 - jadvalda berilgan.

Me'yoriy atmosfera bosimida gazlar issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsienti k ning qiymatlari

2.18- jadval

Harorat $t, ^\circ\text{C}$	$k, \text{m Vt}/(\text{m}^*\text{K})$		
	Havo	Suv bug'lari	Is gazi
0	24,4	16,2	14,7
100	32,1	24,0	22,7
200	38,7	33,0	30,9
300	46,1	43,4	39,1
400	52,1	55,0	47,2
500	27,5	67,9	54,8
600	62,2	82,2	62,1
700	67,1	97,9	68,8
800	71,8	114,9	75,1
900	76,3	133,2	80,9
1000	80,7	152,4	86,3

2.7. Tovush tezligi

Tovush tezligi - turli muhitlarda turlicha tarqalishi bilan tavsiflanadi. Uning qiymatlari 2.19-2.21 - jadvallarda berilgan.

Suyuqliklarda tovush tezligi

2.19-jadval

Suyuqlik	$t, ^\circ\text{C}$	$a, \text{m/s}$
Suyuq azot	-199	962
Benzin	17	1170
Suv	0	1403
-	20	1483(1490)
-	30	1510

-	74 ^{*)}	1555
Suv	100	1543
- Dengiz	20	1490(1530)
- Og'ir	20	1400
Vodorod	-256	1187
Suyuq geliy	-269	180
Glitserin	20	1923
Kerosin	20	2330
Suyuq kislorod	-182,9	912
Suyuq qo'rg'oshin	232	2270
20 % li osh tuzi		
eritmasi	15	1650
Suyultirilgan kumush	330	1790
Spirt	20	1180
Efir	25	985
Simob	20	1450(1453)

Gaz va bug'larda tovush tezligi

2.20-jadval

Gaz	t, °C	a, m/s
Azot	020	334(346)
-	300	487
Vodorod	020	1284(1328)
Geliy	020	965(981)
Kislorod	020	316(327)
Ko'mir IV oksidi	0100	260(300)
Xlor	0	206
Havo	220	331(346)
Suv bug'i	0100	401(405)
Spirt bug'i	0	230
Efir bug'i	0	179

Qattiq moddalarda tovush tezligi (t=20 °C)

2.21-jadval

Modda	a, m/s	Modda	a, m/s
Olmos	18350	Qarag'ay	5030
Beton	4250-5250	Stearin	1380

Grafit	1470	Optik oyna:	
Dub	4115	Flint	4450
Tosh tuz	4400	Kron	5220
G'isht	3600	Shifer	4510
Muz ($t=-4\text{ }^{\circ}\text{C}$)	3980	Ebonit	2400
Tiqin (po'pak)	430-530	Erigan kvars	5970

3. GIDROSTATIKA

Gidrostatikaning asosiy tushunchasi – nuqtadagi gidrostatik bosim (GSB) bo'lib, u nuqtaga va yuza bo'yicha qo'yilgan bo'ladi.

p_A - nuqtadagi mutlaq bosim;

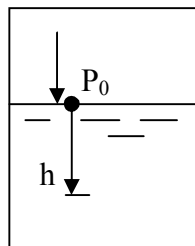
p - ortiqcha bosim;

p_0 - yuzaga berilgan bosim;

$p_{og'}$ - og'irlik bosimi;

p_{at} - atmosfera bosimi (3.1-jadval);

p_{vak} - vakuum bosimi.



3.1-rasm

Bosim qiymatini topish uchun gidrostatikaning asosiy qonunidan foydalaniladi:

$$p_A = p_0 + \gamma h$$

Bu yerda h -erkin sirdan tekshirilayotgan nuqtagacha bo'lgan chuqurlik, og'irlik bosimi $p_{og'} = \gamma h$;

$$p = p_A - p_a, \quad p_A > p_a \text{ bo'lganda}$$

$$p_{vak} = p_a - p_A, \quad p_A < p_a \text{ bo'lganda}$$

O'lchov birliklari:

SI tizimida - Paskal, $1\text{Pa}=1\text{N/m}^2$

Boshqa o'lchov birliklarida:

Texnik atmosfera, $1\text{at}=1\text{kg.k/sm}^2=10^4\text{ kg.k/m}^2=10\text{ t.k/m}^2=0,981*10^5\text{ Pa}$;

Fizik atmosfera $1\text{at}=1,01325*10^5\text{ Pa}$;

Metr suv ustuni, 1m. suv ustuni $=0,1 \text{ at} = 0,981 \cdot 10^4 \text{ Pa}$;

Og'irlik kuchi bosimi miqdorini $F_{og'}$ desak, ixtiyoriy tekis yuzaga berilayotgan og'irlik bosimi:

$$F_{og'} = (p_{og'})_s \cdot \omega$$

bu yerda: $(p_{og'})_s$ – shaklning og'irlik markaziga berilayotgan og'irlik bosimi, ω -shakl yuzasi.

$F_{og'}$ qo'yilgan nuqta ($p_0 = p_{og'}$ ortiqcha bosim bo'lganda), og'irlik markazidan pastda bo'lgan quyidagi kattalikdagi e - ekssentrisitet uzunlikda bo'ladi:

$$e = \frac{J}{Z_c \omega},$$

bu yerda: J - shaklning inersiya momenti, Z_c - shaklning og'irlik markazi koordinatasi bo'lib, erkin sirtga nisbatan olingan, e - ekssentrisitetni hisoblash uchun 3.2 -jadvalda berilgan qiymatlardan foydalaniladi.

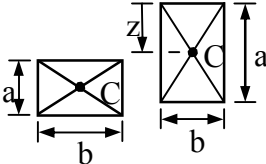
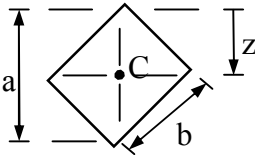
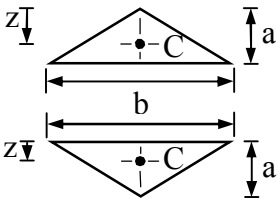
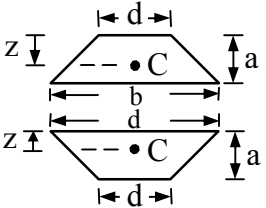
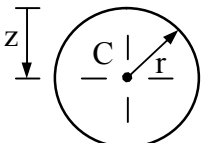
Joylarning sathiga bog'liq holda me'yoriy atmosfera bosimi p_a ning qiymatlari

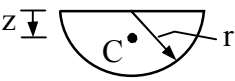
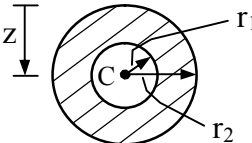
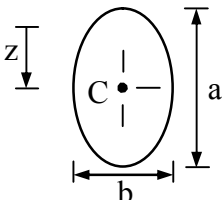
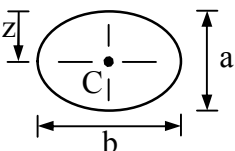
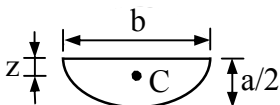
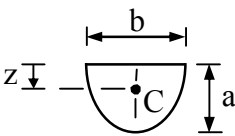
3.1-jadval

Dengiz sathiga nisbatan balandlik, m	0	100	250	500	1000	1500	2000
Bosim p_{at} , kPa	103,3	102,0	100	97,0	92,0	86,0	81,0
m. suv ust.	10,33	10,2	10,0	9,7	9,2	8,6	8,1
mm. simob ust.	760	751	737	716	674	635	598

Inersiya momenti J, (C – og'irlik markazidan o'tuvchi, gorizontal o'qqa nisbatan) shaklning yuqorisidan og'irlik markazi Z-gacha va silliq shaklning maydoni – ω

3.2-jadval

Shakl	J	Z	ω
	$\frac{a^3 \cdot b}{12}$	$0.5a$	$a \cdot b$
	$\frac{b^4}{12}$	$0.5b\sqrt{2}$	b^2
	$\frac{a^3 \cdot b}{36}$	$\frac{2}{3}a$ $\frac{a}{3}$	$0,5a \cdot b$
	$\frac{a^3(b^2 + 4bd + d^2)}{36(b + d)}$	$\frac{a(b + 2d)}{3(b + d)}$ $\frac{a(2b + d)}{3(b + d)}$	$0,5a(b + a)$
	$\frac{\pi d^2}{64} = 0,785r^4$	r	πr^2

	$\left(\frac{\pi}{8} - \frac{8}{9\pi}\right)r^4 = 0,11r^4$	$\frac{4r}{3\pi} = 0,424r$	$0,5\pi r^2$
	$0,25\pi(r_2^4 - r_1^4) =$ $0,785(r_2^4 - r_1^4)$	r^2	$\pi(r_2^2 - r_1^2)$
	$\pi \frac{ab^3}{64}$	$0,5a$	$0,25\pi ab$
	$\pi \frac{ab^3}{64}$	$0,5a$	$0,25\pi ab$
	$\frac{a^3b}{16} \left(\frac{\pi}{8} - \frac{8}{9\pi}\right)$	$\frac{2a}{3\pi}$	$\pi \frac{ab}{8}$
	$\frac{8a^3b}{175}$	$\frac{2a}{5}$	$\frac{2ab}{3}$

4. SUYUQLIKLAR HARAKATIDAGI NAPORNING YO'QOLISHI

1. Uzunlik bo'yicha napor yo'qolishi - h_l

2. Mahalliy qarshilikda napor yo'qolishi - h_m

4.1. Uzunlik bo'yicha napor yo'qotilishi

Uzunlik bo'yicha napor yo'qotilishini hisoblashda Darsi-Veysbax formulasidan foydalaniladi, u dumaloq ko'ndalang kesimli quvur uchun

$$h_l = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$\text{Boshqa ko'ndalang kesimli quvur uchun } h_l = \lambda \frac{l}{4R} \frac{v^2}{2g},$$

bu yerda: λ - gidravlik ishqalanish qarshilik koeffitsienti; l - quvur uzunligi (hisobdagi); d - quvur diametri; R - gidravlik radius, $R = \frac{\omega}{\chi}$; χ - ho'llangan perimetr; ω - suyuqlik kesimining yuzasi; g - oqimning o'rtacha tezligi.

Gidravlik ishqalanish koeffitsienti λ Reynolds soni Re ga va quvurning nisbiy g'adir-budurlikiga bog'liq bo'ladi.

$\bar{\Delta}_r = \frac{\Delta}{D}$ nisbiy g'adir-budurlik; Δ - mutlaq ekvivalent g'adir-budurlik (qiymatlari 4.1-4.3-jadvallarda berilgan).

Laminar oqim uchun $\lambda = \frac{64}{Re}$, turbulent oqimda $\lambda = f(Re, \Delta_r)$

bo'lib, Nikuradze yoki Kolbruk-Uayt grafiklaridan aniqlanadi.

Kvadratik qarshilik zonasida bo'lgan harakatda, naporning uzunlik bo'yicha yo'qotilishini quyidagi Shezi formulasi orqali topish mumkin:

$$Q = \omega C \sqrt{Ri_e},$$

bu yerda: Q - suyuqlik sarfi; C - Shezi koeffitsienti, ko'pincha

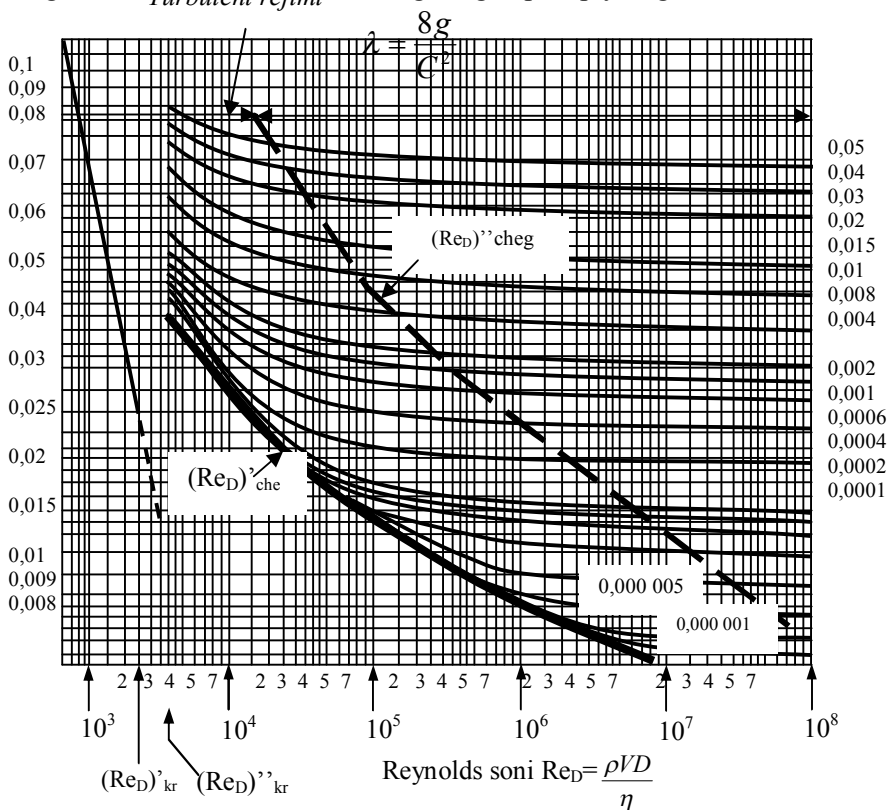
$C = \frac{1}{n} R^{1/6}$ Mannin formulasi orqali topiladi; n - g'adir-budurlik

koeffitsienti (4.3-jadval) $i_e = \frac{h_l}{l}$ - gidravlik qiyalik. Shezi formulasiga asoslanib h_l quyidagicha bo'ladi:

$$h_l = \frac{Q^2}{K^2} l,$$

bu yerda: $K = \omega C \sqrt{R}$ - sarf moduli.

K ning qiymatlari cho'yan quvurlar uchun 4.4-4.6 jadvallarda berilgan bo'lib, C bilan λ o'rtasidagi bog'liqlik quyidagicha:



4.1-rasm. Nekuradze grafigi

Po'lat quvurlar uchun mutlaq g'adir-budurlik Δ ning qiymatlari

4.1-jadval

Ishlatilayotgan quvurlar sathlari tavsifi	Δ , mm
Suv o'tkazuvchi quvurning yuzasi yangi va toza	
Ulanishlarsiz, toza	0,015-0,04/0,025 ^{*)}
Uzunligi bo'yicha payvand qilingan ishlov berilgan toza	0,03-0,12/0,05
Ko'ndalang bo'yicha payvand qilingan toza ishlov berilgan	0,08-0,17/0,12
Ichki qismidan qoplama berilgan suv o'tkazuvchi quvurning yuzasi yangi va toza	
Zavoddan bitum bilan ishlov berilgan	0,014-0,018/0,016
Xuddi shunday, ko'ndalang bo'yicha payvand qilingan	0,2-0,6/0,4
Suv o'tkazuvchi quvurning yuzasi eski, lekin toza	
Unchalik korroziya(chirish)ga uchramagan	0,1-0,3/0,2
Biroz korroziyalangan yengil cho'kindili	0,3-0,7/0,5
Ko'p korroziyali	0,8-1,5/1,0
Zangdan tozalangan yuzali	0,5-0,2/0,18
Suv o'tkazuvchi quvur bir necha yil ishlatilgandan so'ng	
To'liq payvandli 2 yilgacha ishlatilgan cho'kindisiz	0,12-0,24/0,18
Xuddi shunday 20 yilgacha ishlatilgan cho'kindisiz	0,6-0,5/2,8
Kuchli zanglagan, to'lib qolgan	3,0-4,0/3,5
Xuddi shunday, faqat cho'kindi qalinligi 5-25 mm	6 va katta
3 yil ishlatilgan ichki qismidan bitum bilan qoplangan	0,1-0,35/0,25

*) suratda shu guruh uchun g'adir-budurlik – Δ qiymatining o'zgarish oralig'i, maxrajda esa Δ ning ehtimollik qiymatlari keltirilgan.

Napori tunnel uchun qoya toshli tuproqda mutlaq g'adir-budurlik Δ ning qiymatlari

4.2-jadval

Ishni olib borish usullari, yuza tavsifi	Δ , mm
Kichkina yoriqlarga ega tunnellar	100-140
Yoriqlar ko'p tunnellar	130-500
Yuzasi juda notekis tunnellar	500-1500

Turli xil materiallar uchun g'adir-budurlik qiymatlari

4.3-jadval

Yuzasi	Δ , mm	N
Juda silliq sirtlar	0,02	0,009-0,013/0,010
Sementli suvoq:		
- toza tekislangan	0,02-0,03/0,1	<0,010
- oddiy	0,1-0,8/0,3	<0,012
Po'lat quvurlar:		
- ulanmagan, yangi, toza	0,010,02/0,014	0,009-0,011/0,010
- payvandlangan, yangi, toza	0,03-0,12/0,05	0,011-0,013/0,012
- kam zanglagan	0,3-0,7/0,05	0,013-0,015/0,020
Cho'yan quvurlar:		
- yangi	0,25-1,0/0,7	0,013-0,016/0,015
- korrodirovkali	1,00-1,5/1,3	0,016-0,025/0,020
Taxtadan yasalgan yog'och lotoklar:		
- tekislangan (randalangan)	0,5-8,0/2,0	0,010-0,018/0,014
- randalanmagan	0,8-10,0/3	0,012-0,019/0,016
Betonlangan devor	0,3-5,0/2,0	0,012-0,015/0,013
G'ishtli devor	1,0-6,0/3,0	0,013-0,017/0,015
Qo'lbola devor	5-70/20	0,017-0,025/0,021
Toshli	15-30/25	0,020-0,025/0,022
Kanalizatsiya quvurlari:		
- betonli va temir-betonli	2	0,014
- keramikali	1,25	0,013
To'g'ri yo'nalishli yer kanallari:		

- ishlatilgandan so'ng toza	15-200/50	0,018-0,024/0,022
- kalta o'tli va suv o'tlari bor		0,024-0,033/0,028
- tagi toza, qiyaligi o't-o'lanli		0,04-0,08/0,06
Daryolar:		
- toza, to'g'ri chiziqli, o'nqir-cho'nqirsiz		0,025-0,033/0,030
- juda egri-bugri, o'nqir-cho'nqirli		0,033-0,045/0,040
- o't-o'lanlar o'sgan		0,075-0,15/0,11

Yangi bitumlangan cho'yan quvurlar uchun $\Delta=(0,10-0,15)$ mm bo'lganda sarf moduli – K ning qiymatlari (kvadratik qarshilik zonası)

4.4-jadval

D , mm	$K_{\min}$, l/s	$K^2_{\min}$, (l/s) ²	$K_{o'rt}$, l/s	$K^2_{o'rt}$, (l/s) ²	K_{mak} , l/s	K^2_{mak} , (l/s) ²
50	12,16	147,9	12,47	156,5	12,80	163,8
75	35,41	$1,254 \cdot 10^3$	36,07	$1,301 \cdot 10^3$	37,03	$1,371 \cdot 10^3$
100	74,96	$5,619 \cdot 10^3$	76,16	$5,800 \cdot 10^3$	77,70	$6,037 \cdot 10^3$
125	133,3	$17,796 \cdot 10^3$	135,2	$18,279 \cdot 10^3$	138,9	$19,253 \cdot 10^3$
150	214,2	$45,882 \cdot 10^3$	219,3	$48,092 \cdot 10^3$	227,8	$51,893 \cdot 10^3$
200	457,4	$20,921 \cdot 10^4$	474,9	$22,552 \cdot 10^4$	484,3	$23,455 \cdot 10^4$
250	833,3	$69,439 \cdot 10^4$	845,7	$71,521 \cdot 10^4$	859,3	$73,840 \cdot 10^4$
300	1334	$17,796 \cdot 10^5$	1352	$18,729 \cdot 10^5$	1387	$19,238 \cdot 10^5$
350	1986	$39,442 \cdot 10^5$	2019	$40,764 \cdot 10^5$	2065	$42,642 \cdot 10^5$
400	2801	$78,456 \cdot 10^5$	2863	$81,968 \cdot 10^5$	2924	$85,498 \cdot 10^5$
450	3817	$14,569 \cdot 10^6$	3878	$15,039 \cdot 10^6$	3924	$15,398 \cdot 10^6$
500	5020	$25,200 \cdot 10^6$	5069	$25,969 \cdot 10^6$	5193	$26,967 \cdot 10^6$
600	8079	$65,270 \cdot 10^6$	8169	$66,733 \cdot 10^6$	8377	$70,174 \cdot 10^6$
700	12008	$14,419 \cdot 10^7$	12251	$15,009 \cdot 10^7$	18296	$15,866 \cdot 10^7$
800	16949	$28,727 \cdot 10^7$	17324	$30,012 \cdot 10^7$	18827	$35,710 \cdot 10^7$
900	23069	$53,218 \cdot 10^7$	23627	$55,804 \cdot 10^7$	24177	$58,453 \cdot 10^7$
1000	30513	$93,104 \cdot 10^7$	31102	$96,733 \cdot 10^7$	31730	$100,680 \cdot 10^7$

Yangi bitumlangan cho'yan quvurlar uchun $\Delta=(0,25-1.00)$ mm bo'lganda sarf moduli – K ning qiymatlari (kvadratik qarshilik zonasi)

4.5-jadval

D , mm	$K_{\min}$, l/s	$K_{\min}^2$, (l/s) ²	$K_{o'rt}$, l/s	$K_{o'rt}^2$, (l/s) ²	K_{mak} , l/s	K_{mak}^2 , (l/s) ²
50	8,77	79,91	9,64	92,93	11,22	125,89
75	26,24	688,54	28,42	807,70	33,23	1104,2
100	56,40	$3,1810 \cdot 10^3$	61,37	$3,7663 \cdot 10^3$	70,94	$5,0325 \cdot 10^3$
125	102,32	$10,469 \cdot 10^3$	110,59	$12,230 \cdot 10^3$	125,93	$15,858 \cdot 10^3$
150	166,53	$27,732 \cdot 10^3$	181,42	$32,906 \cdot 10^3$	204,78	$41,943 \cdot 10^3$
200	359,35	$1,2913 \cdot 10^5$	391,36	$1,5288 \cdot 10^5$	429,20	$1,8421 \cdot 10^5$
250	649,83	$4,2228 \cdot 10^5$	701,99	$4,9280 \cdot 10^5$	770,71	$5,9398 \cdot 10^5$
300	1059,4	$11,223 \cdot 10^5$	1128,3	$12,724 \cdot 10^5$	1242,7	$15,443 \cdot 10^5$
350	1588,6	$25,237 \cdot 10^5$	1684,8	$28,383 \cdot 10^5$	1878,4	$35,285 \cdot 10^5$
400	2262,6	$51,194 \cdot 10^5$	2394,4	$57,312 \cdot 10^5$	2669,3	$71,252 \cdot 10^5$
450	3076,7	$94,661 \cdot 10^5$	3260,9	$106,34 \cdot 10^5$	3623,7	$131,48 \cdot 10^5$
500	4054,7	$16,439 \cdot 10^6$	4283,3	$18,347 \cdot 10^6$	4776,7	$22,810 \cdot 10^6$
600	3570,5	$43,171 \cdot 10^6$	6860,5	$47,66 \cdot 10^6$	7662,4	$58,706 \cdot 10^6$
700	9788,8	$95,828 \cdot 10^6$	10259	$105,25 \cdot 10^6$	11446	$130,99 \cdot 10^6$
800	13838	$191,49 \cdot 10^6$	14543	$211,47 \cdot 10^6$	16257	$264,29 \cdot 10^6$
900	18759	$351,91 \cdot 10^6$	20035	$401,36 \cdot 10^6$	22053	$445,59 \cdot 10^6$
1000	24603	$605,31 \cdot 10^6$	26104	$713,10 \cdot 10^6$	28895	$834,92 \cdot 10^6$

Oldin ishlatilgan cho'yan quvurlar uchun $\Delta=(1.0-1.5)$ mm bo'lganda sarf moduli – K ning qiymatlari (kvadratik qarshilik zonasi)

4.6-jadval

D , mm	$K_{\min}$, l/s	$K_{\min}^2$, (l/s) ²	$K_{o'rt}$, l/s	$K_{o'rt}^2$, (l/s) ²	K_{mak} , l/s	K_{mak}^2 , (l/s) ²
50	8,13	66,10	8,43	71,07	8,77	76,91
75	24,18	584,67	24,69	609,60	26,24	688,54
100	52,41	$2,7468 \cdot 10^3$	53,90	$2,9052 \cdot 10^3$	56,40	$3,1810 \cdot 10^3$
125	95,23	$9,0687 \cdot 10^3$	98,22	$9,6472 \cdot 10^3$	10,32	$10,469 \cdot 10^3$
150	155,48	$24,162 \cdot 10^3$	160,62	$25,799 \cdot 10^3$	166,53	$27,732 \cdot 10^3$

200	336,59	$1,1329 \cdot 10^5$	346,36	$1,1997 \cdot 10^5$	359,35	$1,2913 \cdot 10^5$
250	607,73	$3,6934 \cdot 10^5$	627,74	$3,9406 \cdot 10^5$	649,83	$4,2228 \cdot 10^5$
300	990,26	$9,8060 \cdot 10^5$	1017,8	$10,359 \cdot 10^5$	1059,4	$11,223 \cdot 10^5$
350	1491,0	$22,231 \cdot 10^5$	1534,6	$23,550 \cdot 10^5$	1588,6	$25,237 \cdot 10^5$
400	2124,8	$45,148 \cdot 10^5$	2195,5	$48,202 \cdot 10^5$	2262,6	$51,194 \cdot 10^5$
450	2911,7	$84,780 \cdot 10^5$	2980,9	$88,858 \cdot 10^5$	3076,7	$94,661 \cdot 10^5$
500	3857,3	$14,833 \cdot 10^6$	3954,0	$15,634 \cdot 10^6$	4054,7	$16,439 \cdot 10^6$
600	6278,2	$39,415 \cdot 10^6$	6415,0	$41,152 \cdot 10^6$	6570,5	$43,171 \cdot 10^6$
700	9370,0	$87,797 \cdot 10^6$	9531,2	$90,840 \cdot 10^6$	9788,8	$95,824 \cdot 10^6$
800	13213	$174,59 \cdot 10^6$	13487	$181,91 \cdot 10^6$	13838	$191,49 \cdot 10^6$
900	17971	$322,96 \cdot 10^6$	18297	$334,78 \cdot 10^6$	18759	$351,91 \cdot 10^6$
1000	23731	$563,16 \cdot 10^6$	24175	$584,43 \cdot 10^6$	24603	$605,31 \cdot 10^6$

Cho'yan quvurlar uchun gidravlik ishqalanish koeffitsienti
 λ ning qiymatlari (kvadratik qarshilik zonasi)

4.7-jadval

D , mm	Yangi bitumlangan ($\Delta=0,10-0,15$ mm)			Yangi bitumlanmagan ($\Delta=0,25-1,00$ mm)			Oldin ishlatilgan ($\Delta=1,00-1,50$ mm)		
	$\lambda_{\min}$	$\lambda_{o'rt}$	λ_{mak}	$\lambda_{\min}$	$\lambda_{o'rt}$	λ_{mak}	$\lambda_{\min}$	$\lambda_{o'rt}$	λ_{mak}
50	0,0230	0,0242	0,0255	0,0300	0,0410	0,0490	0,0490	0,0530	0,0570
75	0,0209	0,0220	0,0230	0,0260	0,0350	0,0416	0,0416	0,0470	0,0490
100	0,0200	0,0208	0,0215	0,0240	0,0320	0,0380	0,0380	0,0416	0,0440
125	0,0190	0,0200	0,0206	0,0230	0,0300	0,0350	0,0350	0,0380	0,0404
150	0,0177	0,0191	0,0200	0,0220	0,0280	0,0330	0,0330	0,0356	0,0380
200	0,0165	0,0172	0,0185	0,0210	0,0235	0,0300	0,0300	0,0323	0,0342
250	0,0160	0,0165	0,0175	0,0200	0,0240	0,0280	0,0280	0,0300	0,0320
300	0,0153	0,0161	0,0165	0,0190	0,0230	0,0262	0,0262	0,0284	0,0300
350	0,0149	0,0156	0,0161	0,0180	0,0224	0,0252	0,0252	0,270	0,0286
400	0,0145	0,0151	0,0158	0,0170	0,0215	0,0242	0,0242	0,0257	0,0275
450	0,0142	0,0148	0,0153	0,0168	0,0209	0,0235	0,0235	0,0250	0,0262
500	0,0140	0,0145	0,0150	0,0165	0,0206	0,0230	0,0230	0,0242	0,0255
600	0,0134	0,0141	0,0145	0,0160	0,0200	0,0211	0,0221	0,0232	0,0242
700	0,0128	0,0136	0,0141	0,0155	0,0192	0,0212	0,0212	0,0224	0,0232
800	0,0125	0,0132	0,0138	0,0150	0,0185	0,0207	0,0207	0,0218	0,0227
900	0,0122	0,0128	0,0131	0,0147	0,0178	0,0203	0,0203	0,0212	0,0221
1000	0,0120	0,0125	0,0130	0,0145	0,0170	0,0200	0,0200	0,0207	0,0215

4.2. Naporning mahalliy qarshiliklarda yo'qotilishi

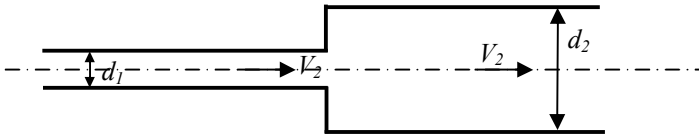
Naporning mahalliy qarshiliklarda yo'qotilishi Veysbax formulasi yordamida aniqlanadi

$$h_m = \xi_m \frac{g^2}{2g},$$

bu yerda: ξ_m -mahalliy qarshiliklar koeffitsienti.

Laminar harakatda ξ_m va suv o'tkazgichning geometriyasi Re soniga bog'liq. Turbulent harakatda mahalliy qarshilik koeffitsienti ξ_m suyuqlik o'tkazuvchining mahalliy qarshilikka ega bo'lgan geometriyasiga bog'liq.

Quvurning keskin kengayishi



Quvurlarning keskin kengayishidagi naporning yo'qotilishini nazariy ravishda chiqarilgan Bord formulasidan aniqlanadi

$$h_{k.k} = \frac{(g_1 - g_2)^2}{2g},$$

bu yerda g_1 va g_2 - suyuqlik oqayotgan quvurning toraygan va kengaygan qismlaridagi tezliklari.

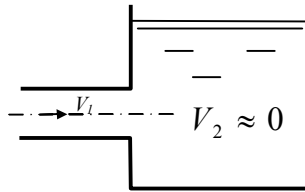
Formulani quyidagi qulay holatlarda yozish mumkin

$$h_{k.k} = \xi'_{k.k} \frac{g_1^2}{2g} \quad \text{yoki} \quad h_{k.k} = \xi''_{k.k} \frac{g_2^2}{2g}$$

bu yerda:

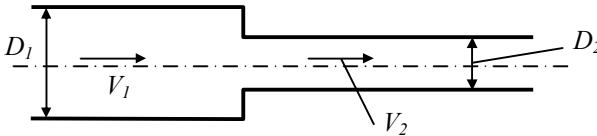
$$\xi'_{k.k} = \left(1 - \frac{\omega_1}{\omega_2}\right)^2 = \left(1 - \frac{D_1^2}{D_2^2}\right)^2; \quad \xi''_{k.k} = \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} - 1\right)^2 = \left(\frac{D_2^2}{D_1^2} - 1\right)^2$$

Suyuqlikning quvurdan idishga o'tishi



Suyuqlikning quvurdan idishga o'tishidagi qarshilik koeffitsienti Bord formulasi orqali aniqlanadi. $\omega_2 \gg \omega_1$ va $V_2 \approx 0$ bo'lgani uchun $\zeta_{chiq} = 1,0$.

Quvurlarning keskin torayishi



Keskin torayishda mahalliy qarshilik koeffitsienti $\zeta_{k.t.}$ ni quyidagi I.E. Idelchik formulasi yordamida aniqlash mumkin

$$\zeta_{k.t.} = 0,5 \left(1 - \frac{D_2^2}{D_1^2} \right)$$

yoki A.D. Altshul formulasi yordamida $\xi_{k.t.} = \left(\frac{1}{\varepsilon} - 1 \right)^2$

bu yerda: ε - quvurga kirishdagi siqilish koeffitsienti, u quyidagiga teng

$$\varepsilon = 0,57 + \frac{0,043}{1,1 + \frac{D_2^2}{D_1^2}}$$

I.E. Idelchik formulasi $D_2 < 0,5D_1$ bo'lganda amaliyotga yaxshi moslashadi. A.D. Altshul formulasi $D_2 > 0,5D_1$ bo'lganda amaliyot bilan mos kelishi mumkin.

Veysbax tajribalari asosidagi $\xi_{k.t}$ - koeffitsientining qiymatlari

4.8- jadval

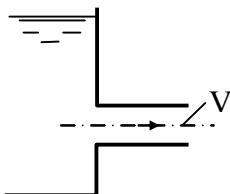
D_2/D_1	$\leq 0,1$	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$\xi_{k.t}$	0,5	0,49	0,45	0,43	0,40	0,35	0,29	0,22	0,14	0

Suyuqlikning idishdan quvurga oqishi

Quvurlarning idish devorlariga qanday ulanishiga qarab kirishdagi qarshilik koeffitsienti turlicha bo'lishi mumkin.

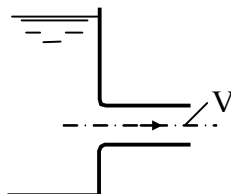
To'g'ridan-to'g'ri chiqishda

$$\xi_{kir} = 0,5$$



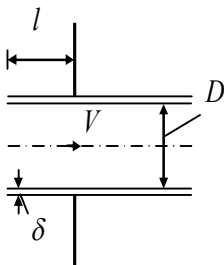
Quvurlarni egri holatda

$$\text{ulashda } \xi_{kir} = 0,2$$



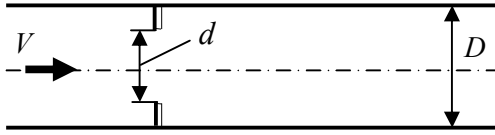
Idish ichiga kirib turgan quvurlar uchun qarshilik koeffitsienti ξ_{kir} , $\frac{\delta}{D}$ va $\frac{l}{D}$ ga bog'liq bo'ladi (4.9-jadval).

4.9-jadval



l/D	δ/D			
0	0,5	0,5	0,5	0,5
0,01	0,68	0,55	0,52	0,5
0,05	0,82	0,63	0,54	0,5
0,15	0,90	0,72	0,60	0,5
$\geq 0,5$	1,00	0,83	0,68	0,5

Quvurdagi diafragma



Diafragmadagi qarshilik koeffitsienti quyidagi formula orqali aniqlanadi

$$\xi_D = \left(\frac{D^2}{\varepsilon \cdot d} - 1 \right)^2,$$

bu yerda: D -quvurning diafragmadan tashqaridagi diametri; d -diafragma teshikchasining diametri; ε -oqimchaning siqilish koeffitsienti (diafragmadan tashqarida) uning qiymati quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\varepsilon = 0,57 + \frac{0,043}{1,1 - \left(\frac{d}{D}\right)^2}$$

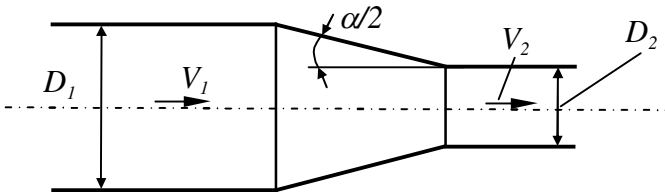
ξ_D va ε lar qiymatlari $\frac{d}{D}$ larning o'zgarishidagi natijalari 4.10 - jadvalda berilgan.

ε va ξ_D koeffitsientlar qiymatlari

4.10-jadval

$\frac{d}{D}$	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
ξ_D	292	83,3	29,5	11,6	4,8	1,79	0,52	0
ε	0,613	0,616	0,621	0,628	0,640	0,667	0,718	1

Konfuzorlar



Konfuzordagi qarshilik ko'effitsientini quyidagi formula yordamida topish mumkin

$$\xi_{kon} = \xi_{kon.k} \left(1 - \frac{D_2^2}{D_1^2} \right) + \xi_{ishq}$$

bu yerda: $\xi_{kon.k}$ -konfuzorga kirishdagi qarshilik ko'effitsienti, uning miqdori 4.11-jadvalda berilgan. ξ_{ishq} - qarshilik ko'effitsienti bo'lib u quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$\xi_{ishq} = \frac{\lambda_{o'r}}{8 \sin \frac{\alpha}{2}} \left(1 - \frac{D_2^4}{D_1^4} \right) - \lambda_{o'r} f \left(\alpha, D_2 / D_1 \right)$$

$\frac{\xi_{ishq}}{\lambda} = f \left(\alpha, D_2 / D_1 \right)$ qiymatlari 4.12-jadvalda berilgan. $\lambda_{o'r}$ ishqalanish ko'effitsientining konfuzor boshida va oxiridagi qiymatlarining o'rtachasi olinadi.

Erkin konussimon kirishdagi $\xi_{kon.k}$ qiymatlari

4.11-jadval

Konuslik burchagi α^0	l/D							
	0,025	0,005	0,075	0,1	0,15	0,25	0,6	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1
10	0,97	0,93	0,86	0,81	0,78	0,7	0,5	0,35
20	0,93	0,86	0,74	0,65	0,56	0,44	0,27	0,19
40	0,86	0,74	0,57	0,47	0,3	0,2	0,14	0,1
60	0,8	0,68	0,5	0,451	0,25	0,17	0,13	0,1
90	0,12	0,6	0,48	0,41	0,27	0,2	0,18	0,15
180	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

ξ_{ishq} -kattaliklarini aniqlash uchun $\frac{\xi_{ishq}}{\lambda}$ qiymatlari

4.12-jadval

$\frac{D_2}{D_1}$	Konuslik burchagi					
	2	4	8	15	30	45
1	0	0	0	0	0	0
0,9	2,5	1,2	0,6	0,3	0,2	0,1
0,8	4,2	2,1	1,1	0,6	0,3	0,2
0,7	5,4	2,7	1,4	0,7	0,4	0,2
0,6	6,2	3,1	1,6	0,8	0,4	0,3
0,5	6,7	3,4	1,7	0,9	0,5	0,3
0,4	6,9	3,5	1,7	0,9	0,5	0,3
0,3	7,1	3,6	1,8	0,9	0,5	0,3

Diffuzorlar (konfuzorlar teskarisi)

Diffuzordagi qarshilik koefitsienti quyidagi formula bilan hisoblanadi

$$\xi_{dif} = K_{yum} \left(\frac{D_2^2}{D_1^2} - 1 \right)^2 + \xi_{ishq}$$

bu yerda: K_{yum} -tekis kengayishdagi yumshatish koefitsienti, uning qiymatlari 4.13 –jadval orqali topiladi. ξ_{ishq} - ishqalanish koefitsienti quyidagi formuladan aniqlanadi

$$\xi_{ishq} = \frac{\lambda_{or}}{8 \sin \frac{\alpha}{2}} \left(\frac{D_2^4}{D_1^4} - 1 \right) - \lambda_{or} f \left(\alpha, D_1 / D_2 \right)$$

Yoki tekis kengayishdagi K_{yum} qiymatlari orqali aniqlanadi. K_{yum} qiymatlari 4.13 –jadvalda berilgan. Diffuzorning qarshilik koefitsientini topishda $\frac{\xi_{ishq}}{\lambda}$ uchun berilgan 4.14 – jadvaldan foydalanladi.

**Tekis kengayishdagi yumshatish koeffitsienti K_{yum} -ning
qiymatlari**

4.13 -jadval

α^0	2	4	6	8	10	12	15	20	25	30	40	45
K_{yum}	0,02	0,05	0,1	0,14	0,16	0,22	0,3	0,42	0,62	0,72	0,85	1

Diffuzorning qarshilik koeffitsientini topish uchun

$\frac{\xi_{ishq}}{\lambda}$ **qiymatlari**

4.14 -jadval

D_1/D_2	Konuslik burchagi α^0					
	2	4	8	15	30	45
0,9	3,8	1,8	0,9	0,5	0,3	0,2
0,8	10,2	5,1	2,7	1,5	0,7	0,5
0,7	22,5	11,3	5,8	2,9	1,7	0,8
0,6	47,9	23,9	12,4	6,2	3,1	2,3
0,5	107,2	54,3	27,2	14,4	8	4,8
0,4	269	13,6	66,2	35,1	19,5	11,7
0,3	870	411	221	110	61,3	36,8

Zadvijkalar, jo'mraklar, zatvorlar va klapanlar

Zadvijkalardagi mahalliy qarshilik koeffitsienti $\frac{h}{D}$ ga bog'liq bo'ladi. h -ochilish balandligi; D -quvurining diametri.

Turli xil zadvijkalar uchun $\frac{h}{D}$ ning qiymati 4.15-jadvalda berilgan.

ζ_3 zadvijskadagi qarshilik koeffitsienti

4.15–jadval

Zadvijska turi	Ochilish darajasi $\frac{h}{D}$									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Ludlo	-	46	22	12	5,3	2,8	1,5	0,8	0,3	0,15
Moskva	1000	180	65	33	19	12	7,4	4,0	1,8	0,75
Parallel cho'yanli: $\frac{D_3}{D}=1$	220	35	11	4,7	2,4	1,35	0,69	0,33	-	-
$\frac{D_3}{D}=1,25$	225	40	14	6	3	1,6	0,95	0,5	0,23	0,2
$\frac{D_3}{D}=1,5$	500	80	30	14,5	7,5	4,5	2,8	1,65	0,6	0,3
Oddiy silindr quvurli	-	35	10	4,6	2,06	0,98	0,44	0,17	0,06	0,05
Oddiy to'rtburchak quvurli	193	44,5	17,8	8,12	4,02	2,08	0,95	0,39	0,09	-

To'g'ri zatvorli jo'mraklarda $\zeta = 2 \dots 5$, qiyshiq zatvorli jo'mraklarda $\zeta = 0,4 \dots 2$.

Drosselli zatvor, probkali kran va sharsimon klapanlar uchun qarshilik koeffitsienti aylanish burchagiga bog'liq holda 4.16 – jadvalda berilgan qiymatlar orqali aniqlanadi.

Yopish qurilmalarining qarshilik koeffitsientlari

4.16–jadval

Qopqoqli qurilmalar turlari	Aylanish burchagi φ											
	10	15	20	25	30	40	45	50	55	60	65	70
Drosselli zatvor	0,52	0,9	1,54	2,51	3,91	10,8	18,7	32,6	58,8	118	256	751
Probkali zatvor	0,31	0,88	1,84	3,45	6,15	20,7	41	95	275	-	-	-

Sharnirli zatvor	-	90	62	30	30	14	9,5	6,6	4,6	3,2	3,2	1,7
---------------------	---	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

So'ruvchi klapan va teskari klapanlardagi qarshilik koeffitsienti qiymatlari 4.17 –jadvalda berilgan.

Klapanlarning qarshilik koeffitsientlari

4.17-jadval

Qurilma turi	Quvurning diametri D , mm										
	50	75	100	150	200	250	300	350	400	500	750
Soʻruvchi toʻrli klapan	10	8,5	7	6	5,2	4,4	3,7	3,4	3,1	2,5	1,6
Teskari klapan	18	11	8	6,5	5,5	4,5	3,5	3,0	2,5	1,8	-

To'rlı filtrlar

To'rlı filtrlardagi qarshilik koeffitsienti quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\zeta_{t,f} = \frac{1}{\left[0,14 + 0,71 \lg \left(\text{Re} \sqrt{\zeta_{t,f}}\right)\right]^p},$$

bu yerda: $\text{Re} = \frac{Q}{2\pi \cdot n \cdot \nu \cdot \omega}$; n -bir birlik uzunlikdagi to'rdagi simlar soni.

To'rlardagi napor yo'qolishi quyidagicha aniqlanishi mumkin:

$$h_{t,f} = \zeta_{t,f} \frac{v_{t,f}^2}{2g} = \zeta_{t,f} \frac{Q^2}{2gA^2\omega^2},$$

bu yerda: A -konsentratsiya koeffitsienti bo'lib, to'r teshiklari yuzasining filtr yuzasiga nisbatini bildiradi.

Suyuqlik ikki fazali bo'lsa va to'rdan o'tayotgandagi massali konsentratsiyasi C bo'lgan qattiq zarrachalardan iborat bo'lsa, A ning t vaqt ichida K marta o'lchami kamayib u quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$K = 1 - 0,8 \frac{CQ \cdot t \cdot n}{\rho_{q,z} A^2 \omega},$$

bu yerda: $\rho_{q.z}$ -qattiq zarrachalarning o'rtacha zichligi.

Quvurdagi payvand choklari

Payvand chokli quvurlar uchun qarshilik koeffitsienti quyidagi formuladan aniqlanadi

$$\zeta_{p.ch} = 13,8 \left(\frac{\Delta_e}{D} \right)^{3/2},$$

bu yerda: Δ_e -payvand chokining ekvivalent balandligi. 4.18-jadvalda quvur diametri va payvandlash texnologiyasiga mos ravishda $\zeta_{p.ch}$ payvand choki koeffitsienti qiymatlari berilgan.

Payvand chokidagi qarshilik koeffitsienti $\zeta_{p.ch}$

4.18-jadval

Chok turlari	Quvurning diametri D , mm							
	200	300	400	500	600	700	800	900
Halqa qo'yish bilan $\Delta_e = 5mm$	0,06	0,03	0,018	0,013	0,009	0,007	0,006	0,005
Elektr yoy va kontaktli $\Delta_e = 3mm$	0,026	0,0135	0,009	0,006	0,004	0,0028	0,0023	0,002

Payvand choki qarshilik koeffitsientini e'tiborga olib, ishqalanish koeffitsientini quyidagi formula bilan aniqlanadi:

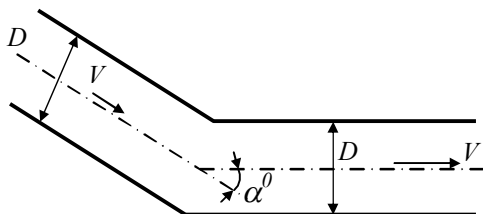
$$\lambda_{p.ch} = K\lambda,$$

bu yerda: λ -choksiz quvurning gidravlik qarshilik koeffitsienti; K – payvand choki ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsient bo'lib u quyidagicha aniqlanadi

$$K = 1 + \frac{\zeta_{p.ch}}{\lambda} \cdot \frac{D}{l}$$

l -choklar orasidagi masofa.

Aylana va kvadratik quvurlarning keskin burilishi



Quvurlarning keskin burilishida burchakning o'zgarishiga qarab qarshilik koeffitsientining qiymatlari 4.19-jadvalda berilgan.

Keskin burilishdagi qarshilik koeffitsienti

4.19-jadval

α^0	0	30	45	60	75	90	110	130	150	180
$\xi_{k.bur}$	1	0,155	0,318	0,555	0,806	1,19	1,87	2,6	3,2	3,6

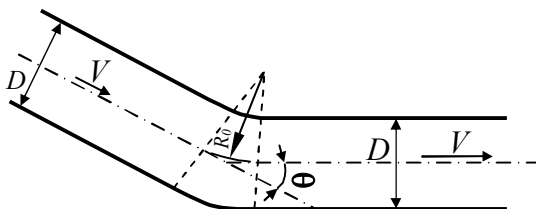
Agar quvur to'g'ri to'rtburchakli bo'lganda $a \times b$ (b - burilishda hosil bo'lgan tekislikdagi kattalik). $\xi_{k.bur}$ -koeffitsienti C_1 ga ko'paytirib topiladi. C_1 ning qiymatlarini $\frac{a}{b}$ ni o'zgarishidagi kattaliklari 4.20-jadvalda berilgan.

To'g'ri burchakli quvurlarda $\xi_{k.bur}$ qiymatini aniqlash uchun C_1 koeffitsientlari

4.20-jadval

$\frac{a}{b}$	$\geq 7,8$	6	4	2	1	0,5	0,25
C_1	0,71	0,72	0,77	0,9	1	1,06	1,1

Quvurlarning tekis burilishi



Dumaloq quvurlarning tekis burilishida qarshilik koeffitsienti quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\zeta_{t.bur} = \zeta_{90^0} a,$$

bu yerda: a -koeffitsient burilish burchagiga bog'liq bo'lib, quyidagi 4.21-jadvaldan uning qiymatlari olinadi.

**Dumaloq quvurlarda $\zeta_{t.bur}$ qiymatini aniqlash uchun
 a koeffitsient qiymatlari**

4.21-jadval

α^0	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180
a	0,4	0,55	0,65	0,75	0,83	0,88	0,95	1	1,05	1,13	1,2	1,27	1,33

ζ_{90^0} - 90^0 burchak ostidagi burilishdagi qarshilik koeffitsienti quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\zeta_{90^0} = 0,02(100\lambda)^{2,5} + 0,106 \left[\frac{D}{R_{bur}} \right]^{2,5},$$

bu yerda: D -quvur diametri; R_{bur} - burilish radiusi; λ - ishqalanishdagi gidravlik qarshilik koeffitsienti bo'lib u 4.22-jadvaldan aniqlanadi.

**Dumaloq quvurlardagi 90^0 burchak ostidagi tekis burilishdagi
gidravlik qarshilik koeffitsienti**

4.22-jadval

λ	$\frac{D}{R_{bur}}$ qiymatlari				
	1	0,8	0,6	0,4	$\geq 0,2$
0,015	0,16	0,12	0,08	0,07	0,06
0,02	0,22	0,17	0,14	0,12	0,11
0,025	0,3	0,26	0,23	0,21	0,2
0,03	0,42	0,37	0,34	0,32	0,31
0,035	0,56	0,52	0,44	0,47	0,46
0,04	0,75	0,7	0,67	0,67	0,64

To'g'ri to'rtburchakli quvurlarning tekis burilishidagi qarshilik koeffitsienti yuqorida keltirilgan $\zeta_{t.bur.} = \zeta_{90^0} a$ formula yordamida topiladi. Bu joyda ζ_{90^0} qarshilik koeffitsienti quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\zeta_{90^0} = 0,214 + 3,1 \left(\frac{b}{2R_{bur}} \right)^{3,5},$$

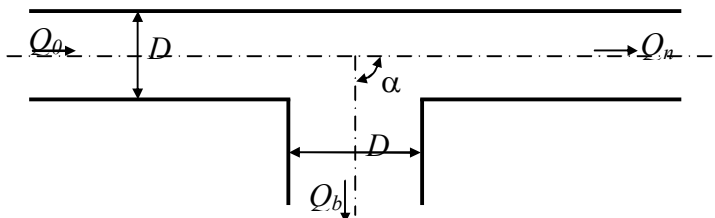
bu yerda: b - burilish tekisligidagi kenglik; R_{bur} - burilish radiusi. ζ_{90^0} qiymatlari 4.23-jadvalda keltirilgan.

To'g'ri burchakli quvurlarda ξ_{90^0} -ning qiymatlari

4.23-jadval

$\frac{b}{2R_{bur}}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
ξ_{90^0}	0,12	0,14	0,18	0,25	0,4	0,64	1,02	1,55	2,27	3,22

Oqimning bo'linishida va quyilishi (birlashishi)da naporning yo'qolishi



To'g'ri burchak ostidagi uchlik (troynik)dan oqimning bo'linishida $\zeta_{bo'l}$ -qarshilik koeffitsienti boshidagi Q_0 va bo'linishdagi $Q_{bo'l}$ -sarflariga bog'liq va ular qiymatlari 4.24-jadval yordamida aniqlanadi.

Oqimning ξ_{90° burilishidagi to'g'ri quvurdagi qarshilik koeffitsientlari qiymatlari

4.24-jadval

Uchlik (troynik) turlari	$\frac{Q_{bo'l}}{Q_0}$							
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
Standart	0,7	0,7	0,8	0,9	1,2	1,7	3	6,1
Payvanlangan	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,6	1	2,1

Bo'lingandagi qarshilik koeffitsienti $\zeta_{bo'l}$ uchlik (troynik) turiga va quvur diametrlariga hamda suyuqlik sarfi nisbatlari $\frac{Q_0}{Q_{bo'l}}$ ga va burchakka bog'liq.

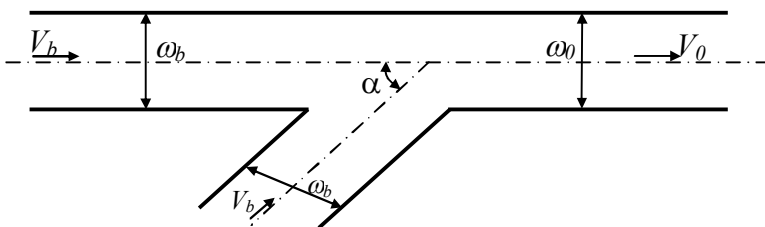
Uchlik uchun $\zeta_{bo'l}$ koeffitsient qiymatlari quyidagi 4.25-jadvalda keltirilgan.

Oqim bo'linishida $\zeta_{bo'l}$ qarshilik koeffitsientining qiymatlari

4.25-jadval

$\frac{D_{bo'l}}{D_0}$	$\frac{Q_{bo'l}}{Q_0}$									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
standart uchliklar										
1	101	26	12,3	7,5	5,2	4	3,2	2,8	2,4	2,2
0,875	59	15,7	7,7	4,9	3,5	2,8	2,4	2,1	1,9	1,8
0,77	36	10	5,1	3,4	2,5	2,2	1,9	1,8	1,7	1,6
0,66	20	6	3,3	2,4	1,9	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
0,6	14,2	4,4	2,7	2,0	1,7	1,6	1,5	1,4	1,4	1,3
0,5	7,5	2,8	1,9	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2
0,4	3,8	1,8	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2
0,3	2	1,5	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
0,2	1,24	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
payvandlangan uchliklar (troynik)										
1	100	25	11,4	6,6	4,3	3,1	2,3	1,9	1,5	1,3
0,875	58	14,8	6,8	4,0	2,6	2,1	1,7	1,6	1,2	1,1
0,77	35	9,1	4,2	2,5	1,7	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0
0,66	19,9	5,7	3,0	2,1	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0
0,6	13,9	4,1	2,3	1,7	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0
0,5	7,1	2,4	1,6	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9
0,4	3,4	1,5	1,2	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
0,3	1,7	1,1	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
0,2	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9

Oqimlarning birlashuvi



Bu holda naporning yo'qolishi to'g'ri to'rtburchak ostida quyilishi quyidagi formula yordamida aniqlanadi. To'g'ridan-to'g'ri oqayotgan quvurdagi naporning yo'qolishi

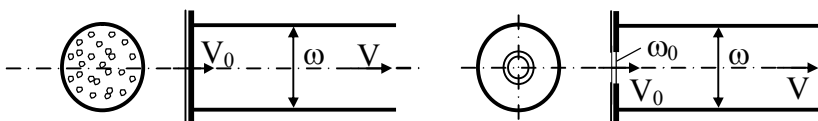
$$h_{t.oq.} = \frac{\left(g_0^2 + g_b^2 - 2 \frac{\omega_b}{\omega_0} g_b^2 - 2 \frac{\omega_b}{\omega_0} g_0^2 \cos \alpha \right)}{2g}.$$

Yonboshdan quyilayotgan oqim uchun

$$h_{quy} = \frac{\left(g_0^2 + g_{quy}^2 - 2 \frac{\omega_b}{\omega_0} g_b^2 - 2 \frac{\omega_{quy}}{\omega_0} g_0^2 \cos \alpha \right)}{2g},$$

bu yerda: $\omega_b, \omega_0, \omega_{quy}$ - oqimning ko'ndalang kesimi bo'lib, tegishlicha boshi, davomi va quyilishi; g_b, g_0, g_{quy} - oqim boshidagi, davomidagi va quyilishdagi tezliklar; α - ulanish burchagi.

Shayba yoki chetlari o'tkir teshikli to'rlardan quvurga to'g'ri kirayotgan suyuqliklar



Tekis to'r va shaybalarning qarshilik koeffitsientlarini tegishlicha $\zeta_{t.t.}, \zeta_{sh}$ bilan belgilab qiymatlarini suyuqlik

ko'ndalang kesimlari nisbatiga, ya'ni ω_0/ω bog'liq holda quyidagi 4.26 va 4.27-jadvallarda berilgan.

Tekis to'rlar uchun $\zeta_{t.t.}$ qarshilik koeffitsientining qiymatlari

4.26-jadval

$\frac{\omega_0}{\omega}$	0,005	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,4 0	0,4 5
$\zeta_{t.t.}$	1100	258	98	57	38	24	15	11	7,8

Shaybalarning qarshilik koeffitsienti - ζ_{sh} ning qiymatlari

4.27-jadval

$\frac{\omega_0}{\omega}$	0,5	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,90	1,0
ζ_{sh}	5,8	4,4	3,5	2,6	2,0	1,7	1,3	0,8	0,5

Kvadrat shakldagi to'rlar uchun qarshilik koeffitsienti

Bu hol uchun qarshilik koeffitsientini $\zeta_{kv.t}$ deb belgilab, quyidagi formula yordamida uning qiymatlarini aniqlaymiz:

$$\zeta_{kv.t} = (92 - 78m) \text{Re}_a + 0,7(1,05 - m),$$

bu yerda: $m = \frac{a^2}{l^2}$ - to'r teshiklarining o'tkazuvchanlik koeffitsienti (a - teshiklar o'lchami, l - to'r qadami)

$$\text{Re}_a = \frac{9a}{v}$$

Taqribiy hisoblar uchun quyidagi qarshilik hosil qiluvchi quvurlar qarshilik koeffitsientlari

4.28-jadval

Qarshilik turlari	Qarshilik koeffitsientlari
O'tkir burchak orqali kirish	0,5
Quvurga tekis kirish	0,2
Keskin kengayish $D_2 > D_1$	$h_j = \zeta_j \frac{g^2}{2g}$ da

	$\zeta = \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} - 1 \right)^2$
Keskin torayish $D_2 < D_1$	$h_j = \zeta_j \frac{g^2}{2g}$ da $\zeta = 0,5$
O'tkazuvchi konus ($D_2 \approx 2D_1$)	0,5
O'tkazuvchi konus ($D_2 \approx 0,5D_1$)	0,2
90° li keskin burilish	1,2
90° li tekis burilish	0,15
Quvurdan chiqishda suyuqlikka kirish	1,0
Diskli klapan to'liq ochilganda	0,10
Zadvijka to'liq ochilganda	0,05
Har xil kranlar to'liq ochilganda	5,0
Nasoslarga o'rnatilgan to'rli so'ruvchi klapan	10,0
O'tkir burchak ostida kanalga kirish	0,40
Kanalning tekis kengayishi ($\omega_2 > \omega_1$)	$\zeta = \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} - 1 \right)^2$
Kanalning tekis torayishi ($\omega_2 < \omega_1$)	0,10

Suyuqlik o'tkazuvchi quvur va kanallarni kerakli naporlar uchun loyihalash ishlari bajariladi. Ular laboratoriyada modellashtirilgan holatda, tajriba yordamida hisob-kitob qilinadi. Yuqorida keltirilgan natijalar asosan turbulent harakatning kvadratik zonasida, gidravlik qarshilik ko'effitsientiga qovushqoqlik ko'effitsientining ta'siri juda kichik bo'lgan holda Re soni juda katta bo'lganda olingan natijalarga to'g'ri keladi.

Qovushqoqlik ko'effitsienti hamda Re sonining kichik qiymatlarida ham mahalliy qarshiliklar ko'effitsientining ta'siri katta bo'ladi. Bu hol uchun A.D. Altshul formulasidan foydalanish maqsadga muvofiqdir:

$$\zeta = \frac{A}{Re} + \zeta_{kv},$$

bu yerda: A - koefitsient qiymatlari 4.29 -jadvalda berilgan mahalliy qarshilik hosil qiluvchi suyuqlik o'tkazuvchilarning turlariga bog'liq. ζ_{kv} - yuqorida keltirilgan formulalar yordamida topiladigan mahalliy qarshilik koefitsienti.

Qarshilik koefitsientiga qarab A koefitsientning o'zgarishi

4.29-jadval

Qarshilik turlari	A qiymati
Keskin kengayish	30
Probkali kran	150
Oddiy ventil (jo'mrak)	3000
Zoldirli klapan	5000
90° li tirsak	600
Uchlik (troynik)	150
Zadvijka to'liq ochiq	75
Diafragma ($D_D^2/D^2 = 0,64$)	70
Diafragma ($D_D^2/D^2 = 0,4$)	120
Diafragma ($D_D^2/D^2 = 0,16$)	500
Konfuzor	3200
Ventil to'liq ochiq	100.....200

Mahalliy qarshiliklarning o'zaro ta'siri

Ikkita ketma-ket joylashgan mahalliy qarshiliklar o'zaro yaqin bo'lsa, ularning tezlik taqsimotiga ta'siri kuchli bo'ladi. Shuning uchun ham bitta mahalliy qarshilikni hisoblash formulasi bilan yoki jadvalda keltirilgan ma'lumotlar asosida aniqlangan mahalliy qarshiliklar koefitsienti o'rinli bo'lmay qoladi.

Mahalliy qarshiliklarning o'zaro ta'sirlashuvuni hisobga oluvchi masofa l A.D. Altshul formulasi yordamida topiladi.

$$l_{ot} = 0,5D \frac{\zeta_{kv}}{\lambda}$$

yoki taqribiy qiymati $l_{ot} = (40....60)D$ yordamida topiladi.

l_{ot} masofadan kichik bo'lgan hollarda ikki mahalliy qarshilik

koeffitsientining o'zaro ta'siri quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$\zeta_{1-2} = (\zeta_1 + \zeta_2)k,$$

k - koeffitsient qiymati 4.30 – jadval yordamidan aniqlanadi.

k koeffitsientning mahalliy qarshiliklar o'zaro ta'siridan o'zgarishi

4.30–jadval

Berkitish qurilmalari	$\frac{l}{D}$						
	0	10	20	30	40	50	60
To'g'ri	0,6	0,72	0,82	0,9	0,96	0,99	1
To'g'ri bo'lmagan	0,93	0,95	0,97	0,98	0,99	1	1

To'g'ri berkitish qurilmasida

$$k = 0,6 - 11,1 \cdot 10^{-6} \frac{l^2}{D^2} + 1335 \frac{l}{D} 10^{-5}$$

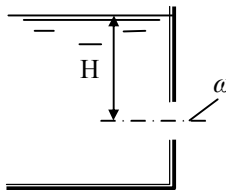
Egri (to'g'ri bo'lmagan) berkitish qurilmasida esa

$$k = 0,925 - 2085 \cdot 10^{-8} \frac{l^2}{D^2} + 25 \cdot 10^{-4} \frac{l}{D}$$

yoki maxsus tajriba natijalari orqali aniqlanadi.

5. NAYCHA VA TESHIKLARDAN SUYUQLIKLARNING OQISHI

5.1. Suyuqliklarning kichik teshiklardan oqishi



To'liq siqilish

Teshikchadan oqib chiqayotgan suyuqlik sarfi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$Q = \mu_0 \omega \sqrt{2gH},$$

bu yerda: μ_0 - teshikning sarf koeffitsienti; ω - teshik yuzasi;
 H - teshikchaning og'irlik markazidan yuqorisida hosil bo'lgan napor.

Sarf koeffitsienti quyidagiga teng

$$\mu_0 = \varepsilon \varphi ,$$

bu yerda: ε - struyaning siqilish koeffitsienti; φ - tezlik koeffitsienti.

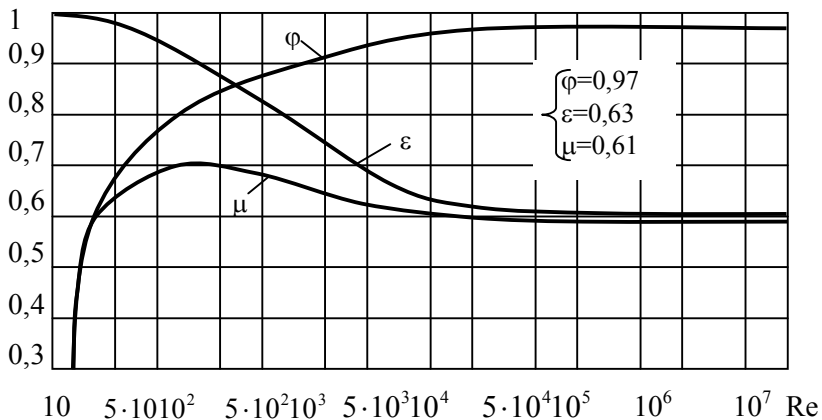
Tajribalardan aniqlanishicha d diametrli struyada $Re \approx 5 \cdot 10^4$ bo'lganda $d_s \approx 0,8d$ bo'lib u holda

$$\varepsilon \approx \frac{\omega_s}{\omega} \approx \left(\frac{d_s}{d} \right)^2 \approx \left(\frac{0,8d}{d} \right)^2 \approx 0,64 ,$$

Re soni katta qiymatlarda $\varepsilon \approx 0,62 = const$.

Tajriba natijalari shuni ko'rsatadiki, agar $Re \geq 10^5$ bo'lsa, tezlik koeffitsienti $\varphi \approx 0,97$ sarf koeffitsienti esa $\mu_0 = \omega \varphi \approx 0,6 \dots 0,62$ oraliqlarda bo'ladi.

Sarf tezlik hamda siqilish koeffitsientlari qiymatlarini Re soni o'zgarishi bilan bo'lgan bog'lanishini quyidagi 5.1-rasmdagi grafikdan ham aniqlash mumkin. Bunda qarshilik koeffitsienti $\zeta = \frac{1}{\varphi^2} - 1 = \frac{1}{0,97^2} - 1 = 0,06$ ko'rinishida aniqlanadi.



5.1-rasm. Mahalliy qarshilik koeffitsientining Reynolds soni orqali o'zgarish grafiqi

Qarshilik ko'effitsienti ζ , Re va φ larga bog'liq qiymatlari 5.1 -jadvalda keltirilgan.

$\zeta = f(Re, \varphi)$ **Qarshilik ko'effitsienti**

5.1-jadval

Re	$5 \cdot 10^2$	$4 \cdot 10^3$	$>10^5$
φ	0,8	0,9	0,97
ζ	0,56	0,23	0,06

To'liq bo'lmagan va chala siqilish

To'liq bo'lmagan siqilishda sarf ko'effitsienti $\mu_{t.b.}$, to'liq bo'lgan siqilishdagi ko'effitsient - μ_0 dan katta bo'ladi. $\mu_{t.b.}$ - sarf ko'effitsientini Re soniga bog'liq holda quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\mu_{t.b.} = \mu_0 \left(1 + 0,4 \frac{\chi'}{\chi} \right),$$

bu yerda: χ' - teshikning siqilish yo'q bo'lgan qismi perimetri; χ - teshikning perimetri; μ_0 - to'liq siqilishdagi sarf ko'effitsienti.

Chala siqilishdagi sarf ko'effitsienti quyidagi formuladan topiladi:

$$\mu_{ch} = \mu_0 \left(1 + 0,64 \left(\frac{S_0}{S} \right)^2 \right) = \varepsilon_{ch} \varphi,$$

bu yerda: S_0 va S - tegishli teshik va idishning ko'ndalang kesimlari; μ_0 , φ va ε - to'liq siqilishdagi sarf, tezlik va siqilish ko'effitsientlari.

$$\varepsilon_{ch} = \varepsilon + 0,37 \left(\frac{S_0}{S} \right)^2.$$

5.2. Katta teshiklardan suyuqlikning oqishi

Napor balandlik bo'yicha o'zgaruvchan bo'lganda katta teshikdan oqib chiqish sarf koeffitsienti μ teshikning shakliga bog'liq bo'ladi (5.2-jadval).

Katta teshik uchun sarf koeffitsienti μ ning qiymatlari

5.2-jadval

Teshik turi	sarf koeffitsienti μ
Chala, lekin hamma tomondan siqilgan katta teshik	0,7
Tagidan teshik teshilgan siqilishga ega emas:	
- yonboshdan siqilgandagi katta teshik	0,65....0,7
- yonboshdan siqilgandagi o'rtacha teshik	0,7.....0,75
- siqilish juda tekis bo'lgan yonbosh siqilish	0,8....0,85
- hamma tomondan juda tekis siqilganda	0,9

5.3. Suyuqliklarning naychalardan oqishi

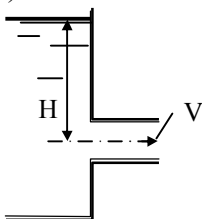
Naychalardan suyuqliklarning oqishida sarfni hisoblash formulasi quyidagicha

$$Q = \mu_n \omega \sqrt{2gH},$$

bu yerda: μ_n - naychaning sarf koeffitsienti; H - naychaning chiqish qismi markazidan yuqorida bo'lgan napor.

Naychalarda chiqishda struya siqilishga ega bo'lmaganligi uchun $\mu_n = \varphi_n$.

Tashqi silindrik shakldagi gorizontal naycha (Venturi naychasi)



$$\varphi_n = \mu_n = 0,82;$$

$$\zeta = 0,5; \varepsilon_{chiq} = 1,0$$

Kichik qiymatli Re soni uchun $\mu_n = f(Re)$ qiymatlari quyidagi 5.3-jadvalda berilgan.

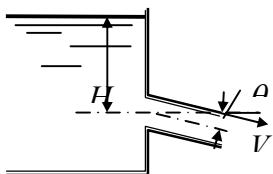
μ_n ning Re soniga bog'liqligi

5.3-jadval

Re	10^3	$5 \cdot 10^3$	$\geq 10^4$
μ_n	0,73	0,80	0,82

Tashqi silindrik qiya naycha

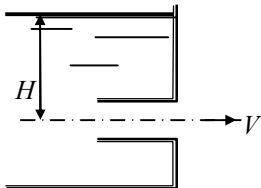
Bunday naychalar uchun qarshilik koeffitsienti quyidagi formula bilan ifodalanadi



$$\zeta_{k.n} = 0,5 + 0,303 \sin \theta + 0,226 \sin^2 \theta$$

$$\mu_n = \varphi_n = \frac{1}{\sqrt{1 + \zeta_{k.n}}}$$

Ichki silindrik naychalar (Bord naychasi)

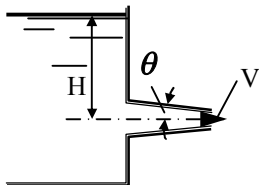


$$\zeta_n = 1,0$$

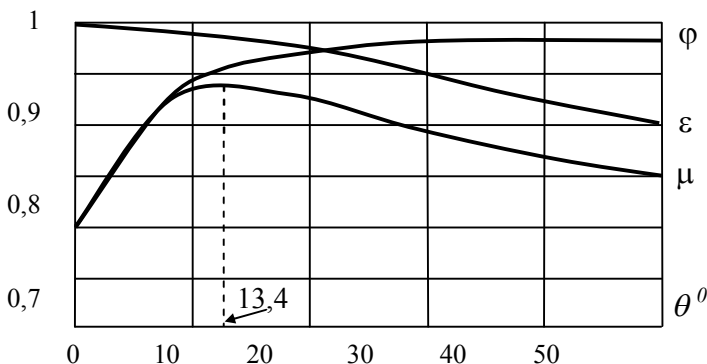
$$\varphi_n = \mu_n = 0,71$$

$$\varepsilon_{chiq} = 1,0.$$

Tashqi, torayuvchi silindrik naycha

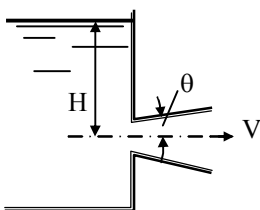


Bu hol uchun $\mu, \varphi, \varepsilon$ konuslik burchagi θ ga bog'liq. μ koeffitsient $\theta = 13,4^\circ$ da maksimum qiymatga ega bo'ladi



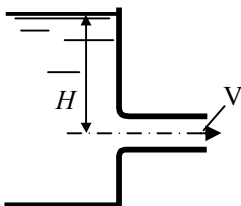
5.2-rasm. μ , ϕ , ε larning burchak θ bog'liqlik grafigi

Tashqi silindrik kengayuvchi naycha



Vakuum bo'lib qolmaslik uchun konuslik burchagini $\theta = 5...7^\circ$ qilib olinadi. U holda $\mu = \phi$.

Tashqi silindrik konussimon naycha



Bunday naychalar uchun suyuqlik kirishi oqib chiquvchi struya shaklida bo'ladi, Re soni katta qiymatida koeffitsientlar $\mu = \phi = 0,97...0,98$.

Bir xildagi ko'ndalang kesim yuzaga hamda naporga ega bo'lgan naychalardan va teshiklardan oqayotgan suyuqlik rejimi turbulent, ya'ni Re soni katta qiymatga ega bo'lgandagi teshik va naychalarning gidravlik tavsiflari 5.4.- jadvalda berilgan.

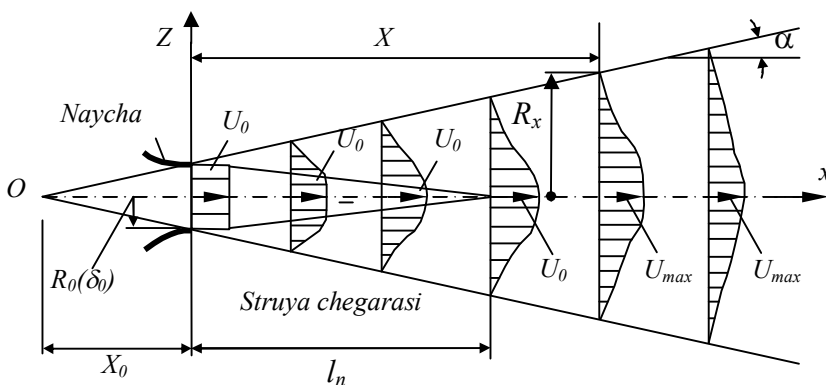
Kichik teshik va naychalarning gidravlik tavsiflari

5.4-jadval

Qurilma turi	φ	μ	$\zeta = \frac{1}{\varphi^2} - 1$
Yupqa devordagi teshik	0,97	0,62	0,06
Tashqi silindrik naycha	0,82	0,82	0,49
Ichki silindrik naycha	0,71	0,71	1,0
Yaqinlashuvchi konussimon naycha	0,97	0,95	0,06
Qochuvchi konussimon naycha	0,45...0,50	0,45...0,50	4,0...3,0
Konussimon naycha	0,97	0,97	0,06

5.4. Erkin struya

Erkin struyalar devordagi teshikdan oqib chiqayotganda tashqaridagi suyuqlik bilan ko'milgan va ko'milmagan holatlarda bo'ladi (5.3-5.4 -rasmlar).

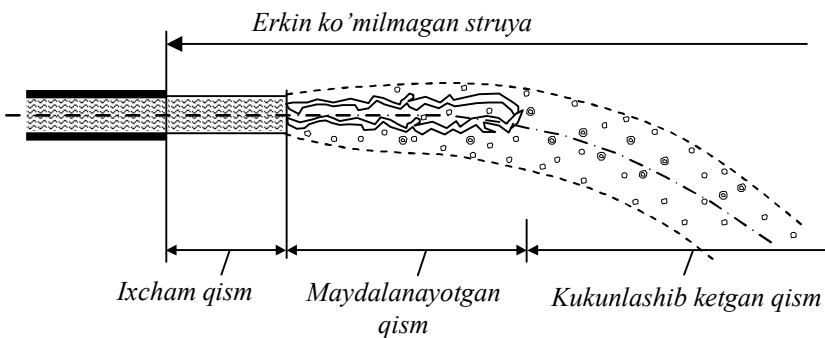


5.3-rasm. Turbulent struyaning suyuqlik bilan ko'milgan holatdagi chizmasi

Cho'ktirgan turbulent struyalar uchun hisob bog'lamlari

5.5–jadval

Hisoblash parametrlari	Struya turlari	
	Asimmetrik	Silliq
Soplo kesimidan struya qutibigacha bo'lgan masofa	$x_0 = 0,29 \frac{R_0}{a}$	$x_0 = 0,41 \frac{b_0}{a}$
Boshlang'ich uchastka masofasi (Soplo kesimidan)	$l_n = 0,67 \frac{R_0}{a}$	$l_n = 1,03 \frac{b_0}{a}$
Kengaygan oqimning yarmiga teng bo'lgan burchak tangensi	$tg\alpha = 3,4a$	$tg\alpha = 2,4a$
Asosiy uchastkadagi struya o'qidan struya chegarasigacha bo'lgan masofa	$R_1 = 3,3R_0 \frac{u_0}{u_{\max}}$	$b_1 = 2,4b_0 \frac{u_0}{u_{\max}}$
Boshlang'ich kesimdan X masofadagi uzoqlik	$R_x = \left(3,4 \frac{ax}{R_0} + 1\right) R_0$	$b_x = \left(3,4 \frac{ax}{b_0} + 1\right) b_0$
Asosiy uchastka struya o'qidagi tezlikning so'nishi	$\frac{u_{\max}}{u_0} = \frac{0,96}{\frac{al}{R_0} + 0,29}$	$\frac{u_{\max}}{u_0} = \frac{1,2}{\sqrt{\frac{al}{b_0}} + 0,41}$
Chiqish kesimidagi oqim strukturasini hisobga olgandagi koeffitsient	$a \approx 0,07...0,08$	$a \approx 0,09...0,12$
Ko'ndalang kesimda tezlikning o'zgarishi	$u_z = u_{\max} \left[1 - \left(\frac{z}{R}\right)^{\frac{3}{2}}\right]^2$	$u_z = u_{\max} \left[1 - \left(\frac{z}{b}\right)^{\frac{3}{2}}\right]^2$
Struya massasining o'zgarishi	$\frac{M_x - M_0}{M_0} = 2,3 \frac{al}{R_0}$	$\frac{M_x - M_0}{M_0} = 1,5 \sqrt{\frac{al}{2b_0}}$
Struya energiyasining o'zgarishi	$\frac{E_x}{E_0} = 0,56 \frac{R_0}{al}$	$\frac{E_x}{E_0} = 0,64 \sqrt{\frac{2b_0}{al}}$



5.4-rasm. Turbulent struyaning suyuqlik bilan komilmagan holatdagi chizmasi

Vertikal struyaning balandligi h_o ni quyidagi formula orqali aniqlash mumkin.

$$h_{tik} = \frac{H}{1 + \psi H},$$

bu yerda: $H = \frac{g^2}{2g}$ - tezlik dami (g - chiqishdagi tezlik); ψ - tajribadan olingan koeffitsient bo'lib quyidagi formula orqali aniqlanadi

$$\psi = \frac{0,25}{d + 0,001 d^3},$$

bu yerda: d - naycha diametri, mm.

Yuqorida keltirilgan formuladan hisoblangan ψ ning qiymatlari 5.6 - jadvalda keltirilgan.

$\psi = f(d)$ koeffitsientlari

5.6-jadval

d , mm	10	13	16	19	22	25
ψ	0,0228	0,0165	0,0124	0,0097	0,0077	0,0061

Struya ixcham qismidagi balandlik quyidagi formuladan hisoblab topiladi:

$$h_u = \beta h_{tik} = \beta \frac{H}{1 + \psi H},$$

bu yerda: β -tajriba koeffitsienti bo'lib, struya balandligi h_{tik} ga bog'liq bo'ladi. Amaliyotda qo'llaniladigan β -ning sonli qiymatlari 5.7-jadvalda keltirilgan.

$\beta = f(h)$ koeffitsientlari

5.7-jadval

$h_{tik},$ m	7	9,5	12	14,5	17,2	20	22,9	24,5	26,8	30,5
β	0,840	0,840	0,835	0,825	0,810	0,805	0,790	0,785	0,760	0,725

Egilgan gidromonitor struyasining ixcham qismi uzunligini N.P. Gavirinning empirik formulasidan aniqlash mumkin.

$$l_k = 0,415 \sqrt[3]{\theta d H},$$

bu yerda: d - naycha diametri, mm; H -naychadan chiqishdagi napor, m; θ -gorizontga nisbatan struyaning egilish burchagi, grad.

Oxirgi keltirilgan formula $d = 5...50$ mm, $\theta = 5...32^0$ va $H = 30...80$ m qiymatlarda o'rinli bo'ladi. Struyaning eng uzoqqa tushishi quyidagi qiymatlarda namoyon bo'ladi: $\theta = 30^0$ va $H = 35$ m. shuningdek $\theta = 35^0$ va $H = 10$ m.

Yomg'ir hosil qiluvchi struyani uzoqqa otuvchi apparatlarda struyaning uzunligi quyidagi formula orqali topiladi

$$L = 0,42 H + 1000 d,$$

bu yerda: L - gorizont bo'yicha struyaning eng uzoqqa borishi, m.; H -naychanning chiqishdan oldingi kesimdagi dam(napor), m.; d - naycha diametri, mm.

Yuqorida keltirilgan formula $\frac{H}{D} \geq 1000$ bajarilganda o'rinli hisoblanadi. Apparat aylanganda yomg'ir mashinasining struyasi uzunligi 10...15%-ga kamayadi.

6. KANALLARDAGI NAPORSIZ HARAKAT

Kanallarda suvning tezligi - $\mathcal{G}$ quyidagi Shezi formulasi yordamida aniqlanadi:

$$\mathcal{G} = C\sqrt{Ri},$$

bu yerda: C - Shezi koeffitsienti; R - gidravlik radius; i - qiyalik.

O'rtacha tezlik quyidagi shartni bajarishi kerak

$$\mathcal{G}_{cho'k} < \mathcal{G} < \mathcal{G}_{yuv}$$

bu yerda: $\mathcal{G}_{yuv}$ - yuvmaydigan tezlikning maksimal qiymati (6.1-6.5-jadvallar); $\mathcal{G}_{cho'k}$ -tezlikning cho'kindi hosil qilmaydigan minimal qiymati.

Bir jinsli bog'liqsiz bo'lgan tuproq(grunt)lar uchun tezlikning ruxsat etiladigan yuvmaydigan qiymatlari

6.1-jadval

Tuproq zarralarining oʻrtacha oʻlchami, mm	$\mathcal{G}_{yu}$, m/s				Grunt zarralari- ning oʻrtacha oʻlchami, mm	$\mathcal{G}_{yu}$, m/s			
	oqim chuqurligi h , m					oqim chuqurligi h , m			
	0,5	1,0	3,0	5,0		0,5	1,0	3,0	5,0
0,05	0,52	0,55	0,60	0,62	10,00	1,10	1,23	1,42	1,51
0,15	0,36	0,38	0,42	0,44	15,0	1,26	1,42	1,65	1,76
0,25	0,37	0,39	0,41	0,45	20,00	1,37	1,55	1,84	1,96
0,37	0,38	0,41	0,46	0,48	25,00	1,46	1,65	1,93	2,12
0,5,	0,41	0,44	0,50	0,52	30,00	1,56	1,76	2,10	2,26
0,75	0,47	0,51	0,57	0,59	40,00	1,68	1,93	2,32	2,50
1,00	0,51	0,55	0,62	0,65	75,00	2,01	2,35	2,89	3,14
2,00	0,64	0,70	0,79	0,83	100,00	2,15	2,54	3,14	3,46
2,50	0,69	0,75	0,86	0,90	150,00	2,35	2,84	3,62	3,96
3,00	0,73	0,80	0,91	0,96	200,00	2,47	3,03	3,92	4,31
5,00	0,87	0,96	1,1	1,17	300,00	2,90	3,32	4,40	4,94

Bog'liqli bo'lgan tuproq(grunt)lar uchun tezlikning ruxsat etiladigan yuvmaydigan qiymatlari

6.2–jadval

Hisoblangan solishtirma yopishish 10 ⁵ Pa	g _{yuv} , m/s				Hisoblan gan solishtirma yopishish 10 ⁵ Pa	g _{yuv} , m/s			
	h , m oqim chuqurligida					h , m oqim chuqurligida			
	0,5	1,0	3,0	5,0		0,5	1,0	3,0	5,0
0,005	0,39	0,43	0,49	0,52	0,175	1,21	1,33	1,52	1,60
0,01	0,44	0,48	0,55	0,58	0,20	1,28	1,40	1,60	1,69
0,02	0,52	0,57	0,65	0,69	0,225	1,36	1,48	1,70	1,80
0,03	0,59	0,64	0,74	0,78	0,25	1,42	1,55	1,78	1,88
0,04	0,65	0,71	0,81	0,86	0,30	1,54	1,69	1,94	2,04
0,05	0,71	0,77	0,89	0,98	0,35	1,67	1,83	2,09	2,21
0,075	0,83	0,91	1,04	1,10	0,40	1,79	1,96	2,25	2,38
0,10	0,96	1,04	1,20	1,27	0,45	1,88	2,06	2,35	2,49
0,125	1,03	1,13	1,30	1,37	0,50	1,99	2,17	2,45	2,63
0,15	1,13	1,23	1,41	1,49	0,60	2,16	2,38	2,72	2,83

Mustahkam qirg'oqli kanallarda suvning oqishida g_{yuv} ning qiymatlari

6.3–jadval

Mustahkamlik turlari	Oqimning h , m. chuqurligidagi g_{yuv} qiymatlari			
	$\geq 0,5$	1,0	2,0	3,0
Siqilishga chidamli beton qoplama loyihasidagi beton markalari:				
M100	12,5	13,8	16,0	17,0
M150	14,0	15,6	18,0	19,1
M200	15,6	17,3	20,0	41,2
M300	19,2	21,2	24,6	26,1

Siqilishga mustahkam g'isht devorli loyihasidagi beton aralashma markalari:				
M10	4,3	5,0	6,2	6,7
M25	6,3	7,4	9,1	9,8
M50-150	7,4	8,7	10,7	11,6
Gabion o'lchami 0,5x0,5 m. va katta	4,7	5,5	6,8	7,3
To'qilgan to'rga tosh to'shalgan	3,0	3,5	4,0	4,4
Loy va maydalangan tosh(sheben) yoki 10-15 sm. qalinlikdagi loy va somon bilan suvalgan toshning kattaligi:				
15-20	2,4	2,8	3,5	3,8
20-30	2,8	3,3	4,1	4,4
Ikki qavat tosh bilan suvalgan toshning kattaligi				
15-20	3,0	3,5	4,1	4,7
20-30	3,1	3,7	4,7	5,1
Chimlangan	1,0	1,25	1,5	1,5

**$h = 1\text{ m}$ chuqurlikdagi ϑ_{yuv} ning va urunma kuchlanishning
qiymatlari**

6.4-jadval

Kanal yoni materiallari turi	ϑ_{yuv} , m/s	τ_{yuv} , Pa
Bog'lanmagan		
Mayda zarrali qum $d = 0,25\text{ mm.}$	0,39	0,30
O'rtacha zarrali qum $d = 1,0\text{ mm.}$	0,55	0,68
Katta zarrali qum $d = 3,0\text{ mm.}$	0,80	1,85
Shag'al $d = 15\text{ mm.}$	1,20	7,0
Tosh $d = 100\text{ mm.}$	1,50	14,0
Bog'langan		
Mayday qum va loy aralashmasi	0,54	0,57
Zich tuproq	0,71	1,5
Zich loy	1,05	2,20

Cho'kindi hosil qilmaydigan minimal tezlik ϑ_{yuv} , oqimning loyqaligiga va tuproq zarrachalarining gidravlik kattaligi W ga bog'liq bo'ladi (6.5-jadval).

Toza suvdagi zarralarning cho'kish tezligi (gidravlik kattalik) w
($t=15^0$ va $\rho_{\kappa}=2600 \text{ kg/m}^3$)

6.5-jadval

Grunt fraksiyasi	Qumli						Changsimon (loyqa, oʻrmon chiqindilari)	
	Yirik			Mayda				
d , mm	3,0	1,0	0,5	0,25	0,1	0,05	0,03	0,01
w , sm/s	19,25	9,44	5,40	2,70	0,692	0,173	0,062	0,0007
Re	577,5	94,4	27,0	6,75	0,692	0,0865	0,0186	0,0007

Kanallarni loyihalashda ularning yonbosh devor qiyaliklarini ifodalovchi m - koeffitsientni grunt jinsi va qoplamasiga bog'liq ravishda beriladi (6.6-jadval).

Yonbosh qiyalik balandligi $h \leq 10m$ bo'lganda m ning qiymatlari

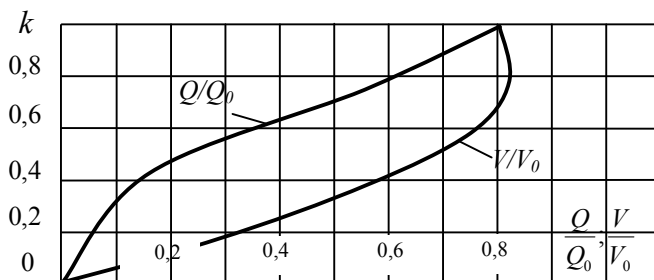
6.6-jadval

Grunt turlari va qoplama ko'rinishi	Yonbosh qiyalik koeffitsienti m
Kichik donador qumli grunt	3...3,5
Mayda va nozik zichlangan grunt	2...2,5
Mayda zich qum va yengil zich tuproq	1,5...2,0
Shag'alli va qum shag'alli grunt	1,5
Og'ir zich tuproq, zich sog' tuproq, oddiy tuproq	1...1,5
Og'ir zich loy	1
Shamol darajasiga bog'liq holda har xil tog' jinslari	0,5...0,10

Yopiq ko'ndalang kesimli kanallarda suyuqlik damsiz, tekis harakatlanayotgan bo'lsa, kanalning to'lganlik darajasi k ni hisobga olib Shezi formulasi yordamida gidravlik elementlar aniqlanadi. 6.1-rasmda doira shakldagi kanalda harakatlanayotgan suyuqlikning

to'lganlik darajasi $k = \frac{h}{D}$ ga bog'liq holda suyuqlikning $\mathcal{Q}$ tezligi va Q sarfi o'zgarish chizmasi berilgan. Bu yerda h -suyuqlik chuqurligi; D -kanal (quvur) diametri.

Chizmadagi $\mathcal{Q}_0$ va Q_0 suyuqlikning o'rtacha tezligi va sarfi bo'lib, kanalda suyuqlik to'liq oqqanda yoki $k=1$ bo'lganda o'lchash ishlari amalga oshiriladi.



6.1-rasm. Tajribadan olingan bog'lanishlar

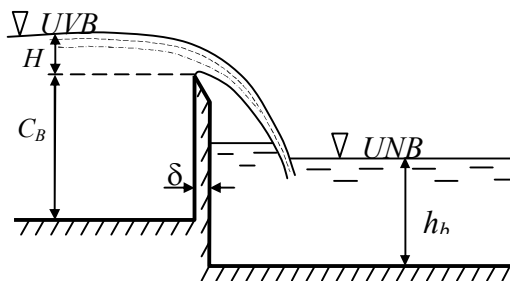
$$\frac{v}{v_0} = f(k) \text{ va } \frac{Q}{Q_0} = f(k)$$

7. SUVOQIZG'ICHLAR

7.1 Yupqa devorli suvoqizg'ichlar

7.1.1. Ko'milmagan suvoqizg'ichlar

To'g'ri burchakli vertikal joylashgan yupqa devorli suyuqlik bilan ko'milmagan suvoqizg'ich erkin holda yonboshdan siqilmaydigan holatda oqmoqda (me'yoriy hol).



7.1- rasm. Yupqa devorli ko'milmagan suvoqizg'ich

Shunday suvoqizg'ichlar uchun suyuqlik sarfi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$Q = m_{m.s.} b \sqrt{2g} H^{\frac{3}{2}},$$

bu yerda: $m_{m.s.}$ - suvoqizg'ichning me'yoriy sarf koeffitsienti; H - suv to'kgichdagi geometrik napor.

Sarf koeffitsienti $m_{m.s.}$ ni topishda $c_s \geq 0,5H$ va $H > 0,1$ m. bo'lganda quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$m_{m.s.} = 0,40 + 0,05 \frac{H}{c_s},$$

Suv to'kgich suyuqlik bilan ko'milmagan hamda yonboshdan siqilish bo'lsa u holda sarf quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$Q = m_0 b \sqrt{2g} H^{\frac{3}{2}},$$

bu yerda: $m_0 = A_1 \cdot A_2$ ga teng bo'lib, o'z navbatida

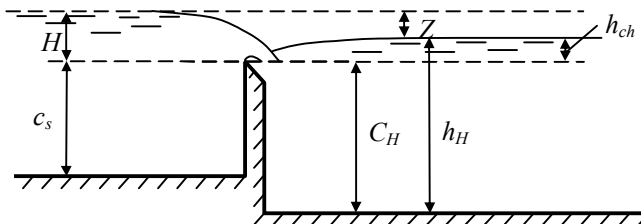
$$A_1 = 0,405 - 0,300 \frac{B_s - b}{B_s}, \quad A_2 = 1 + 0,55 \left(\frac{b}{B_s} \frac{H}{H + c_s} \right)$$

bu yerda: b - suvoqizg'ich teshigining eni; B_s - yuqori byef eni; c_s - suvoqizg'ich devorining yuqori byef tomonidagi balandligi.

7.1.1. Ko'milgan suvoqizg'ichlar

Quyidagi shartlar bajarilganda yupqa devorli suvoqizg'ichlar ko'milgan hisoblanadi (7.2-rasm).

1. Ko'milish chuqurligi h_{ch} musbat ($h_{ch} > 0$) bo'lganda;
2. Quyi byefdagi suyuqlik harakati tinch holatdagi tartibda bo'lganda.



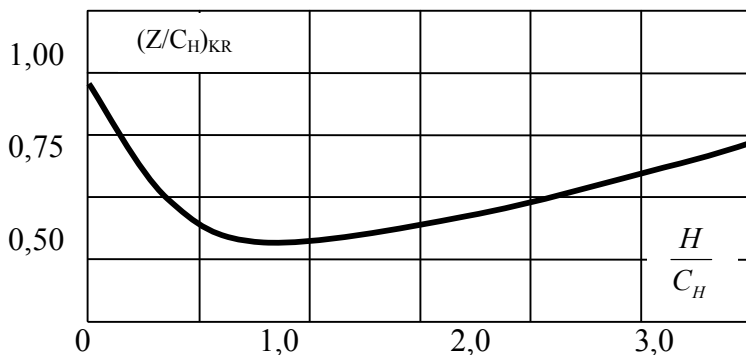
7.2-rasm. Yupqa devorli ko'milgan suvoqizg'ichlar

Burqsigan tartibli harakatda suvoqizg'ichdagi nisbiy chuqurlik quyidagicha bo'ladi

$$\frac{Z}{c_H} > \left(\frac{Z}{c_H} \right)_{kr}$$

bu yerda: $\left(\frac{Z}{c_H} \right)_{kr}$ -nisbiy chuqurlikning o'zgarishidagi kritik qiymat

bo'lib u quyidagi grafikdan aniqlanadi:



7.3-rasm. $\left(\frac{Z}{c_H} \right)_{kr} = f\left(\frac{H}{c_H} \right)$ bog'lanish grafigi

Yonboshdan siqilishga ega bo'lmagan suvoqizg'ich uchun sarf koeffitsienti quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$m_0 = \sigma_{ch} m_{i.s.},$$

bu yerda: σ_{ch} -tajribadan aniqlanadigan cho'ktirish koeffitsienti quyidagi tajribaga asoslangan formuladan aniqlanadi

$$\sigma_{ch} = 1,05 \left(1 + 0,2 \frac{H_K}{c_H} \right) \sqrt[3]{\frac{Z}{H}},$$

bu formula yordamida σ_{ch} ning qiymatlari $\frac{H_K}{c_H}$ va $\frac{Z}{c_H}$ larga bog'liqliklari 7.1-jadvalda berilgan.

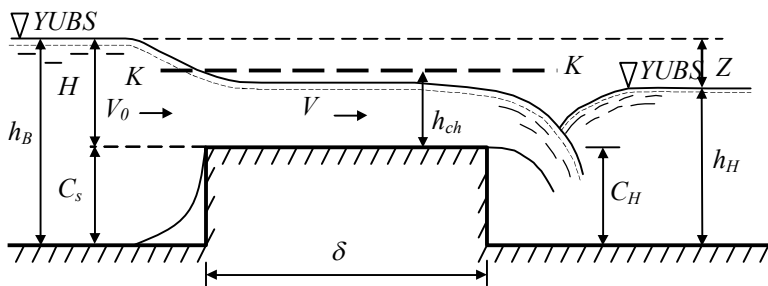
7.1-jadval

$\frac{Z}{c_H}$	$\frac{h_{ch}}{c_H}$										
	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,60	0,80	1,00	1,50
0,05	-	-	0,74	0,68	0,64	0,58	0,54	0,50	0,47	0,45	0,43
0,10	-	0,93	0,85	0,80	0,76	0,70	0,66	0,61	0,58	0,57	0,54
0,15	1,05	0,96	0,90	0,86	0,82	0,77	0,74	0,69	0,66	0,64	0,61
0,20	1,05	0,98	0,94	0,90	0,87	0,82	0,79	0,74	0,71	0,69	0,67
0,30	1,05	1,01	0,97	0,94	0,92	0,88	0,85	0,81	0,79	0,77	0,75
0,40	1,05	1,02	0,99	0,97	0,95	0,92	0,90	0,87	0,84	0,83	0,81
0,50	1,05	1,01	1,01	0,99	0,98	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	-
0,60	1,05	1,03	1,02	1,00	0,99	0,98	0,96	0,93	0,92	0,91	-
0,70	1,05	1,04	1,03	1,01	1,00	0,99	0,98	0,96	0,94	0,94	-

7.2.1. Ko'milmagan suvoqizg'ichlar

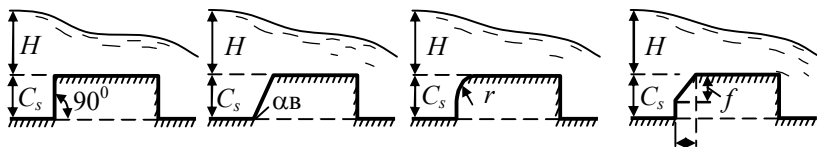
$$Q = \varepsilon m b \sqrt{2gH_0}^{\frac{3}{2}}$$

bu yerda: ε - yonbosh siqilish koeffitsienti; m - sarf koeffitsienti.



7.4 –rasm. Keng zinali ko'milmagan suv oqizg'ich

Sarf koeffitsienti qiymati suvoqizg'ichning kirishdagi qirralari ko'rinishiga bog'liq. 7.5-rasmda keltirilgan suvoqizg'ichlarning sarf koeffitsientlari yonboshdan siqilishga ega bo'lmaganda ($b = B$; $\varepsilon = 1,0$) bo'lgandagi qiymatlari 7.2 va 7.3-jadvallarda berilgan.



7.5 –rasm. Keng zinali turli xil ko'rinishdagi suv oqizg'ichlar

Qirralari turli ko'rinishdagi egriligi vertikal yoki qiya, keng zinali suvoqizg'ichlarning sarf koeffitsienti m

7.2–jadval

$\frac{c_s}{H}$	$ctg \alpha_b$				
	0	0,5	1,0	1,5	$\geq 2,5$
0,0	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385
0,2	0,366	0,372	0,377	0,380	0,382
0,4	0,356	0,365	0,373	0,377	0,381
0,6	0,350	0,361	0,370	0,376	0,380
0,8	0,445	0,357	0,368	0,375	0,379
1,0	0,342	0,355	0,367	0,374	0,378
2,0	0,333	0,349	0,363	0,371	0,377
4,0	0,327	0,345	0,361	0,370	0,376
8,0	0,324	0,343	0,360	0,369	0,376
$>8,0$	0,320	0,340	0,358	0,368	0,375

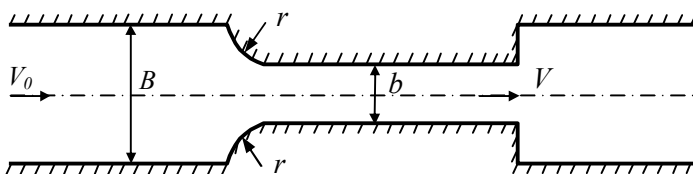
Kirish qismi o'tmas, egri bo'lgan keng zinali suvoqizg'ichlarning sarf koeffitsienti - m

7.3–jadval

$\frac{c_s}{H}$	$\frac{r}{H}$ yoki $\frac{f}{H}$			$\frac{r}{H}$	
	0,025	0,05	0,2	0,6	$\geq 1,0$
0,0	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385
0,2	0,372	0,374	0,377	0,380	0,382

0,4	0,365	0,368	0,374	0,377	0,365
0,6	0,361	0,364	0,370	0,376	0,381
0,8	0,357	0,361	0,368	0,375	0,380
1,0	0,355	0,359	0,366	0,374	0,379
2,0	0,349	0,354	0,363	0,371	0,378
6,0	0,344	0,349	0,359	0,369	0,377
>6,0	0,340	0,346	0,357	0,368	0,376

$\frac{f}{H} > 0,2$ bo'lganda sarf koeffitsienti - m ning qiymatlari 7.2 va 7.3 jadvallarda ko'rsatilgan qiymatlarning chetdagisi nisbatidan olish mumkin.



7.6 rasm. Zinasiz suv oqizg'ichning bir ko'rinishi

Zinasiz tekis suv oqizg'ich uchun sarf koeffitsienti qiymatlari

7.4-jadval

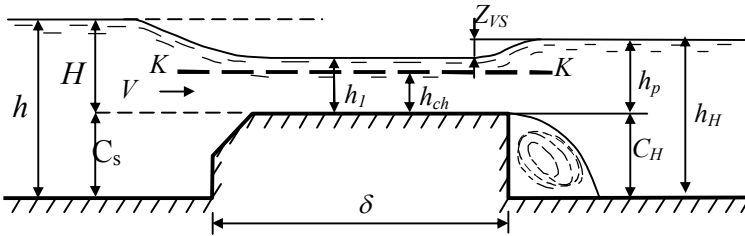
$\frac{b}{B}$	$\frac{r}{b}$						
	0	0,05	0,10	0,20	0,30	0,40	$\geq 0,50$
0,0	0,320	0,335	0,342	0,349	0,354	0,357	0,360
0,1	0,322	0,337	0,344	0,350	0,355	0,358	0,361
0,2	0,324	0,338	0,345	0,351	0,356	0,359	0,362
0,3	0,327	0,340	0,347	0,353	0,357	0,360	0,363
0,4	0,330	0,343	0,349	0,355	0,359	0,362	0,364
0,5	0,334	0,346	0,352	0,357	0,361	0,363	0,366
0,6	0,340	0,350	0,354	0,360	0,363	-	-
0,7	0,346	0,355	0,359	0,363	-	-	-
0,8	0,355	0,362	0,365	-	-	-	-
0,9	0,367	0,371	-	-	-	-	-
1,0	0,385	-	-	-	-	-	-

7.2.2. Ko'milgan suvoqizg'ichlar

Keng zinali ko'milgan suvoqizg'ichlarda (7.7-rasm) suyuqlik sarfi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$Q = \varphi_{ch} b h_1 \sqrt{2 g (H_0 - h_1)},$$

bu yerda: φ_{ch} - ko'milgan suvoqizg'ichning tezlik koeffitsienti; h_1 - zina ustidagi suyuqlik chuqurligi.



7.7 rasm. Keng zinali ko'milgan suv oqizg'ich

Tezlik koeffitsienti φ_{ch} qiymati $\varepsilon \cdot m$ larning ko'paytmasiga bog'liq holda 7.5-jadvalda berilgan.

Keng zinali ko'milgan suvoqizg'ich uchun tezlik koeffitsienti

7.5-jadval

$\varepsilon \cdot m$	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38
φ_{ch}	0,96	0,90	0,84	0,77	0,99

ε - yonbosh siqilish koeffitsienti suv oqizg'ich ko'rinishiga va kirish qismining teshigiga bog'liq bo'ladi. Taqribiy hisoblarda esa quyidagi formuladan foydalanish mumkin

$$\varepsilon = 1 - 0,2 \xi_{kich} \frac{H_0}{b},$$

bu yerda: ξ_{kich} - kichrayish koeffitsienti bo'lib, egri sirt bilan to'silgan zina uchun $\approx 0,7$ ga teng. Vertikal qovurg'ali egrilanmagan zina uchun $\xi_{kich} = 1$. Boshqa holda ε ning qiymatlarini [8]dan olish

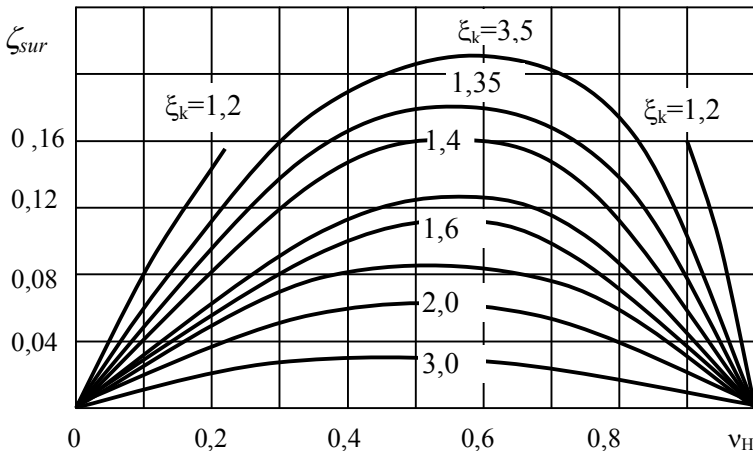
mumkin. Zinapoya ustidagi suvoqizg'ich chuqurligi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$h_1 = h_K - Z_{s.o.},$$

bu yerda: $Z_{s.o.}$ -suvoqizg'ichning tekislanishdagi balandlik farqi

Tekislanishdagi balandlik farqi pastki byefdagi oqimning kengayishiga bog'langan holda ya'ni $v_H = \frac{bh_{ch}}{\Omega_{qo'y}}$ kattalik bilan

bog'langan grafikdan $\xi_{kich} = \frac{h_{ch}}{h_{kr}}$ aniqlanadi (7.8-rasm).



7.8 –rasm. Tiklanish farqini aniqlash uchun grafik

7.3. Amaliy profilli suvoqizg'ich

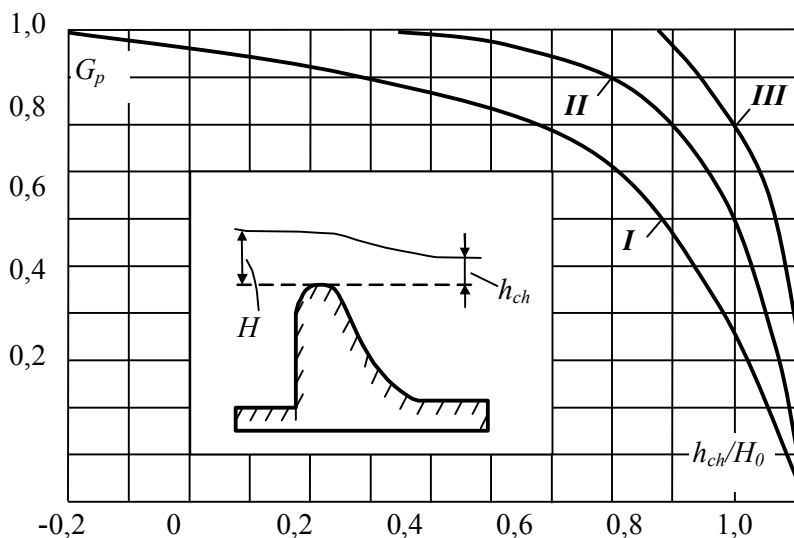
Amaliyotdagi profilli suvoqizg'ichlarda suyuqlik sarfi quyidagi formula orqali aniqlanadi

$$Q = \sigma_{ch} \epsilon m b \sqrt{2gH_0^{\frac{3}{2}}},$$

bu yerda: σ_{ch} -cho'ktirish koeffitsienti; ϵ -yonbosh siqilish koeffitsienti; m - sarf koeffitsienti; b - suvoqizg'ich gorizontining eni.

Amaliyotdagi devorli suvoqizg'ichning ko'milish koeffitsientini aniqlashda quyidagi grafikdan ham foydalanish

mumkin (7.9-rasm). Ushbu grafik $\frac{h_{ch}}{H_0}$ nisbatlar qiymatining bog'liqligi orqali berilgan.



7.9 rasm. Amaliy profilli suv oqizg'ichlarning ko'milish koeffitsienti σ_{ch} ni aniqlash grafigi

I egri chiziq vakuumli suvoqizg'ichlarga tegishli bo'lib,

$$\left(1,25 < \frac{H}{H_{prof}} < 20\right);$$

II egri chiziq me'yoriy ko'rinishdagi suvoqizg'ichlarga

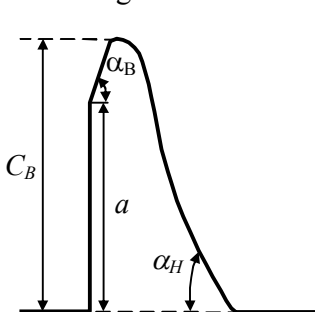
tegishli hisoblanadi, ya'ni $\left(0,75 < \frac{H}{H_{prof}} < 1,25\right);$

III egri chiziq esa keng qirrali suvoqizg'ichlarga tegishlidir,

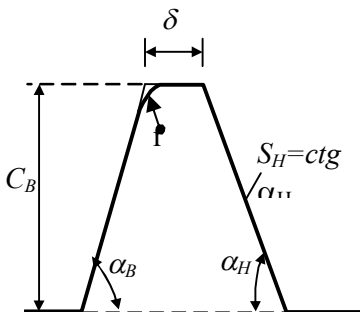
$$\text{ya'ni } \left(0,5 < \frac{H}{H_{prof}} < 0,75\right),$$

bu yerda: H_{prof} - suvoqizg'ichga yo'nalgan napor.

Amaliy profilli trapetsiya shaklidagi suvoqizg'ichda (7.10.-7.11-rasmlar) sarf koeffitsienti qiymati $H_{prof} = \sigma$ uchun 7.6-jadvalda berilgan.



7.10- rasm.



7.11- rasm.

Trapetsiya shakldagi suvoqizg'ich uchun sarf koeffitsienti m
7.6-jadval

Profil turlari	H/δ			
	0,5	1,0	1,5	2,0
Yuqori profil ($C_B > 3H$)				
$S_B = 0;$ $S_H = 0$	0,32	0,36	0,39	0,41
$S_H = 0$	0,34	0,38	0,41	0,44
Chiqish qovurg'asi egrilangan suv to'kgichda $r=(0,1 \dots 0,2)\delta$				
$S_B = 0;$ $S_H = 0$	0,34	0,38	0,41	0,44
O'rta balandlikdagi profil ($2H < C_B < 3H$)				
$S_B = 0;$ $S_H = 0$	0,32	0,36	0,39	0,42
$S_B = 1,0;$ $S_H = 0$	0,36	0,39	0,41	0,44
$S_B = 2,0;$ $S_H = 0$	0,37	0,40	0,41	0,44
$S_B = 0;$ $S_H = 1,0$	0,33	0,37	0,41	0,42
$S_B = 0;$ $S_H = 2,0$	0,33	0,36	0,40	0,42
Kichkina profilli				
$S_B = 0;$ $S_H = 0$	0,32	0,36	0,39	0,42
$S_B = 3,0;$ $S_H = 0$	0,36	0,40	0,41	0,42

$S_B = 10,0; \quad S_H = 0$	0,37	0,39	0,39	0,42
$S_B = 0; \quad S_H = 3$	0,34	0,36	0,38	0,40
$S_B = 0; \quad S_H = 10$	0,34	0,35	0,36	0,36

7.10 - rasmdagi suvoqizg'ich uchun sarf koeffitsienti quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$m = m_r \sigma_{sh} \sigma_n ,$$

bu yerda: $m_r = 0,50 - 0,012 \frac{H}{c_s}$; σ_{sh} - shakl koeffitsienti

(7.7-jadval); σ_n -naporning to'liqligi (7.8 - jadval);

H_{prof} - suvoqizg'ichga yo'naltirilgan napor.

Vakuumsiz suvoqizg'ich (7.10.-rasm) uchun shakl koeffitsienti

$$\sigma_{sh}$$

7.7-jadval

α_B , grad	α_H , grad	$\frac{a}{c_s}$		α_B , grad	α_H , grad	$\frac{a}{c_s}$	
		0	1,0			0	1,0
15	15	0,88	0,93	55	45	0,98	0,99
	30	0,91	0,97		≥ 60	0,99	1,00
	45	0,92	0,99		75	15	0,93
	≥ 60	0,93	1,00		30	0,97	0,97
15	15	0,91	0,93	90	45	0,99	0,99
	30	0,94	0,97		≥ 60	1,00	1,00
	45	0,96	0,99		15	0,93	0,93
	≥ 60	0,96	1,00		30	0,97	0,97
55	15	0,92	0,93		45	0,99	0,99
	30	0,96	0,97		≥ 60	1,00	1,00

Vakuumsiz suvoqizg'ichi (7.10.-rasm) uchun naporning to'liqlik koeffitsienti σ_n

7.8-jadval

$\frac{H}{H_{prof}}$	α_B , grad							
	20	30	40	50	60	70	80	90

0,2	0,89	0,89	0,88	0,87	0,86	0,86	0,85	0,84
0,4	0,93	0,93	0,92	0,92	0,91	0,91	0,91	0,90
0,6	0,96	0,96	0,95	0,95	0,95	0,95	0,94	0,94
0,8	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,97	0,97
1,0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,2	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
1,4	1,03	1,03	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,05
1,6	1,04	1,05	1,05	1,05	1,06	1,06	1,06	1,06
1,8	1,06	1,06	1,06	1,07	1,07	1,07	1,08	1,08
2,0	1,07	1,07	1,08	1,08	1,09	1,09	1,09	1,10

8. G'OVAK MUHITDAGI SUYUQLIKNING HARAKATI

G'ovak muhitlarda suyuqlikning harakatini va ularda tarqalishini shimilish (filtratsiya) deyiladi. Gruntlarning o'lchamlari zarralarining formasiga bog'liq holda suyuqliklarning shimilish xususiyatlari 8.1-8.2-jadvallarda keltirilgan.

Grunt zarralarining fraksiyasi klassifikatsiyasi

8.1-jadval

Fraksiya nomlari	Diametr, mm
Loyqali	< 0,005
Changsimon	0,005...0,05
Mayda qum	0,05...0,5
Yirik qum	0,5...2,0
Mayda shag'al	2,0...4,0
Shag'al	4,0...200
Yirik shag'al	>200

Har xil turdagi gruntlarning g'ovakligi

8.2-jadval

Grunt	G'ovakligi - n
Shag'al, qum	0,3...0,45
Mayda qum zarralari va loy aralashmasi	0,35...0,50
Suglinka	0,40...0,50

Suyuqlikning laminar harakatida shimilish tezligini aniqlashda Darsi qonuni o'rinli hisoblanadi

$$g = \frac{\kappa \Delta P}{\mu L},$$

bu yerda: κ - Darsi yoki shimilish koeffitsienti; μ - dinamik yopishqoqlik (qovushqoqlik); ΔP - ikki kesim orasidagi bosimlar farqi; L - qatlamning uzunligi.

Yuqorida keltirilgan formulani quyidagicha ham yozish mumkin:

$$g = \kappa J,$$

bu yerda: J - pyezometrik qiyalik.

Shimilish koeffitsienti κ , bu holda grunt jinsiga, suyuqlikning qovushqoqligiga va suyuqlikning o'tkazuvchanlik xususiyatiga bog'liq. Ko'pincha shimilish koeffitsienti o'rniga faqat grunt jinsiga bog'liq bo'lgan suv o'tkazuvchanlik koeffitsienti ishlatiladi

$$k_{o'tk} = \frac{k v}{g}$$

k va $k_{o'tk}$ koeffitsientlar qiymatlari quyidagi 8.3-jadvalda ifodalangan.

Gruntlarning shimilish va suv o'tkazuvchanlik koeffitsientlari

8.3-jadval

G'ovak muhitlar tavsifi	Shimilish koeffitsienti k , sm/s	Suv o'tkazuvchanlik koeffitsienti $k_{o'tk}$ sm ²
Suv o'tkazishi qiyin bo'lgan tuproqlar: zich joylashgan va boshqa massiv jinslar	0,000001	10^{-11}
Juda kam suv o'tkazadigan tuproqlar	0,000001...0,0001	$10^{-11} \dots 10^{-9}$
Kam suv o'tkazadigan qum, torf, sog' tuproq va boshqalar	0,0001...0,001	$10^{-9} \dots 10^{-8}$

Suv o'tkazadigan loy yoki mayda qum bilan aralashgan qum-shag'al yoriqsiz jinslar	0,001...0,01	$10^{-8} \dots 10^{-7}$
Yaxshi suv o'tkazadigan qum, shag'al, yirik qum, o'rtacha donador toza qum	0,01...0,1	$10^{-7} \dots 10^{-6}$
Yaxshi suv o'tkazadigan shag'al, yirik qum, yorilgan jinslar	0,1...1,2	$10^{-6} \dots 10^{-5}$

Adabiyotlar

1. Альтшуль А.Д., Киселев П.Г. Гидравлика и аэродинамика. – М.: Стройиздат, 1975. -327 с.
2. Справочник по гидравлике. Под ред. В.А. Большакова: -К.: Вища шк, 1984. -343. с.
3. Справочник по гидравлическим расчетам. Под ред. П.Г. Киселева. – М.: Энергия, 1972. 312 с.
4. Латипов К.Ш. Гидравлика, гидромашиналар, гидроюритмалар – Т.: Ўқитувчи, 1992. -336 б.
5. Shokirov A.A., Karimov A.A., Mukolyans A.A. «Gidravlika»: uslubiy qo'llanma – Toshkent, ToshDTU, 2009. – 54b.
6. Кожевникова Е.Н., Лаксберг А.И., Лактионова Е.А. Механика жидкости и газа (гидравлика). – СПб.: СПбГПУ, 2003. -71 с.
7. Шокиров А.А., Хамидов А.А., Исанов Ш.Р. Гидромеханикадан лаборатория амалиётлари. (Ўқув қўлланма). 1-бўлим –Т.: 2004-52б.
8. Умаров А.Ю. Гидравлика. – Т.: Ўзбекистон, 2002. -460б
9. Кудинов В.А. Гидравлика. - М.: Высшая школа, 2006. 175с.
10. WWW. Gidravl.narod. ru/literature.html
11. WWW.infanata. Org/zadachnik po gidravlike.html
12. WWW.c-stud.ru/work html/look.html

Mundarija

TURLI XIL TURDOSH QO'SHIMCHA	3
MA'LUMOTLAR -----	
SUYUQLIK VA GAZLARNING ASOSIY FIZIK	6
XOSSALARI -----	
GIDROSTATIKA -----	17
SUYUQLIKLAR HARAKATIDAGI NAPORNING	20
YO'QOLISHI -----	
NAYCHA VA TESHIKLARDAN	47
SUYUQLIKLARNING OQISHI-----	
KANALLARDAGI NAPORSIZ HARAKAT -----	57
SUVOQIZG'ICHLAR -----	61
G'OVAK MUHITDAGI SUYUQLIKNING	73
HARAKATI -----	
ADABIYOTLAR -----	75

Muharrir

M.M.Botirbekova.