

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

**ISLOM KARIMOV NOMIDAGI
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

GIDROENERGETIK QURILMALAR

fanidan laboratoriya ishlarini bajarish bo‘yicha

USLUBIY K‘ORSATMALAR



**«5310200- Elektr energetikasi (tarmoqlar bo‘yicha)» ta‘lim
yo‘nalishi talabalari uchun**

Toshkent 2019

Mundarija

Bernulli tenglamasini tajriba yordamida o'rganish	4
Gidrodinamikaga oid masalalarni yechish.....	10
Derivatsion kanal asosiy gidravlik parametrlarini va gidropotensialini aniqlash.....	15
Gidroenergetik qurilmalariga suv keltiruvchi yoki suv uzatuvchi trapetsiya qirqimli derivatsion kanalning normal chuqurligini aniqlash.....	21
Trapetsiya qirqimli dereevatsion kanal tubi enini aniqlash.....	27
Suv ombori parametrlarini hisoblash.....	28
Gidroelektrstansiya asosiy parametrlarini aniqlash.....	31
Foydalanilgan adadiyotlar.....	34

Muharrir: Miryusupova Z. M.

UDK 621.209

Djurayev K.S., Shadibekova F.T. “Gidroenergetik qurilmalar” fanidan laboratoriya ishlarini bajarish bo‘yicha uslubiy ko‘rsatma. - Toshkent.: ToshDTU, 2019y. 43 b.

Uslubiy ko‘rsatma «5310200- Elektr energetikasi (tarmoqlar bo‘yicha)» bakalavr ta‘lim yo‘nalishi talabalari uchun mo‘ljallangan bo‘lib, unda shu soha bo‘yicha tahsil oluvchi bakalavrlar gidravlika va gidroenergetika eng asosiy qonuniyatlarini, jarayonlarini o‘rganish va hisoblash usullarini o‘rganadilar va gidroenergetik qurilmalarning turlarini, ularni ishlatish tartibini hamda asosiy parametrlarini hisoblash ko‘nikmalari hosil qiladilar va nazariy bilimlarini amaliy ishlarda qo‘llashga moslashtiradilar.

*Islom Karimov nomidagi ToshDTU ilmiy-uslubiy
kengashi qaroriga asosan nashrga tayyorlandi*

Taqrizchilar: Kan E.K. – TI va QXMMI “Suv energiya va nasos stansiyalaridan foydalanish” kafedrasida dotsent, t.f.n.

Nizamov O.X.– ToshDTU “Gidravlika va gidroenergetika” kafedrasida dotsenti, t.f.n.

© Toshkent davlat texnika universiteti, 2019

1 – LABORATORIYA MASHG‘ULOT

MAVZU: “BERNULLI TENGLAMASINI TAJRIBA YORDAMIDA O‘RGANISH”

Ishdan maqsad: Tajriba asosida oqimning har xil kesimlarida potensial (pyezometrik bosim), solishtirma kinetik energiya (tezlik bosimlar) va to‘liq solishtirma energiya (gidrodinamik bosim) kattaliklarini aniqlash. Tajriba natijalari asosida p‘ezometrik va bosim chiziqlarini o‘zgaruvchan kesimlar uchun chizish.

Qisqacha nazariy ma‘lumot. Bernulli tenglamasi, energiyaning saqlanish qonunini ifodalaydi. Har qanday harakatdagi suyuqlik oqimi ma‘lum bir energiyaga ega. Bu energiya uch ko‘rinishda namoyon bo‘lishi mumkin. Holat energiyasi, bosim energiyasi va kinetik energiya. Harakatdagi oqim uchun energiyaning turlari orasidagi bog‘lanish Bernulli tenglamasida ko‘rinadi.

Barqaror harakatdagi real suyuqlik oqimi uchun Bernulli tenglamasi muayyan 2 ta kesim uchun quyidagi ko‘rinishga ega:

$$z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_{1-2}$$

bu yerda z_1 va z_2 - oqim kesimlari markazidan ixtiyoriy tanlangan tekislikkacha bo‘lgan vertikal masofalar.

P_1 va P_2 - kesim og‘irlik markazlaridagi bosimlar.

v_1 va v_2 - ikki kesimlardagi oqimning o‘rtacha tezligi.

α_1 va α_2 - tezlikning oqim kesimida notekis tarqalishini ko‘rsatuvchi koeffitsiyent. Amaliyotda turbulent harakatda $\alpha = 1,0-1,1$ o‘zgaradi, laminar harakatda $\alpha = 2$ ga teng.

h_{1-2} - ikki kesim orasidagi bosimning yo‘qolishi.

Tenglamadagi birinchi had z haqiqiy oqim kesimi markazining biror gorizont tekislikkacha balandligini ko‘rsatadi.

Ikkinchi had $\frac{P}{\rho g}$ oqimning qaralayotgan kesimining berilgan nuqtasidagi gidrodinamik bosimga to'g'ri keladigan suyuqlik ustuni balandligi bo'lib, u p'yezometrik balandlik deyiladi. Uning miqdori bosimning solishtirma potensial energiyasini belgilaydi.

Geometrik va p'yezometrik balandliklar yig'indisi $z + \frac{P}{\rho g}$ p'yezometrik bosim deyiladi, uning kattaligi solishtirma potensial energiya deyiladi.

Uchinchi had $\frac{\alpha v^2}{2g}$ tezlik bosimi deyiladi, u solishtirma kinetik energiyani ifodalaydi.

$$H = z + \frac{P}{\rho g} + \frac{\alpha v^2}{2g}$$

oqimning umumiy solishtirma energiyasi bo'lib, gidrodinamik napor deyiladi.

Bernulli tenglamaning o'ng tomonidagi eng oxirgi xad h_w ko'rib chiqilayotgan kesimlar orasida suyuqlik harakati davomida gidravlik qarshiliklarni yengishga sarf bo'ladigan dam (naporni) miqdorini ko'rsatadi. Oqim bo'ylab kesimlardagi gidrodinamik bosim (umumiy energiya) ning erkin tanlangan tekislikka nisbatan o'zgarishi bosim chizig'i bilan xarakterlanadi. Bosim chizig'i Bernulli tenglamasi uchta hadi yig'indisidan tashkil topadi. Umumiy solishtirma energiyaning bir qismi gidravlik qarshiliklarni yengish uchun sarflangani uchun bosim chizig'i ham kesimdan kesimgacha o'zgarishi mumkin.

O'zgarmas kesimli quvurlarda oqimning kinematik xarakteristikasi uning uzunligi bo'ylab o'zgarmasdir. $\alpha_1 = \alpha_2$, $v_1 = v_2$, shuning uchun tezlik dam (napor) barcha kesimlarda bir miqdorga ega $\frac{\alpha v^2}{2g} = const$. U holda Bernulli tenglamasidan

$$h_{1-2} = \left(z_1 + \frac{P_1}{\rho g} \right) - \left(z_2 + \frac{P_2}{\rho g} \right) \text{ ga ega bo'lamiz.}$$

ya'ni, ishqalanish uchun bosimning yo'qolishi, oqim solishtirma potensial energiyasi (p'yezometrik bosim) kamayishiga teng bo'ladi va quvurning boshlang'ich va oxirgi kesimlarida p'yezometrik sathlar o'zgarishida ko'rinadi. Ishqalinishga bo'lgan yo'qotishlar to'liq solishtirma energiyaning harakat o'qi bo'yicha o'zagarish grafigi shaklida beriladi va u to'liq bosim chizig'ini ifodalaydi. Bu chiziq uchta solishtirma energiya yig'indisi orqali ko'riladi:

$$E = z + \frac{P}{\rho g} + \frac{\alpha v^2}{2g}$$

P'yezometr chizig'i Bernulli tenglamasining ikki hadi yig'indisi orqali quriladi va solishtirma potensial energiyaning o'zgarishini ko'rsatadi:

$$H = z + \frac{P}{\rho g}$$

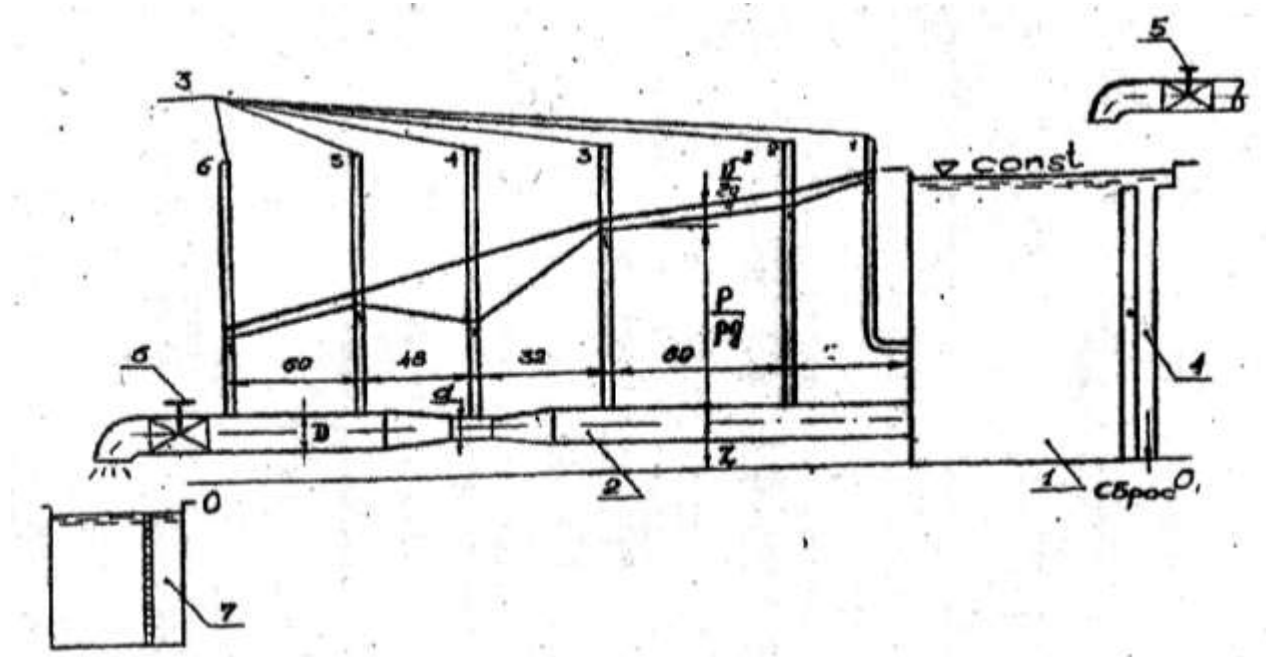
To'liq bosim va p'yezometrik chiziqlar, barqaror harakatda quvur diametri o'zgarmas bo'lganda parallel kamayuvchi to'g'ri chiziq sifatida ko'rinadi. O'zgaruvchan kesimli quvurda suyuqlik harakati davomida suyuqlik energiyasining bir turdan ikkinchi turga o'zgarishi yuz beradi, u oqim bo'ylab tezlikning o'zgarishi bilan kuzatiladi.

Bu holda p'yezometrik chiziq pasayishi mumkin (tezlik oshganda). Agar suyuqlik kesimi harakat yo'nalishida kichiklashsa, kinetik energiya esa potensial energiya kamayishi hisobiga ortib boradi va aksincha, oqim kesimi kattalashsa, kinetik energiya kamayadi, potensial energiya esa ortadi.

Laboratoriya qurilmasining tuzilishi. Bernulli tenglamasini o'rganish uchun qo'llaniladigan tajriba uskunasi (1.1-rasm) bosim baki (1), vodoprovod tarmog'idan jo'mrak (5) orqali to'ldiriladi. U D va d diametrli o'zgaruvchan kesimli (2) gorizontal quvur va o'lchagich bak bilan birlashgan (7). Bakdagi suvning doimiy gorizonti suv chiqargich yordamida ushlab turiladi (qurilmada u quvur ko'rsatilmagan). Bakdagi doimiy sath tufayli suyuqlikni quvurdagi harakati barqaror bo'ladi.

Quvurga oltita kesimida nol shkalasi quvur o'qiga to'g'ri keladigan p'yezometrlar (3) o'rnatilgan.

P'yezometrlar ko'rsatishlari orqali kesimlardagi p'yezometrik bosimlar aniqlanadi. Quvur orqali o'tayotgan suyuqlik sarfi jo'mrak (6) yordamida o'zgartirib turiladi. O'lchov baki (7) suyuqlik hajmi vaqt o'zgarishida o'lchab borilib, sarf aniqlanadi:



1.1-rasm.

Laboratoriya o'tkazish tartibi. Bosim baki (1) suv bilan to'ldiriladi. P'yezometrlarda havo yo'qligi tekshiriladi. Jo'mrak (6) biroz ochilib quvurga suyuqlik harakati barqarorligiga erishiladi, bu p'yezometrlardagi suv sathi o'zgarmay turishida ko'rinadi. Harakatning bu rejimi uchun t vaqt oralig'ida o'lchov baki (7) ga tushgan suyuqlikning W hajmi o'lchanadi. Suyuqlik hajmini o'lchash bilan bir vaqtda (3) p'yezometrlardagi ko'rsatkich chizg'ich yordamida o'lchanadi. O'lchashlar natijasi 1.1-jadvalga yoziladi.

Quvur o'tkazgich o'qidan taqqoslash tekisligigacha bo'lgan vertikal oraliq z olinadi.

Laboratoriya natijalarini hisoblash.

1. Suyuqlik sarfi.

$$Q = W / t \text{ (sm}^3\text{/s)}$$

2. Oqimning har bir kesimidagi oʻrta tezliklar

$$V = Q / \omega \text{ (sm/s)}$$

bu yerda ω – quvurdagi koʻndalang kesimi yuzasi

$$\omega = \pi d^2 / 4 \text{ (sm}^2\text{)}$$

3. Solishtirma potensial energiya

$$E_n = z + \frac{P}{\rho g} \text{ (sm)}$$

4. Nisbiy kinetik energiya

$$E_k = \frac{\alpha \vartheta^2}{2g} \text{ (sm)}$$

5. Toʻliq solishtirma energiya

$$z + \frac{P}{\rho g} + \frac{\alpha \vartheta^2}{2g} \text{ (sm)}$$

6. Energiyaning yoʻqolishi

$$h_{1-2} = E_1 - E_2$$

E_1 - toʻliq solishtirma energiyaning I kesimdagi qiymati;
 E_2 - II kesimdagi toʻliq solishtirma energiyaning qiymati.
Oʻlchashlar natijalari 1.2-jadvalga yoziladi.

1.1-jadval

№	P`yezometrlar ko`rsatkichi						Hajm	Vaqt	Sarf
-	$P_1 / \rho g$	$P_2 / \rho g$	$P_3 / \rho g$	$P_4 / \rho g$	$P_5 / \rho g$	$P_6 / \rho g$	W	t	Q
-	sm	sm	sm	sm	sm	sm	sm^3	s	sm^3/s

1.2-jadval

№	Ko`rsatkichlar			Jonli kesimlar nomeri					
				1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Quvur diametri	d	sm	-	5,2	5,2	2,6	5,2	5,2
2	Tirik kesim yuzasi	ω	sm^2						
3	O`rtacha tezlik	g	sm/s						
		g	sm/s						
		g	sm/s						
4	Solishtirma kinetik energiya	E_κ	sm						
		E_κ	sm						
		E_κ	sm						
5	Solishtirma potensial energiya	E_n	sm						
		E_n	sm						
		E_n	sm						
6	To`liq solishtirma energiya	E_T	sm						
		E_T	sm						
		E_T	sm						
7	Bosim yo`qotish	h_{1-2}	sm						
		h_{1-2}	sm						
		h_{1-2}	sm						

Nazorat savollari

1. Ideal va real suyuqliklar uchun Bernulli tenglamalari nimasi bilan farqlanadi?
2. Suyuqlik solishtirma potentsial energiyasi qanday aniqlanadi?
3. Suyuqlik solishtirma kinetik energiyasi qanday aniqlanadi?
4. Suyuqlik to'liq solishtirma energiyasi qanday aniqlanadi?
5. Suyuqlik harakati parametrlari qanday aniqlanadi?

2 – LABORATORIYA MASHG‘ULOTI

MAVZU: “SUVNI HARAKAT REJIMLARINI TAJRIBADA ANIQLASH”

Ishdan maqsad: Suyuqlik harakatining turbulent va laminar tartiblarini kuzatish. Harakatning laminar va turbulent tartiblarida Reynolds sonini aniqlash.

Qisqacha nazariy ma’lumot. Suyuqlikning quvurdagi harakati 2 xil tartibda bo’lishi mumkin: laminar va turbulent. Laminar tartibli harakat suyuqlik zarralarining parallel oqimli bo’lishi bilan ko’rinadi va bunda suyuqlikning ayrim qatlamlari bir-biri bilan aralashmay harakatlanadi. Bunday harakat suyuqlik oqimi ko’ndalang kesimi kichik bo’lganda, kichik tezlikda bo’lganda, kapileyalar bo’ylab harakatda, yopishqoq suyuqliklar (neft, mazut, moylar) harakatida, tuproq qatlamlari orasida suyuqlik harakat qilganda kuzatiladi. Turbulent tartib uchun notartib (xaotik) harakat xosdir. Bunda suyuqlik zarralari murakkab va doim o’zgaruvchi trayektoriya bo’yicha harakatlanadi. Turbulent oqimda harakat yo’nalishiga ko’ndalang tezlik tashkil qiluvchilari bo’lgani uchun, suyuqlikda tez aralashish yuz beradi. Muhandislik amaliyotida, suv va kichik qiymatli qovushqoqlikka ega suyuqliklar (spirt, kerosin, benzin va boshqalar) ning isitish, ventilyatsiya, gaz ta’minoti, issiqlik ta’minoti, suv ta’minoti tizimidagi harakatida ko’proq turbulent tartib kuzatiladi.

Suyuqliklar harakatining ikki tartibi mavjudligini ingliz fizigi O. Reynolds ko’rsatgan. Keyinroq boshqa olimlar tomonidan ham tasdiqlangan Reynolds tajribalari shuni ko’rsatdiki, dumaloq kesimli quvurdagi suyuqlik harakati tartibini aniqlashda,

$$Re = \frac{\varrho d}{\nu}$$

ifoda asosiy hisoblanadi.

Bu yerda Re - Reynolds soni deb ataladigan o’lchovsiz miqdor;

ϱ - suyuqlik harakati o’rtacha tezligi sm/s;

d - quvur diametri, sm;

ν - kinematik qovushqoqlik koeffitsiyenti sm^2/s .

Laminar tartibdan turbulent tartibga o'tish sodir bo'ladigan Reynolds soni miqdori Reynolds kritik soni – **Re_{kr}** deyiladi.

$Re \leq Re_{kr}$ bo'lganda harakat laminar tartibli, **$Re > Re_{kr}$** bo'lganda turbulent tartibli bo'ladi.

Re sonining ma'lum diapazonida tezlik o'zgarishi xarakteriga ko'ra harakatning ikki tartibi mavjud bo'ladigan oraliq bor. **Re_{kr}** – kritik soni miqdori qator sharoitlarga bog'liq: quvurga kirish shartlari, quvur devorlari silliqqligi, birlamchi harakatning boshlanishiga va boshqalarga bog'liq hamda har xil miqdorga ega bo'ladi.

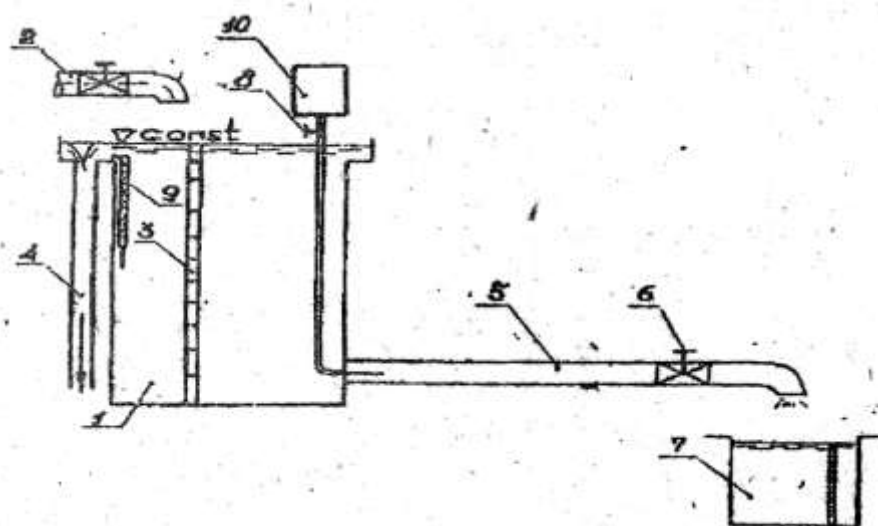
Dumaloq quvurlar uchun **$Re_{kr} = 2320$** qabul qilinadi. Laminar tartibdan turbulent tartibga tartib o'tishdagi tezlik kritik tezlik deyiladi.

$Re \leq 2320$ da laminar tartib;

$Re > 2320$ bo'lsa, turbulent tartib.

Laboratoriya qurilmasi tuzilishi. Tajriba qurilmasi (2.1-rasm) bosim baki (1) dan, unga vodoprovod tarmog'idan quvur orqali suv keladi. Bakdagi suv sathini bir xil ushlab turish uchun jo'mrak (6) xizmat qiladi. Bakning ichiga unga tushayotgan suvni tinchlantirish uchun panjara va suv haroratini o'lchash uchun termometr o'rnatilgan bo'ladi. Bak (1) ga shisha naycha (4) biriktirilgan, uning oxiriga suv harakati tezligini rostlab turish uchun jo'mrak (6) o'rnatilgan. Suv sarfi o'lchov baki (7) yordamida aniqlanadi. Qurilma bo'yoqli idish (10), naycha (8) va jo'mrak (8) ga ega.

Tajribida harakat tartibi asosiy shisha quvur (5) da ko'rinadi, asosiy oqimga bo'yoq qo'shilganda suyuqlik harakat tartibini o'zgartirish quvurdan oqayotgan suyuqlik sarfini o'zgartirish bilan amalga oshiriladi, uni jo'mrak (6) yordamida rostlanadi.



2.1-rasm.

Laboratoriya oʻtkazish tartibi. Bosim baki (1), (8) va (6) joʻmraklar yopiqligida suv bilan toʻldiriladi. Joʻmrak (6) ni biroz ochib quvur (5) da suyuqlik sarfi quyiladi, bunda sekin oqim vujudga keladi. Joʻmrak (8) ochilib, asosiy oqimga boʻyoq qoʻshiladi. Boʻyoqning suyuqlikda toʻgʻri chiziqli shaklida oqishi laminar harakat mavjudligini koʻrsatadi. Joʻmrak (6) ning ochilishini oshirib borib, suyuqlik tezligi oshiriladi, bunda harakat tartibi oʻzgarishi kuzatiladi. Boʻyoq oqimi toʻlqinsimon shaklni oladi va laminar tartibi noturgʻun boʻlib qoladi. Tezlikni yanada oshirilganda boʻyoq oqimi yoʻqoladi, barcha suyuqlik bir tekisda boʻyaladi – laminar tartibli harakat turbulent harakatga oʻtadi. Barqaror harakatda quvurdagi suyuqlik sarfi oʻlchanadi, harakatning har bir tartibi uchun vaqt davomida oʻlchov bakiga tushgan suyuqlik hajmi – w aniqlanadi, bir vaqtda suyuqlik harorati termometr yordamida oʻlchanadi.

Laboratoriya natijalarini hisoblash

1. Kinematik qovushqoqlik koeffitsiyenti quyidagi jadvaldan aniqlanadi.

2.1-jadval

Harorat $t, 1^{\circ}\text{C}$	0°	5°	10°	15°	20°	25°
$\nu, \text{sm}^2/\text{sek}$	0,0173	0,015	0,0131	0,0114	0,0102	0,0090

2. Suv sarfi

$$Q = W / t \text{ (sm}^3/\text{s)}$$

t – oʻlchagichdagi W hajmning oqish vaqti;

W – oʻlchov bakidagi suv hajmi.

3. Quvurda suyuqlik harakati oʻrtacha tezligi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$V = Q / \omega \text{ (sm/s)}$$

bu yerda ω – quvur kesimi sm^2 .

$$\omega = \pi d^2 / 4 \text{ (sm}^2\text{)}$$

d – shisha quvur diametri sm.

4. Maʼlum boʻlgan d , v , ν lar orqali har bir tajriba uchun Reynolʼds soni hisoblanadi.

$$\text{Re} = \frac{gd}{\nu}$$

5. Oʻlchovlar va hisoblar 2.1- jadvalga yoziladi.

2.1-jadval

№	Oʻlchash	Hisoblar					Doim. kat.
	Suvning hajmi W	Vaqt t	Sarf Q	Oʻrtacha tezlik g	Re	Harakat tartibi	-
1	2	3	4	5	6	7	8
1.							$d = 2,6\text{cm}$
2.							$\omega =$
3.							$t =$
4.							$\nu =$

Nazorat savollari

1. Suyuqlikning laminar va turbulent tartibli harakatini tasvirlab bering.
2. Qanday kattalik suyuqlik harakati tartibini aniqlash uchun xizmat qiladi?
3. Reynolds soni qanday hisoblanadi?
4. Suyuqlik qovushqoqligi qanday kattaliklarga bog'liq?
5. Tajribada qanday qilib suyuqlik sarfi va o'rtacha tezligi aniqlanadi?

3 – LABORATORIYA MASHG‘ULOT

MAVZU: “QUVUR UZUNLIGI BO‘YICHA ENERGIYA YO‘QOLISHINI TEKSHIRISH”

Ishdan maqsad: Suyuqlik harakati turli tartiblari uchun tajribada gidravlik ishqalanish qarshilik koeffitsiyenti λ ni aniqlash. Suyuqlik harakatlanishi tartibiga ko‘ra, gidravlik ishqalanish qarshilik koeffitsiyenti kattaligini topish uchun qarshilik maydoni va hisoblash formulalarini aniqlash. Tajribada aniqlangan gidravlik ishqalanishdagi qarshilik koeffitsiyentini hisoblash formulalari yordamida aniqlash va ularni tajriba natijalari bilan taqqoslash.

Qisqacha nazariy ma‘lumotlar. Quvurda tekis harakatlanayotgan suyuqlik oqimi energiyasining bir qismi, quvur yuzasiga ishqalanishi va suyuqlikdagi ichki ishqalanish natijasida yo‘qoladi. Bu *yo‘qotishlar oqim uzunligi bo‘yicha bosimni yo‘qotish* deyiladi.

Bernulli tenglamasiga asosan uzunlik bo‘yicha bosimning kamayishini, ko‘rib chiqilayotgan quvurning ikki kesimidagi to‘liq solishtirma energiyalar farqi sifatida aniqlanadi va doimiy diametrli gorizontal quvur uchun quyidagi formula ko‘rinishida yozish mumkin:

$$h_1 = \frac{P_1}{\rho g} - \frac{P_2}{\rho g}$$

bu yerda $\frac{P_1}{\rho g}$ va $\frac{P_2}{\rho g}$ - oqim kesimlaridagi p`yezometrik bosim. Bu tenglama ishqalanish natijasida bosim kamayishining tajriba yo‘li bilan aniqlashda asosiy hisoblanadi. Quvurlarda harakatlanayotgan suyuqlik energiyasining yo‘qolishini yoki (damni) pasayishini hisoblash uchun Darsi – Veysbax formulasidan foydalaniladi.

$$h_1 = \lambda \frac{1}{d} \cdot \frac{g^2}{2g}$$

bu yerda λ - gidravlik ishqalanishdagi qarshilik koeffitsiyenti;

ϑ - suyuqlik harakati o'rtacha tezligi;

l - quvur uzunligi;

d - quvur diametri;

g - erkin tushish tezlanishi, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

Ushbu formula suyuqlik harakatining hamma turli tartibi uchun o'rinli. Biroq, λ koeffitsiyentining laminar va turbulent tartiblar uchun miqdori turlicha bo'ladi va umumiy holda λ kattalik quvur devorning nisbiy g'adir-budurligiga bog'liq bo'ladi, ya'ni

$$\lambda = f\left(\text{Re}, \frac{\Delta}{d}\right)$$

bu yerda Δ - absolyut g'adir-budurliklar kattaligi, sm, mm.

λ - koeffitsiyenti tajriba natijalari yoki ma'lum emperik bog'lanishlar asosida aniqlanadi. Tajribadan ma'lum bo'ladiki, laminar tartibli harakatda g'adir-budurlik xarakat qarshiligiga ta'sir qilmaydi. Bu holda λ koeffitsiyenti faqat Reynolds soniga bog'liq va

$$\lambda = \frac{64}{\text{Re}}$$

formula orqali hisoblanadi.

Laminar tartibda bosim (damni) pasayishi yo'qotilishi tezlikning birinchi darajasiga proporsional $h_e = k \cdot v$.

Turbulent oqimda devor chetlarida yupqa qatlam laminar tartibli suyuqlik qatlami hosil bo'ladi. Turbulent tartibli suyuqlik harakatida uning asosiy massasi (oqim yadrosi) bu qatlam bilan o'tish zonasi orasidagi bog'liqlik mavjud bo'lib, ular birgalikda chegara qatlam hosil qiladilar. Chegara qatlam qalinligi mm da o'lchanadi va δ bilan belgilanadi va Reynolds soniga bog'liq. Quvur yuzasi g'adir-budurliklarini hosil qiluvchi cho'qqilarning o'rtacha qiymati (absolyut, ekvivalent g'adir-budurligi- Δ) chegara qatlami qalinligidan kichik bo'lganda $\Delta < \delta$, turbulent oqim cho'qqilar bilan qorishib ketmaydi, bu

holda g'adir-budurlik bosim pasayishiga ta'sir qilmaydi. Bunday yuzalar gidravlik silliq yuzalar deyiladi.

Re ortishi bilan chegara qatlam qalinligi kamayadi va g'adir-budurlik cho'qqilaridan kichik bo'lib qoladi. Cho'qqilar turbulent oqim yadrosiga kiradi va bosim (damni) yo'qotilishini oshiradi. Bunday yuzalar gidravlik g'adir-budur deyiladi.

G'adir-budurlikning barcha yo'qotishlar kattaligiga a ta'sirini ifodalash uchun nisbiy g'adir-budurlik tushunchasi kiritiladi.

$$\bar{\Delta} = \frac{\Delta}{d}, \text{ bunda } d - \text{quvur diametri.}$$

3.1-rasmda ishqalanish qarshiligi koeffitsiyenti g'adir-budurlik va Reynolds soniga bog'liqligi tabiiy g'adir-budurlikli quvurlar (texnik quvurlar) uchun keltirilgan. (Nikuradze grafigi).

Birinchi zona – laminar tartib zonasi, u I-II-III to'g'ri chiziq bilan ko'rsatilgan.

Ikkinchi zona – noturg'un tartib zonasi. Bu yerda Reynolds soni 1000 – 2300 dan 4000 gacha oraliqda.

Uchinchi zona – turbulent tartib zonasi. Bu zona III vertikal chiziqdan o'ngroqda joylashgan. $Re = 4000$. Bu zona o'z navbatida 3 ta qarshilik sohasiga bo'linadi:

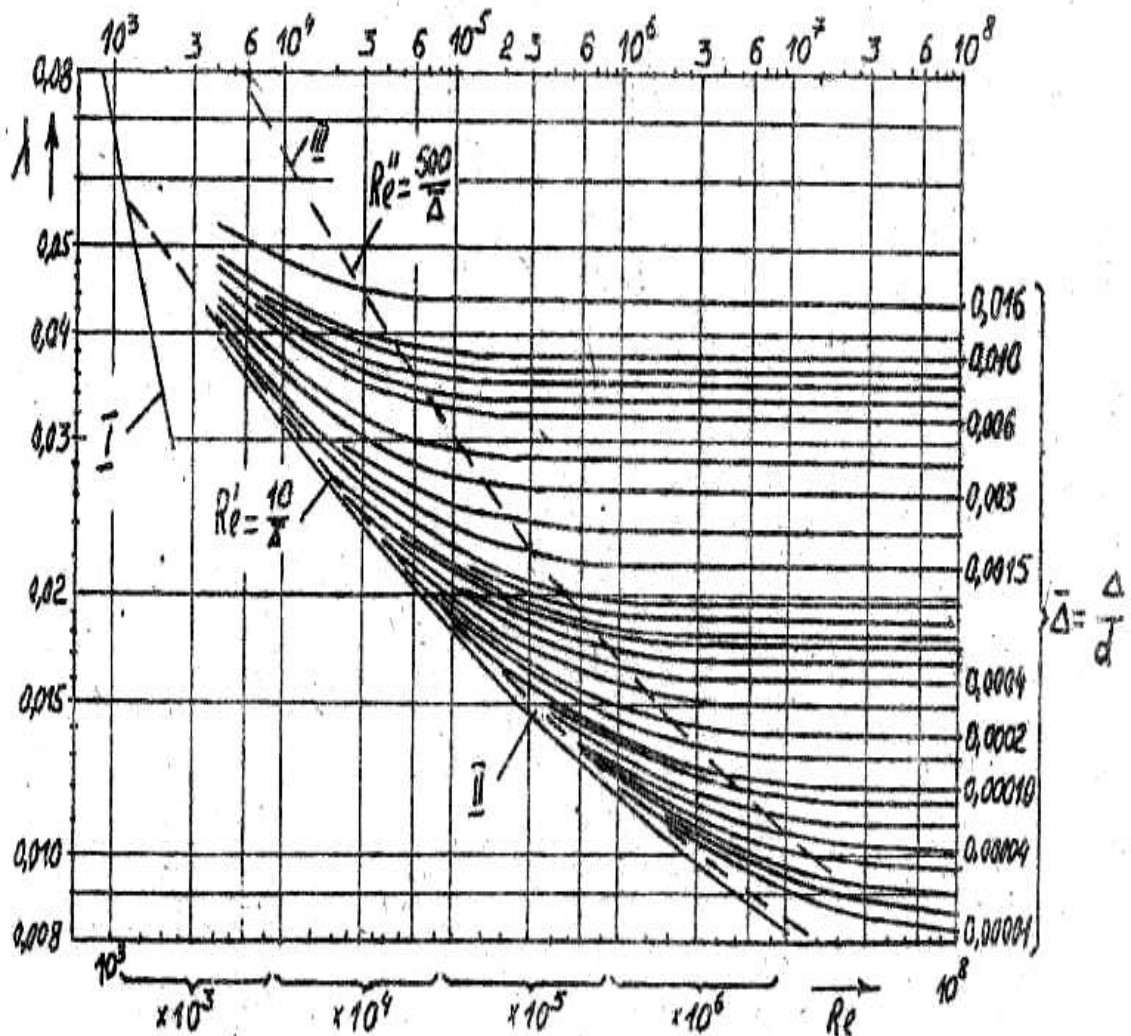
1) Gidravlik silliq quvur sohasi to'g'ri chiziqdan egri chiziqqa o'tib boruvchi soha. To'g'ri chiziq nisbiy g'adir-budurlik uchun $Re=10^5$ dan kichik. 5.1- rasmda III IV sohalar orasidagi chiziqlarda joylashgan.

Bu sohada λ faqat Reynolds soniga bog'liq va Blazius formulasidan topiladi.

$$\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0,25}}$$

2) Kvadrat qarshilikkacha bo'lgan sohasi. U grafikda IV va V chiziqlar oralig'ida joylashgan. Uni topish uchun Altshul formulasidan foydalaniladi:

$$\lambda = 0,11 \left(\bar{\Delta} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25}$$



3.1-rasm. Nikuradze grafigi

3) Kvadrat qarshilik (avtomodel') sohasi. Bu soha V chiziqdan o'ngda joylashgan. Bu zonada, ishqalanishda bosim (damni) yo'qotilishi $\bar{\Delta}$ ga proporsional.

Bu sohada gidravlik ishqalanish qarshilik koeffitsiyenti Shifrinsona formulasidan hisoblanadi.

$$\lambda = 0,11 (\bar{\Delta})^{0,25}$$

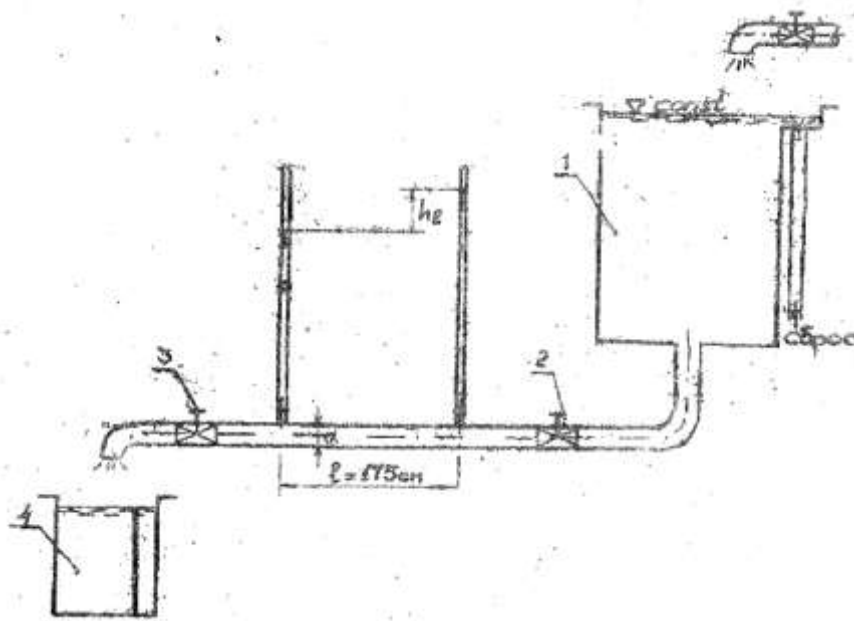
Olingan ma'lumotlar 3.1-jadvalda umumiyashtirilgan.

3.1-jadval

Tartib	Turbulent		
Qarshilik sohasi	Gidravlik silliq quvrlar	Oldingi kvadrat qarshilik	Kvadrat qarshilik
Gidr.ishq. koef. umumiy bogʻ-gi.	$\lambda = f(\text{Re})$	$\lambda = f(\text{Re}, \bar{\Delta})$	$\lambda = f(\bar{\Delta})$
Qarshilik sohasini aniqlaydigan son.	$\text{Re} < \text{Re}_{kp} = \frac{20}{\bar{\Delta}}$	$\text{Re}'_{kr} < \text{Re} < \text{Re}''_{kr}$	$\text{Re} > \text{Re}_{kp} = \frac{500}{\bar{\Delta}}$
Hisoblash for-sining namunasi	$\lambda = \frac{0,3164}{\text{Re}^{0,25}}$	$\lambda = 0,11 \left(\frac{\bar{\Delta}}{\Delta} + \frac{68}{\text{Re}} \right)^{0,25}$	$\lambda = 0,11 (\bar{\Delta})^{0,25}$

Laboratoriya uskunasi tuzilishi. Tajriba uskunasi (3.2-rasm) bak (1) undan chiqqan $d = 4$ sm diametrli gorizonta quvurdan tuzilgan. Quvur $l = 175$ sm uzunlikdagi toʻgʻri chiziqli boʻlakka ega. Boʻlak boshi va oxirida I va II kesimlarda pyezometrlar oʻrnatilgan.

Bakka suv joʻmrangi oʻrnatilgan, u doimiy bosimni ushlab turadi. Quvur oxirida oʻlchov baki (4) oʻrnatilgan. Suv sarfi joʻmrak (2, 3) lar bilan sozlab turiladi.



3.2-rasm

Laboratoriya o'tkazish tartibi. Bosimli idish (bak) doimiy sathli suv bilan to'ldiriladi. Jo'mrak (3) ochilishi bilan quvurda, suyuqlik sarfi minimal qiymatga to'g'ri keladigan oqish tartibi o'rnatiladi. Tajribani 3 marta o'tkazish talab qilinadi. Jo'mrak (3) ning turli ochilgan hollari uchun shu tajriba takrorlanadi. Har bir tartib uchun

- a) t vaqt mobaynida o'lchov bakiga tushgan suv xajmi V va bir vaqtni o'zida,
- b) h_1 va h_2 pezometr ko'rsatishi aniqlanadi.

Tajriba ma'lumotlarini hisoblash

1. Belgilangan hisoblash qismida bosim (damni) yo'qotilishi (I-I va II-II kesimlar uchun tuzilgan) Bernulli tenglamasidan topiladi:

$$z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_{1-2}$$

2. Quvurdagi suyuqlik sarfi va harakat tezligi (o'rtachasi)

$$Q = W / t (cm^3 / c); V = Q / \omega (cm / c)$$

formulalar yordamida topiladi.

3. Qarshilik koeffitsiyenti λ ni topish uchun Darsi–Veysbax formulasi qo'llaniladi.

$$h_1 = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{g^2}{2g}$$

4. Qarshilik sohasini aniqlashda Reynolds soni

$$Re = Vd / \nu; Re'_{np} = 20 / \Delta; Re''_{np} = 500 / \Delta$$

foydalaniladi.

5. Qarshilik sohasiga qarab, uzunlik bo'ylab gidravlik ishqalanish qarshilik koeffitsiyentining nazariy qiymatini topish uchun formula tanlanadi.

6. O'lchashlar va hisoblar 3.2-jadvalga yoziladi.

3.2-jadval

№	Bosimning uzunlik bo'yicha yo'qolishi				Gidravlik ishqalanish koeffitsiyenti							Doim. katta.
	$P_1 / \rho g$	$P_2 / \rho g$	W	t	h_l	Q	g	λ	Re	qars h soha	λ_{na}	
	sm	sm	sm ³	sek	sm	sm ³ /sek	sm/sek	-	-	-	-	
1												$l = 1,75_m$
2												
3												

Nazorat savollari

1. Laminar harakatda napor yo'qolishining formulasi qanday parametrlarga bog'liq?
2. Gidravlik qarshilik koeffitsiyentini aniqlash formulalarini ayting.
3. O'rtacha tezlik qanday aniqlanadi?

4 – LABORATORIYA MASHG‘ULOTI

MAVZU: “QUVURLARDA MAHALLIY QARSHILIKLAR BO‘YICHA ENERGIYA YO‘QOLISHINI TAJRIBADA SINASH”

Ishdan maqsad: Mahalliy qarshilik koeffitsiyenti qiymatini tajriba yo‘li bilan aniqlash. Topilgan qiymatlarni nazariy formula yordamida hisoblash, natijalarni ma‘lumotnomalarda keltirilgan qiymatlari bilan solishtirish.

Qisqacha nazariy ma‘lumotlar. Mahalliy gidravlik qarshiliklar quvurlar elementlaridan bo‘lib, ularda quvurning tuzilishi, o‘lchash kattaliklari o‘zgarishi natijasida oqim tezligi, strukturasi o‘zgaradi. Natijada o‘rama harakatlar yuzaga keladi. Mahalliy qarshiliklar barcha gidravlik sistemalarda uchraydi. Ko‘p hollarda bular to‘suvi to‘rilar (jo‘mrak, berkitgich), oqim kesimning kengayishi va torayishi, va h.k. burilishlar, tirsaklar shaklida uchraydi.

Energiyaning yo‘qotilishi oxir oqibatda suyuqlik qovushqoqligiga bog‘liq, shuning uchun yo‘qotilayotgan mexanik energiya issiqlik energiyasiga aylanadi.

Mahalliy qarshiliklar ta‘sirida bosim yo‘qotilishini hisoblash uchun Veysbax formulasidan foydalaniladi:

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

bu yerda h_m - mahalliy qarshiliklar uchun bosim yo‘qotilishi sm;
 g – oqim harakati o‘rta tezligi sm/s; ξ_m – mahalliy qarshilik koeffitsiyenti.

Mahalliy qarshilik koeffitsiyenti ko‘proq mahalliy qarshilik turi, uning geometrik shakli, suyuqlik oqim tezligi, uning zichligi, qovushqoqligi va shuningdek quvur diametriga bog‘liq. Bu koeffitsiyent tajriba yo‘li bilan aniqlanadi.

Mahalliy qarshilikning ayrim xillarini ko‘rib chiqamiz:

1. Probkali (tiqinli) kran. ξ_{kp} - kranning tashqi ko‘rinishiga (shakliga), ochilish kattaligiga va tuzilishiga bog‘liq bo‘ladi. 4.1-jadvalda probkali kran ochilish burchagiga ξ_{kp} ning bog‘liqligi keltirilgan.

4.1-jadval

Ochilish burchagi	5°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	65°
ξ_{kp}	0,05	0,029	1,56	5,47	17,3	52,6	206	485

2. Keskin kengayish (4.1-rasm). Mahalliy qarshilikning bu turida $\xi_{k.k}$ - koeffitsiyent kesimlarning o‘zgarishiga bog‘liq bo‘lib, kesimlar nisbati (ϖ / ω) qancha kichik bo‘lsa, $\xi_{k.k}$ shuncha katta bo‘ladi.

$$\xi_{k.k} = ((\varpi / \omega) - 1)^2$$

bu yerda ω - keskin kengayishgacha bo‘lgan kesim yuzasi;
 ϖ - kengayishdan keyingi yuza.

3. Keskin torayish (4.2-rasm). Bu holda mahalliy qarshilik koeffitsiyenti $\xi_{k.m}$ - kesimlar o‘zgarishiga bog‘liq bo‘ladi va (ϖ / ω) ortishi bilan ortadi. Keskin torayish uchun ξ_{kt} ushbu nazariy bog‘lanishdan hisoblanadi.

$$\xi_{kt} = 0,5(1 - \varpi / \omega)$$

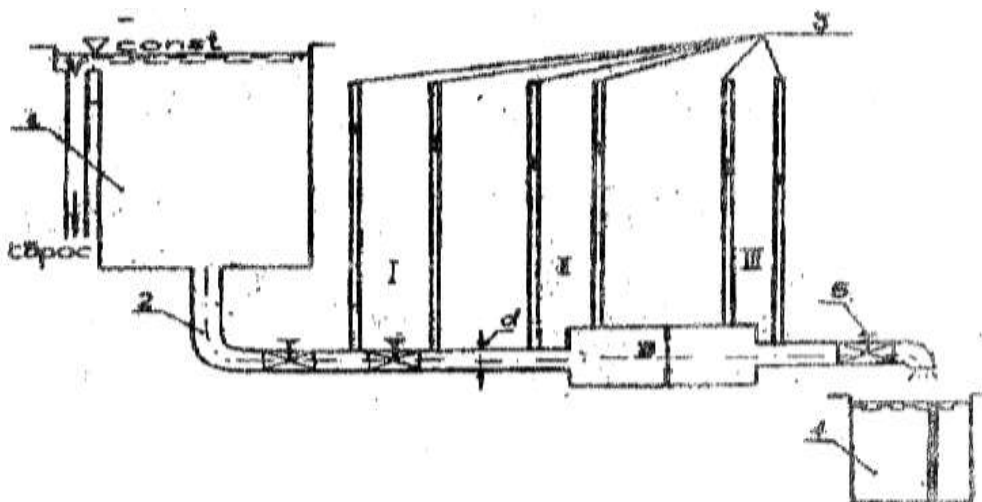
Laboratoriya uskunasining tuzilishi. Tajriba uskunasi (4.3-rasm) (1) bosim idishi undan chiqqan quvur (2) dan iborat. Idishdagi suv sathi oqova nov yordamida doimiy ushlab turiladi. Quvurda kran (I), keskin kengayish (II), keskin torayish (III) kabi mahalliy qarshiliklar bor. Har bir mahalliy qarshilikdan oldidan va undan keyin pyezometr naychalari (3) ulangan. Quvurning oxirgi tomonida o‘lchov idishi (4) o‘rnatilgan.



4.1-rasm



4.2-rasm



4.3-rasm.

Laboratoriya natijalari hisobi. Quvurda (2) ma'lum miqdordagi suv sarfi kran (5) yordamida quyiladi. Quvurda barqaror suyuqlik oqimi o'rnatiladi. Keyin pyezometrlar ko'rsatkichlari hamda ma'lum vaqt ichida darajalangan bakka (4) oqib tushayotgan suv hajmi o'lchanadi. Tajribada o'lchash natijalari 4.2-jadvalga yoziladi. Tajribani kamida 3 marta kranning (5) har xil ochilishi bo'yicha o'tkaziladi.

4.2-jadval

No	Pyezometrlar ko'rsatkichlari						Sarf	Vaqt	Doim. katt.
	$P_1 / \rho g$	$P_2 / \rho g$	$P_3 / \rho g$	$P_4 / \rho g$	$P_5 / \rho g$	$P_6 / \rho g$	t	Q	
	sm	sm	sm	sm	sm	sm	sm ³	s	
1.									$d = 4 \cdot 10^{-2} \text{ m}$
2.									$D = 6,3 \cdot 10^{-2} \text{ m}$
3.									

Laboratoriya natijalarini hisoblash

1. Suv sarfi va o'rtacha tezligi hisoblanadi:

$$Q = W / t ;$$

$$V = Q / \omega$$

bunda $\omega = \pi d^2 / 4 ;$

$$V = Q / \varpi ,$$

$$\varpi = \pi D^2 / 4 ;$$

d - quvurning kengayishgacha bo'lgan diametri;

D - quvurning kengayishdan keyingi diametri.

2. Undan keyin mahalliy qarshiliklardagi bosim yo'qotilishi aniqlanadi. Buning uchun Bernulli tenglamasidan foydalaniladi:

$$z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_{1-2}$$

Bundan quvur gorizontal joylashgani uchun

$$z_1 = z_2 , \text{ u holda}$$

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_{1-2}$$

Mahalliy qarshilik joylashgan quvurning ikkinchi qismida bosimning kamayishi uzunlik bo'yicha judayam oz, shuning uchun

$$h_m = \left(\frac{P_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 g_1^2}{2g} \right) - \left(\frac{P_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 g_2^2}{2g} \right)$$

yoki

$$h_m = E_1 - E_2$$

$$E_1 = \frac{P_1}{\rho g} + \frac{g_1^2}{2g}, \quad E_2 = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{g_2^2}{2g}$$

E_1 va E_2 - to'liq solishtirma energiyalar, 1-1 va 2-2 kesimlar uchun.

Keskin kengayish va torayish mahalliy qarshiliklari uchun bosimning yo'qotilishini aniqlashda solishtirma kinetik energiya o'zgarishini hisobga olish zarur. Bu holda bosim yo'qolishi kattaligi to'liq solishtirma energiyalarning mahalliy qarshilikdan oldin va keyinga farqi o'rinishida topiladi:

$$h_{k.k.} = \left(\frac{P_3}{\rho g} + \frac{\alpha_3 \cdot g_3^2}{2g} \right) - \left(\frac{P_4}{\rho g} + \frac{\alpha_4 \cdot g_4^2}{2g} \right) = E_3 - E_4$$

$$h_{k.t} = \frac{P_5}{\rho g} + \frac{\alpha_5 \cdot g_5^2}{2g} - \frac{P_6}{\rho g} - \frac{\alpha_6 \cdot g_6^2}{2g} = E_5 - E_6$$

3. Mahalliy qarshilik ko'effisienti quyidagi formula yordamida bajariladi:

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

4. Mahalliy qarshilik ko'effisientining nazariy kattaligi topilib, tajribada hisoblangan ξ_m bilan solishtiriladi.

5. Hisoblash natijalari 4.3, 4.4 va 4.5-jadvallarga yoziladi.

4.3-jadval

№	Q	g_d	h_{kp}	ξ_{kp}	ξ_{cnpo6}
	sm ³ /sek	sm/sek	sm	-	-
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					

4.4-jadval

№	Q	g_d	$\alpha g_d^2 / 2g$	g_D	$\alpha g_D^2 / 2g$	E_3	E_4	h_{kk}	ξ_{kk}	$\xi_{kk.o'r}$	$\xi_{kk.naz}$
	sm ³ /s	sm/s	sm	sm/s	sm	sm	sm	sm	-	-	-
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1											
2											
3											

4.5-jadval

№	Q	g_d	$\alpha g_d^2 / 2g$	g_D	$\alpha g_D^2 / 2g$	E_5	E_6	h_{kt}	ξ_{kt}	$\xi_{kt.o'r}$	$\xi_{kt.naz}$
	sm ³ /s	sm/s	sm	sm/s	sm	sm	sm	sm	-	-	-
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1											
2											
3											

Nazorat savollari

1. Keskin kengayishda qanday hollar mavjud?
2. Bord formulasi nimani hisoblaydi?
3. Mahalliy qarshilik koeffitsiyenti qanday aniqlanadi?

5 – LABORATORIYA MASHG‘ULOTI

MAVZU: “VENTURI SUV O‘LCHAGICHINI TAJRIBADA O‘RGANISH”

Ishdan maqsad: Venturi quvuri yordamida suv sarfini o‘lchashni o‘rganish. Suv o‘lchagich tarirovkasi va uning grafigini chizish.

Qisqacha nazariy ma’lumot. Bosimli quvurda tekis harakatlanayotgan suyuqlik (gaz) sarfini aniqlash uchun maxsus qurilmalar, diafragmalar soplolar va Venturi quvuridan foydalaniladi. Bu qurilmalardan foydalanish quvur kesimi torayishi natijasida hosil bo‘ladigan bosim farqi o‘zgarishi va suyuqlik sarfi orasidagi bog‘lanishga asoslangan.

Har bir aniq toraytirgich qurilmasi uchun bu bog‘liqlik gidravlikaning asosiy tenglamalaridan: Bernulli tenglamasi va oqimning uzluksizligi tenglamasidan aniqlab topiladi.

Venturi suv o‘lchagichi o‘zgaruvchan kesimli quvur bo‘lib, u ikki bo‘lakdan tashkil topgan – tekis torayuvchi va tekis kengayuvchi. Toraygan joyda oqim tezligi oshadi, bosim esa kamayadi. Ushbu kesim orasidagi bosim farqi yuzaga keladi va u konus boshida hamda silindr qismida o‘rnatiladigan ikki pyezometrlarda o‘lchanadi.

Quvurdagi nazariy suyuqlik sarfi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$Q = v_4 \omega_4 = \sqrt{\frac{2g\Delta h}{1 - \left(\frac{\omega_4}{\omega_3}\right)^2}} \cdot \omega_4, \quad (5.1)$$

bu yerda
$$\Delta h = \frac{P_3}{\rho g} - \frac{P_4}{\rho g} \text{ yoki } Q = C\sqrt{\Delta h} \quad (5.2)$$

S – ushbu suv o‘lchagich uchun doimiy kattalik u quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$C = \sqrt{\frac{2g}{1 - \left(\frac{\omega_4}{\omega_3}\right)^2}} \cdot \omega_4 \quad (5.3)$$

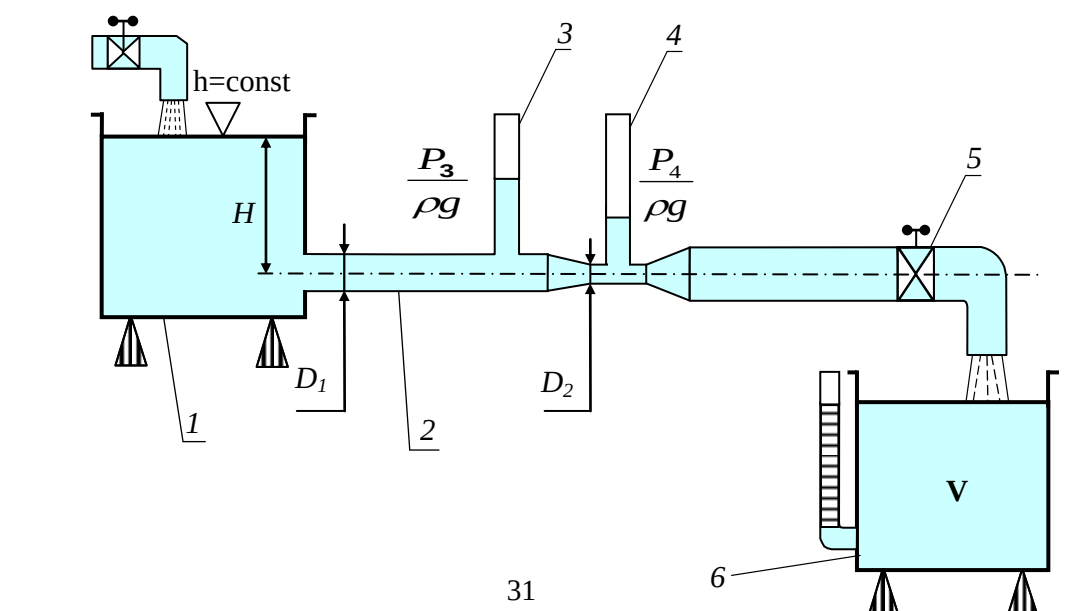
bu yerda ω_3 – suv o‘lchagich oldidagi ko‘ndalang kesim yuzasi; ω_4 – suv o‘lchagich toraygan qismidagi kesim yuzasi; C – kattalikni bilgan holda va p`ezometr ko‘rsatishiga qarab quvurdagi sarfni har qanday vaqt birligi uchun

$$Q = C\sqrt{\Delta h} \quad (5.4)$$

formula orqali topish mumkin.

Standart sarf o‘lchagichlar uchun qarshilik koeffitsiyenti va sarf o‘lchagich doimiylari maxsus ma‘lumotnomalarda keltiriladi. S doimiysini nazariy hisoblash mumkin, aniqrog‘i u tajribada sarf o‘lchagich tarirovkasida aniqlanadi. Tarirovka vaqtida tajriba natijalarini $\Delta h = f(Q)$ bog‘liqlik grafigi ko‘rinishida tasvirlash qulaydir. Bu holda sarfni hisoblashsiz grafikdan aniqlash mumkin.

Qurilma (5.1-rasm) quyidagicha tuzilgan: (1) bosim baki, (2) suyuqlik o‘tkazuvchi quvur, uning oxirida (5) jo‘mrak o‘rnatilgan. Suv sarfi (6) o‘lchagich baki yordamida aniqlanadi. Quvur o‘rta qismida Venturi quvuri o‘rnatilgan. Bosim o‘zgarishini, o‘lchash uchun sarf o‘lchagichga pyezometrlar (3) va (4) ulangan. Bosim baki (1) da o‘zgarmas bosim suv jo‘mragi (5) yordamida ushlab turiladi. Ortiqcha suyuqlik oqova quvur orqali chiqariladi.



5.1-rasm. Tajriba qurilmasining sxemasi

Laboratoriya o'tkazish tartibi. Bosim baki (1) suv bilan to'ldiriladi. Pyezometrlarda havo yo'qligi tekshiriladi. Jo'mrak (5) yordamida turli sarflar vaqt birligida o'lchanadi va har bir tajriba uchun pyezometrlar ko'rsatkichlari olinadi.

$$h_3 = \frac{P_3}{\rho g}, \quad h_4 = \frac{P_4}{\rho g} \quad (5.5)$$

Jami 5 ta o'lchash ishlari bajariladi. Bir vaqtning o'zida o'lchash bakiga tushgan suv miqdori aniqlanadi. O'lchash natijalari 5.1-jadvalga yoziladi.

5.1-jadval

t/r	O'lchov birliklari				Hisoblash birliklari			
	V	t	h_1	h_2	Q	Δh	C	$C_{o'r}$
	sm^3	s	sm	sm	sm^3/s	sm	$sm^{2,5}/s$	$sm^{2,5}/s$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1								
2								
3								
4								
5								
6								

Laboratoriya natijalarini hisoblash.

1. Suyuqlik sarfi hisoblanadi.

$$Q = \frac{V}{t} \quad (sm^3/s)$$

2. (3) va (4) pyezometrlar ko'rsatkichlari farqi aniqlanadi.

3. Sarf o'lchagich doimiysi $C = \frac{Q}{\sqrt{\Delta h}}$ hisoblanadi.

Hisob natijalari 5.1-jadvalga yoziladi.

3. Tajriba natijalariga tarirovka grafigi quriladi.

$$\Delta h = f(Q), \quad (5.6)$$

Nazorat savollari

1. Venturi suv o'lchagichi nima?
2. Suv o'lchagichda sarf koeffitsiyenti qanday aniqlanadi?
3. Venturi sarf o'lchagichida napor yo'qolishi haqida tushuncha bering.

6 – LABORATORIYA MASHG‘ULOTI

MAVZU: “MIKROGESNI SINASH”

Ishning maqsadi

1. MikroGES ishlash prinsipi va qurilmasini o‘rganish.
2. MikroGESni tajribada sinash.
3. MikroGESni tajribada sinash va uning xarakteristikasini qurish
 $M=f(n)$, $N=f(n)$, $\eta=f(n)$, $Q=f(n)$, $H=const$.

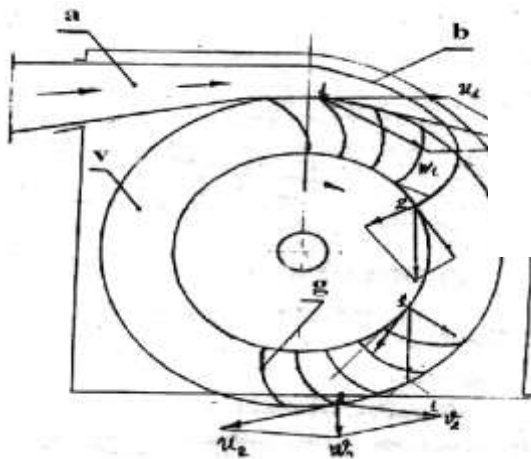
MikroGES qurilmasi va ishlash prinsipi

Gidroturbina yo‘naltiruvchi apparati vazifasini to‘g‘ri burchakli qirqimli soplo bajaradi. Uning yo‘naltiruvchi devori evolventa (zigzag) ko‘rinishda yasalgan. Yupqa to‘g‘ri burchakli qirqimli oqim soplodan chiqib ish g‘ildiragi kuraklariga kichik burchak ostida kirish qismidan yo‘naladi. Shunday holda oqimning kuraklarga urilmasdan kirishi ta‘minlanadi.

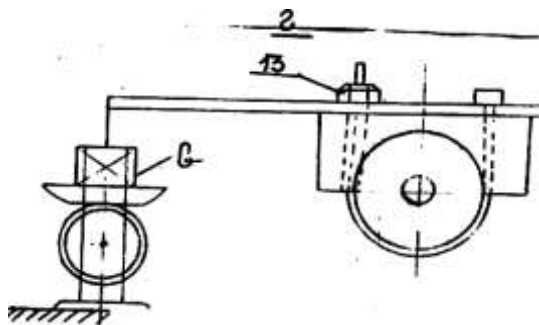
Ish g‘ildiragi ikkita diskdan (6.1-rasm) iborat bo‘lib, ularga silindrsimon kuraklar mahkamlanadi (1).

Soploda hamma napor oqim kinetik energiyasiga aylanadi $-U^2/2g$. Soplodan chiqqan oqim kuraklarga 1 nuqtada kiradi va undan 2-nuqtada chiqib, ish g‘ildiragi ichiga tushadi. Kuraklardan o‘tayotgan oqim unga ta‘sir etib, o‘z energiyasining ko‘p qismini beradi. Oqimning 1 nuqtadan 2 nuqtaga qayta o‘tishi (ish g‘ildiragi ichida) uning energiyasini to‘laligacha ishlatish imkonini beradi. Shuning uchun ham gidroturbinasi banki ikki karrali deb yuritiladi.

Ish g‘ildiragi sxemasida tezliklar uchburchagi kuraklarga kirishda (1 nuqta) va undan chiqishda (2 nuqtada) keltirilgan. Absolyut tezliklar kattaligini taqqoslaganda (kuraklarga kirishda U_1 va chiqishdagi U_2) naporning ko‘p qismi ish g‘ildiragida sarflanadi.



6.1-rasm. Hidroturbina sxemasi.



6.2-rasm. Tormoz sxemasi

MikroGES qurilmasi tuzilishi

MikroGES sxemasi 6.3-rasmda keltirilgan. Hidroturbina nabori markazdan qochirma nasos 1 yordamida hosil qilinadi. Napor kattaligi tartibga solinadigan zadviyka 2 orqali oʻrnatiladi. Hidroturbinaga 8 suv keltiruvchi naporli quvur 3 oʻlcham diafragmasiga 4 va difmanometrغا 5 hamda pʻyezometrغا 7 ega. Hidroturbina valida shkiv boʻlib, uni ipli toʻxtatish tormozi 9 orqali harakatga keltirish mumkin yoki aksincha. Tormoz richagi yuk 6 orqali belgilanadi, u yuklar 10 idishida oʻrnatilgan. Giproturbinadan tushadigan suv bak 11 dan qoʻyib yuboriladi,

Tajriba vaqtida gidroturbina nabori pʻyezometr 7 bilan oʻlchanadi, suv sarfi esa diafragma 4 yordamida. valdagi moment tormoz 9 va yuklar 10 orqali, aylanishlar soni taxometr 12 bilan aniqlanadi.

Laboratoriya bajarish tartibi

1. Bak 11 suv bilan to'ldiriladi. Tartibga solinadigan zadviyka 2 hamda ipli tormozni gayka 13 bilan yumshatib valni erkin aylanadigan holatga keltiriladi.

2. Zadviyka 2 ni asta-sekin ochib p'yezometr 7 yordamida kerakli napor kattaligi o'rnatiladi (4-4,5m). Napor qiymatini o'lchashda xatoga yo'l qo'yilmaslik uchun kran ochilib, o'lchash trubkalaridagi havo chiqarib yuboriladi.

3. Kran 6 ni ochib difmanometr 5 ning h_1 va h_2 balandliklarini aniqlab olinadi va so'ng kran 6 qayta yopiladi.

4. Quyidagi o'lchashlar bajariladi.

h_1 va h_2 – difmonometr ko'rsatishi (mm).

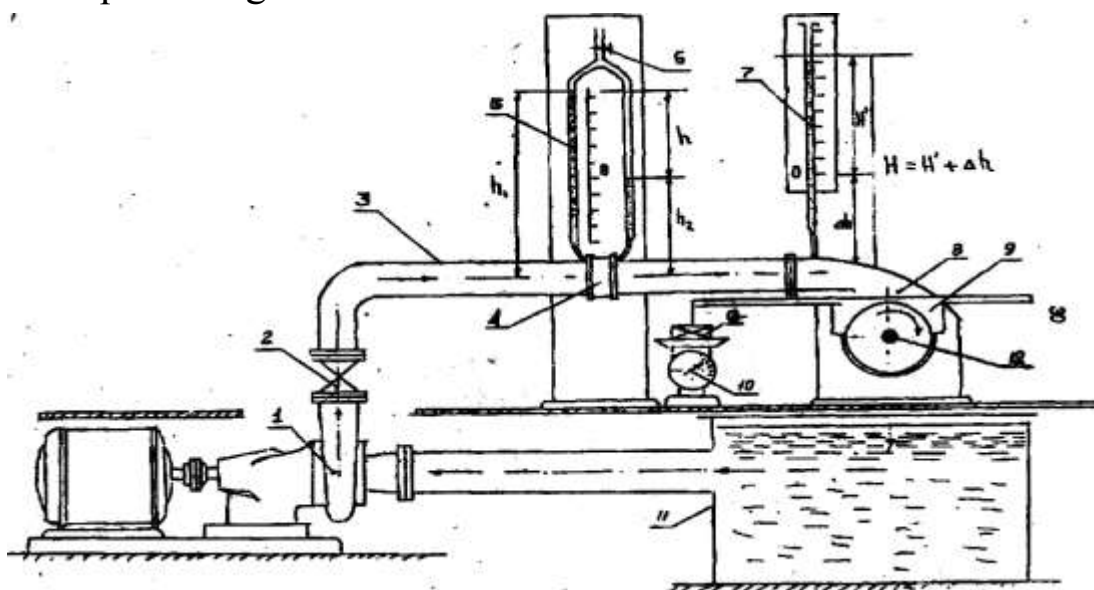
H' – p'yezometr ko'rsatishi (m).

n – gidroturbina valining aylanishlar soni, (ail/min).

R – yuklar strelkasi ko'rsatishi (kgs).

Bu o'lchash qiymatlari 6.1 - jadvalga yoziladi.

Asta - sekin tormozdagi gayka (13) ni burab (6.2-rasm), 10.....14 ta ish rejimlari o'rnatiladi va yuqoridagi barcha o'lchashlar amalga oshiriladi. Yangi rejim o'rnatilganda, p'yezometr ko'rsatishga e'tibor berish zarur, chunki $H = \text{const}$ ta'minlanishi kerak. Bu esa zadviyka 3 ni ochish orqali amalga oshirilib turiladi.



6.3-rasm. Mikro GES qurilmasi.

Tajriba o'tkazish davomida tormozlashni oshirganda gidroturbina korpusidan suvning otilib chiqilishi kuzatilsa, gidroturbinani ishdan to'xtatish mumkin bo'ladi.

Tajriba natijalarini hisoblash

1. P'yezometr 7 ko'rsatishi H' bo'yicha o'lchashga $\Delta h = 0,6$ m ning qiymati qo'shilib napor H topiladi.

$$H = H' + \Delta h$$

bu yerda Δh - p'yezometrning 0 shkalasidan trubka ulanishigacha bo'lgan tik masofa.

2. Pyezometrlar ko'rsatishlari

$$h = h_1 - h_2$$

hisoblanib, tarirovka (6.4-rasm) egri chizig'i $h = F(Q)$ dan turbina suv sarfi qiymati - Q topiladi.

3. Suv oqimining quvvati quyidagicha aniqlanadi.

$$N_{oq} = 9,81 QH$$

4. Tormoz richagiga qo'yilgan kuch ushbu formuladan aniqlanadi.

$$R = G \cdot R'$$

bu yerda R' - yuklar strelkasining ko'rsatishi [kgs].

G - o'rnatilgan yuklar og'irligi [kgs].

5. Gidroturbina validagi moment quyidagiga teng

$$M = P - L$$

bu yerda L - richag uzunligi (m)

5. Gidroturbina validagi quvvat.

$$N = M\omega = Mn/974, \quad [Vt]$$

bu yerda ω - valning burchak tezligi [m/s]

Gidroturbina aylanishlar sonini aniqlashda taxometr ko'rsatkichiga tarirovka egri chizig'ida (6.5-rasm) Δh - qiymatini qo'shib hisoblanadi.

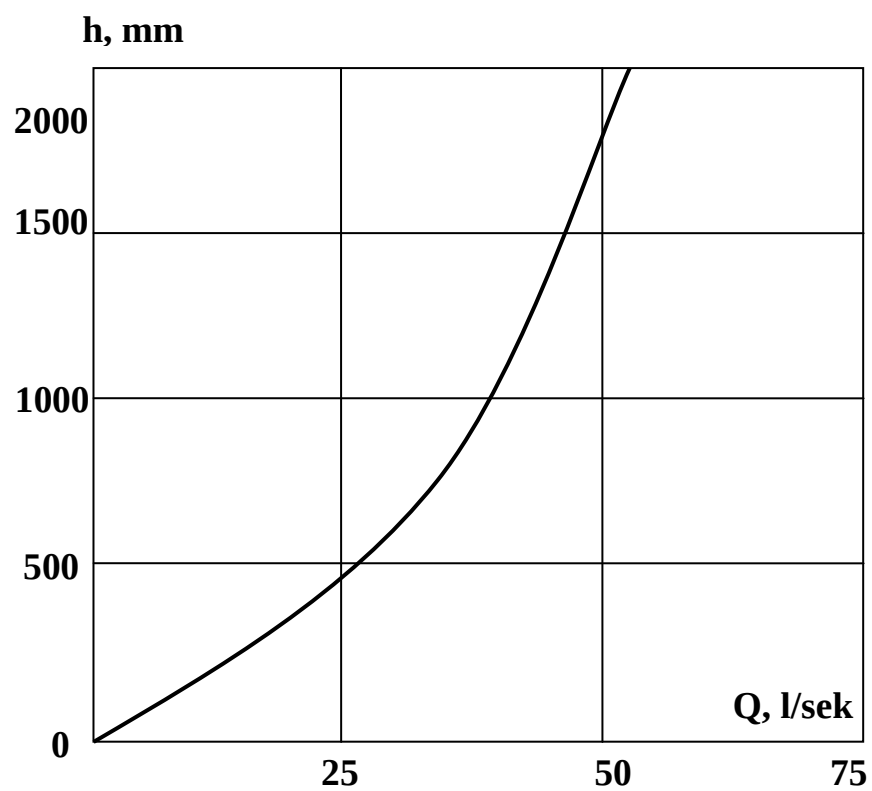
Gidroturbinaning ayrim rejimlarini sinashda p'yezometr sathlari va yuklar strelkasi kuchi tebranishi ham mumkin. Bunday hollarda ularning o'rtacha kattaliklarini aniqlab yozish lozim.

Tajriba natijalariga ko'ra mikroGES xarakteristikallari $M = f(n)$, $N = f(n)$, $\eta = f(n)$, $Q = f(n)$ quriladi.

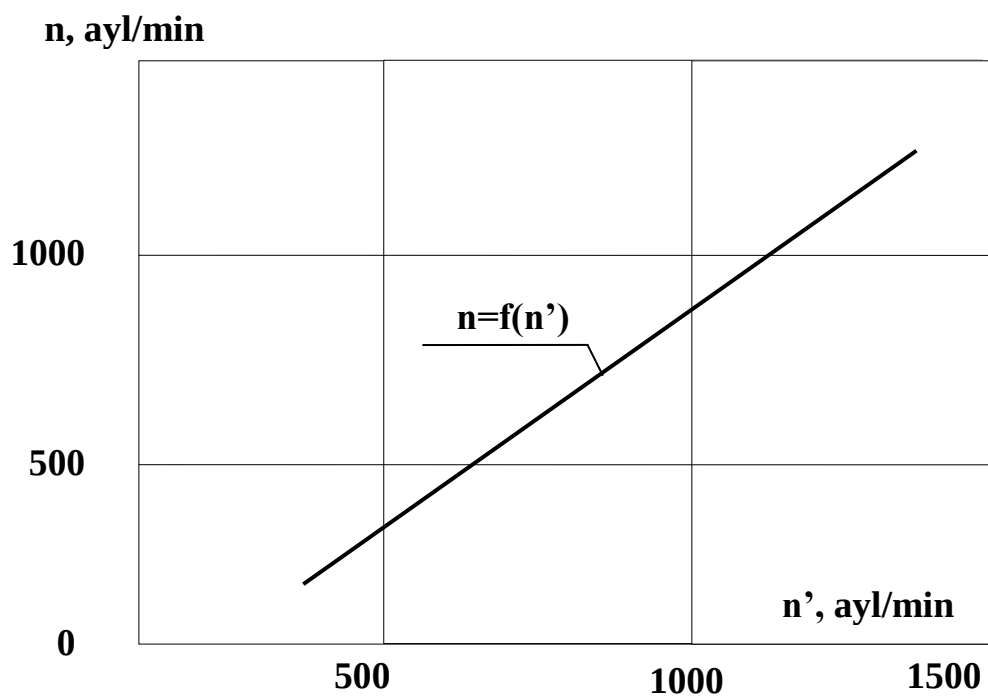
Koordinata o'qining gorizontaal qismiga aylanishlar soni - n , vertikal o'qiga moment, quvvat, FIK va suv sarfi kattaliklari quyiladi.

6.1-jadval

t/r	O'lchashlar					Hisoblashlar									
	h														
	H'	h_1'	h_2'	P	n'	H	h	Q	N_n	P	M	n	N	η	
	m	mm	mm	kgs	ayl/min	m	mm	l/s	Vt ,	kgs	kgs m	ayl/min	Vt	%	
1.															
2.															
3.															
4.															



6.4-rasm. Diafragma tarirovka egri chizig`i



6.5-rasm. Taxometr tarirovka chizig`i.

Nazorat savollari

- 1 Qanday quvvatdagi GESlar mikroGES deyiladi?
- 2 MikroGES qurilmasini qanday qismlardan iborat?
- 3 MikroGES qurilmasining quvvati qanday o'zgartiriladi?
- 4 MikroGESning asosiy parametrlari nimalardan iborat?

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Muxammadiyev M.M., Urishev B.U., Djuraev K.S. Hidroenergetik qurilmalar. Darslik. –T.: Fan va texnologiya, 2015.
2. Mamajonov M. Nasoslar va nasos stantsiyalari. Darslik. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2013.
3. Muxammadiev M.M., Tashmatov X.K. Energiya yig‘uvchi qurilmalar. Darslik. - Toshkent: “Cho‘lpon” , 2011.
4. Muxammadiyev M.M., Urishev B.U. Hidroenergetik qurilmalar. Darslik. - Toshkent: “Fan va texnologiya”, 2013.
5. Badalov A.S., Uralov B.R., Zenkova V.A., Shaazizov F.Sh. Hidroelektrostansiyalar. O‘quv qo‘llanma. – Toshkent: TIMI, 2009.
6. Елистратов В.В. Гидроэлектростанции малой мощности. Учебное пособие. – СПб.: Изд. Политехника, 2004.
7. www.gov.uz – Ўзбекистон Республикаси ҳукумат портали.
8. www.lex.uz – Ўзбекистон Республикаси Қонун ҳужжатлари маълумотлари миллий базаси.
9. <http://www.gov.uz>– Ўзбекистон Республикаси ҳукумат портали.
10. <http://www.catback.ru>- научные статьи и учебные материалы
11. <http://www.ziyo.net.uz>
12. <http://www.ges.ru>
13. <http://www.nasos.ru>
14. <http://www.energy.narod.ru>
15. <http://www.gidravl.narod.ru>
16. <http://www.allpumping.ru>

Mundarija

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Djurayev K.S., Shadibekova F.T. “Gidroenergetik qurilmalar” fanidan laboratoriya ishlarini bajarish bo‘yicha uslubiy ko‘rsatma.

Muharrir: Miryusupova Z. M.