

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

QARSHI MUHANDISLIK IQTISODIYOT INSTITUTI

**«GIDROGAZODINAMIKA, GIDROMASHINALAR VA
GIDROPNEVMOYURITMALAR»**

fanidan tajriba ishlarini bajarishga oid

USLUBIY KO'RSATMA

«ISSIQLIK ENERGETIKASI»

yo'nalishi bo'yicha ta'lim olayotgan talabalar uchun

QARSHI – 2011 yil

Tuzuvchi: Qarshi Muhandislik iqtisodiyot instituti
«Issiqlik energetikasi» kafedrası katta o'qituvchisi
Imomov Shuxrat Boymamatovich

Taqrizchilar: Qarshi Muhandislik iqtisodiyot instituti
«Issiqlik energetikasi» kafedrası katta o'qituvchisi
S.M.Xujaqulov

Qarshi Davlat universiteti “Issiqlik fizikasi va energetikasi” kafedrası dosenti, t.f.n. T.A.Fayziev

Ushbu uslubiy ko'rsatmada «Gidrogazodinamika, gidromashinalar va gidropnevmoymuritmalar» fanidan olib boriladigan tajriba mashg'ulotlaridan bir nechtasi keltirilgan bo'lib, u yangi namunaviy dastur rejasiga mos, xamda talabalarning fan yuzasidan olgan nazariy bilimlarini mustaxkamlashda va yanada chuqurroq bilim olishida kumaklashadi degan umiddamiz.

Ko'rsatma «Issiqlik energetikasi» bakalavr ta'lim yo'nalishida taxsil olayotgan talabalarga, hamda ayrim shu yo'nalishlarda ta'lim olayotgan kasb – xunar kollejlari talabalari uchun xam muljallangan.

Ushbu uslubiy ko'rsatma «Issiqlik energetikasi» kafedrası (bayon №_____2011 yil), Energetika fakulteti uslubiy Komissiyasida (bayon №_____2011 yil), xamda Qarshi Muhandislik iqtisodiyot instituti Uslubiy Kengashi (bayon №_____2011 yil) qaroriga asosan o'quv jarayonida qullanishga va ko'p nusxada ochiq usulda chop etishga tavsiya etilgan.

SO'ZBOSHI

Fan, texnika va texnologiya jadal sur'atlar bilan rivojlanib borayotgan hozirgi sharoitda mustaqil milliy iqtisodiyotni barpo etish ko'p jihatdan tayyorlanayotgan mutahassislarning sifatiga bog'liq bo'ladi. Bozor iqtisodiyoti sharoitida mustaqil ishlashga layoqatli, yuqori malakali va raqobatbardosh kadrlarni tayyorlash, ularni Vatanga fidoyilik ruhida tarbiyalash oliy ta'limning asosiy vazifasidir. Etarli bilim darajasiga va amaliy ko'nikmalarga ega bo'lgan mutaxassisgina korxonada samarali ishlashi, o'z kasbining mohir ustasi bo'lishi va mustaqil O'zbekistonimiz taraqqiyoti uchun munosib hissa qo'sha olishi mumkin.

Hayotga joriy etilayotgan «Talim to'g'risida»gi qonun va «Kadrlar tayyorlash milliy dasturi» Respublikamizda talim tizimini isloh qilish va yuqori kasbiy malakaga ega bo'lgan kadrlar tayyorlashga qaratilgan.

Yozilgan ushbu ko'rsatma «Gidrogazodinamika, gidromashinalar va gidropnevmoyuritmalar» fanini o'zlashtirishga oid bo'lib, tomchisimon va gaz holatdagi suyuqliklarning muvozanat holati va harakat qonunlari, gidravlik mashinalar tuzilishi, gidropnevmoyuritmalarning oddiy va murakkab sxemalarini urganishga doir ishlar berilgan, u talabalarga suyuqlik va gazlar yordamida energiyani uzatish, saqlash, energiya qurilmalarini loyixalash va ishlatish, hamda gidroapparaturalarni tanlash, qullash, ishlash prinsiplarini o'rgatadi degan umiddamiz.

Talabalar tajriba ishlarini bajarishda bir qancha muxim bo'lgan qoidalarga amal qilishlari lozimdir. Tajriba ishlarini bajarish elektr uskunolari yordamida olib borilgani uchun ularni tok bilan jaroxatlanish xavfi bo'ladi. Ma'lumki 40-42 V kuchlanish xavfsiz bo'lib, bu paytda odamdan 0,1-0,3 A gacha tok utadi. Shuningdek, 50 mA tok odamni jaroxatlantirishga, 100 mA tok esa ulimga olib keladi. Umumiy xolda talabalar tajriba ishlarini bajarishlari mobaynida lozim bo'lgan tartib qoidalarni keltirib utamiz:

1. Tajriba ishini bajarishdan oldin ish bilan chuqur tanishish kerak.
2. Berilgan sxemani va zanjirni yigishdan oldin uzib ulagich uzilgan xoldaligini tekshirish kerak.
3. Sxemani yirishda xar xil uziq yuliy simlardan, nosoz asboblardan foydalanmaslik kerak.
4. Sxemani diqqat bilan yiggandan sung, sxemada qatnashayotgan asboblarda tok bo'lmasligini, yerga ulanganlik darajasi yaxshiligini yana bir bor kuzdan kechirish kerak.
5. Tajriba ishlari suv bilan ta'minlanish kerak bo'lganda suvni yerkin oqish yullarini tekshirib kurish, shlanglarni butunligiga ishonch xosil qilish kerak.
6. Elektr dvigatellari bilan ishlashda soch va kiyimlarni aylanuvchi valdan yextiyot qilish lozim.
7. Mustaqil tarzda xech qanday sxemaga tegmaslik, xamda uzib ulashni bajarmaslik kerak.
8. Tajriba ishini boshlashdan oldin raxbarga bajarish tartibini aytib berish va ruxsat olish shart.
9. Agar ish bajarish davrida simlarni uzilishi, asbobni tufri ishlamayotganini, xamda noxush xidlar paydo bo'lsa, birinchi navbatda sxemani uzish va tezda raxbarga xabar berish kerak.

Talabalar yuqoridagi qoidalarga rioya etishlari va raxbarning texnika xavfsizligi buyicha tuliq tushuntirishlarini diqqat bilan tinglab, unga amal qilishlari lozim, bu esa tajriba ishini samarali va sifatli bajarilishiga zamin yaratadi.

Ta'kidlab utilgan va raxbar tushuntirgan qoidalarni bilib olgandan sung talabalar «Texnika xavfsizligi» maxsus jurnaliga uz imzolarini qayd etishlari talab etiladi.

1 – Laboratoriya ishi

P'EZOMETR VA TO'LIQ BOSIM CHIZIG'INI CHIZISH

I. Ishning maqsadi.

1. Tajribada potensial va kinetik energiyalarining Bernulli tenglamasi asosida o'zgarishini tekshirish.
2. P'ezometr va to'liq bosim chizig'ini chizish.
3. Bosim yo'qolish kattaligini topish.

II. Qisqacha nazariy ma'lumot

Bernulli tenglamasi barqaror real suyuqliklar uchun energiyaning saqlanish qonunini ko'rsatadi. Suyuqliklarning barqaror harakati fazoning har bir nuqtasida tezlik va bosim o'zgarmaganda kuzatiladi. Bernulli tenglamasi ixtiyoriy ikki kesim uchun solishtirma holat, potensial va kinetik energiyalarining o'zgarishini ko'rsatadi va quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_{w1-2}$$

Solishtirma energiya deb bir og'irlik birligiga to'g'ri kelgan energiya miqdoriga aytiladi.

Bernulli tenglamasining har bir hadi geometrik va energetik ma'nosiga ega.

Energetik mazmuni:

Z_1 ba Z_2 - birinchi va ikkinchi kesim uchun tegishli og'irlik bilan ifodalanuvchi solishtirma holat energiyasi;

$\frac{P_1}{\rho g}$ ba $\frac{P_2}{\rho g}$ - ikkala kesimga tegishli bosim bilan ifodalanuvchi solishtirma energiya;

$\frac{\alpha_1 v_1^2}{2g}$ ba $\frac{\alpha_2 v_2^2}{2g}$ - ikkala kesimga tegishli solishtirma kinetik energiya;

α_1 ba α_2 - Koriolis koeffisienti yoki birinchi va ikkinchi kesimlarda tezlikning notekis tarqalganligini hisobga oluvchi koeffisientlar;

h_{w1-2} - shu ikki kesimda bosim yo'qolishi.

Real suyuqliklarning barqaror harakatida uchta solishtirma energiyalarning yig'indisi to'liq solishtirma energiyaga teng va u E bilan belgilanadi:

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

Geometrik mazmuni:

Z_1 va Z_2 - geometrik balandlik, ikkala kesim og'irlik markazi qiyosiy tekislik (0-0) dan qancha balandlikda turishini ko'rsatadi;

$\frac{P_1}{\rho g}$ va $\frac{P_2}{\rho g}$ - ikkala kesimdagi p'ezometrik balandliklar;

$\frac{\alpha_1 v_1^2}{2g}$ va $\frac{\alpha_2 v_2^2}{2g}$ - suyuqlikning tegishli tegishli kesimlaridagi tezlik bosimi balandligi;

Bernulli tenglamasidagi bu uchta balandlik yig'indisi suyuqlikning to'liq bosimi deyiladi va H bilan belgilanadi:

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

Real suyuqliklar harakat qilayotganda ichki ishqalanish kuchi ta'sirida gidravlik qarshilik mavjud bo'ladi. Bu gidravlik qarshilikni engish uchun ma'lum miqdorda suyuqlik o'z energiyasini yo'qotadi. Birinchi va ikkinchi kesimlar oralig'ida yo'qotadigan energiya to'liq solishtirma energiyalar ayirmasiga teng.

$$h_{w_{1-2}} = E_1 - E_2 \quad \text{va} \quad h_{w_{1-2}} = H_1 - H_2$$

To'liq solishtirma energiyaning harakat o'qi bo'yicha o'zgarishini to'liq bosim chizig'i orqali ifodlanadi. Bu uchta solishtirma energiya yig'indisi orqali quriladi:

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

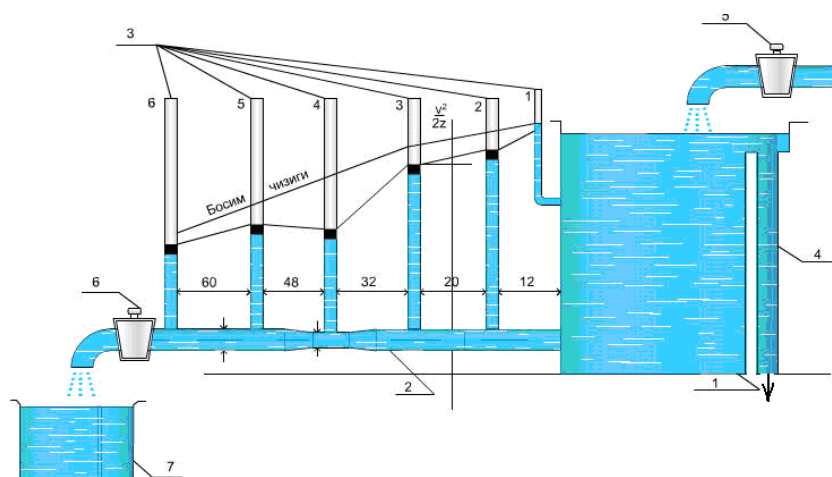
P'ezometr chizig'i Bernulli tenglamasining ikki hadi yig'indisi orqali quriladi va solishtirma potensial energiyaning o'zgarishini ko'rsatadi:

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

Gidravlikaning eng muhim tenglamalaridan biri Bernulli tenglamasi bo'lib, u gidravlikaning ko'pgina amaliy masalalarini echishda qullaniladi.

III. Laboratoriya qurilmasining tasviri (1.1-rasm).

Qurilma bosimli bak 1 va har-xil kesimli quvur 2 dan iborat. Bak 1 tashqi quvurdan jumrak 5 orqali to'ldiriladi. Oqova nov 4 yordamida bak 1 dagi suvning sathi bir tekisda ushlab turiladi. Bu esa suvning quvurda barqaror harakat qilishini ta'minlaydi.



1.1- rasm. Laboratoriya qurilmasining tasviri.

Quvur 2 da suv sarfi Q o'zgarishi jumrak 6 orqali rostlanadi. Bak 1 ga va quvur 2 ga p'ezometrlar 3 ulangan. P'ezometrlarning 0 nuqtasi quvur 2 ning o'q kesimiga

to'g'rilangan. Suvning sarfini hajmiy usulda, maxsus darajalangan idish 7 yordamida sekundomer orqali o'lchanadi.

III. Tajribani bajarish tartibi.

Ishni bajarish uchun jo'mrak 5 ochilib bak 1 to'ldiriladi. Jo'mrak 6 yordamida quvur 2 da suvning barqaror harakatga erishiladi. Bu p'ezometrlarda suv sathining o'zgarmasligi orqali amalga oshiriladi. Keyin darajalangan idish 7 ga tushayotgan suv hajmi W ma'lum vaqt t orqali aniqlanadi. Shu vaqt ichida p'ezometrlarning ko'rsatishi ham yozib olinadi. O'lchash natijalari 8.1-jadvalga yoziladi.

Qiyosiy tekislik 0-0 uchun stolning gorizontall tekisligini qabul qilish mumkin. Solishtirma holat energiyasi Z - quvurning o'qidan stol tekisligigacha bo'lgan balandlikka teng bo'ladi.

1.1-jadval

Tajriba №	P'ezometrlarning ko'rsatishi						Hajm	Vaqt	Sarf
	$\frac{p_1}{\rho g}$	$\frac{p_2}{\rho g}$	$\frac{p_3}{\rho g}$	$\frac{p_4}{\rho g}$	$\frac{p_5}{\rho g}$	$\frac{p_6}{\rho g}$	W	t	Q
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm^3	c	cm^3/c

IV. Tajriba natijalarini hisoblash.

1. Har bir tajriba uchun suv sarfi Q darajalangan idish hajmi W va vaqti t orqali topiladi.

$$Q = \frac{W}{t}.$$

2. Suv harakatining quvurdan oqishdagi o'rtacha tezligi oqim kesimi uchun ω hisoblanadi:

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

3. Har bir oqim kesimi uchun solishtirma potensial va kinetik energiyalar topiladi.

$$H_{pot} = Z + \frac{P}{\rho g}; \quad \text{ba} \quad H_{kin} = \frac{\alpha v^2}{2g}.$$

4. To'liq solishtirma energiyaning kattaligi solishtirma potensial va kinetik energiyalarning yig'indisiga teng:

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

Biron tajriba asosida hisoblash natijasiga ko'ra quvur o'zunligi buyicha p'ezometr va to'liq bosim chizig'i quriladi.

Gidravlik yo'qotish h_w har bir harakat kesimi uchun to'liq solishtirma energiyalarning farqi ko'rinishida aniqlanadi:

$$h_{w_i} = E_1 - E_i$$

bunda E_1 - birinchi harakat kesimidagi to'liq solishtirma energiya; E_i - i ta harakat kesimlaridagi to'liq solishtirma energiya ($i=2\dots6$).

Hisoblash natijalari 1.2-jadvalga yoziladi.

1.2-jadval

№	Hisoblash natijalari	O'lchov birligi	Harakat kesimining soni					
			1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Quvur diametri d	cm						
2	Kesim yuzasi ω	cm^2						
3	O'rtacha tezlik v	cm/c						
4	Solishtirma kinetik energiya E_k	cm						
5	Solishtirma potensial energiya E_p	cm						
6	Tuliq solishtirma energiya E_T	cm						
7	Gidravlik yo'qotish h_w	cm						

Nazorat savollari.

1. Bernulli tenglamasining geometrik va energetik mazmunini izoxlab bering?
2. Real suyuqliklar uchun Bernulli tenglamasi qanday yoziladi?
3. P'ezometr va to'liq bosim chiziqlari qanday chiziladi?
4. Suyuqlik sarfi va uning o'rtacha tezligi qanday topiladi?
5. Real suyuqliklar deb nimaga aytiladi?
6. Suyuqliklarda qanday ichki kuchlar mavjud?
7. Gidrodinamik bosimning gidrostatik bosimdan farqi nima?
8. Zo'riqish kuchi deb nimaga aytiladi?
9. Bernulli tenglamasini keltirib chiqarishning qanday usullari mavjud?
10. Bernulli tenglamasini tushuntirib bering.
11. Bernulli tenglamasi nechanchi yilda olingan?

2 – Laboratoriya ishi

GIDRAVLIK QARSHILIK KOEFFISIENTINI TAJRIBA YO'LI BILAN ANIQLASH.

I. Ishning maqsadi.

1. Tajribada gidravlik qarshilik koeffisientini kattaligini aniqlash.
2. Suvning oqim harakatini va qarshiliklar sohasini aniqlash; Har bir qarshiliklar sohasi uchun gidravlik qarshilik koeffisientini hisoblash.
3. Gidravlik yo'qotish koeffisientining tajriba va nazariy kattaliklarini taqqoslash.

II. Qisqacha nazariy ma'lumot.

Gidrodinamikaning asosiy masalalaridan biri real susyuqliklar uchun bosimning kamayishini aniqlashdir. Quvurlardan suyuqlik oqqanda bosimning kamayishi ishqalanish qarshiligi va mahalliy qarshilikka bog'liq bo'ladi. Quvurda suyuqlik barqaror harakatlenganda bosim kamayishi Darsi-Veysbax formulasidan topiladi:

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

bunda h_l - o'zunlik bo'yicha yo'qotilgan bosim; l - quvurning o'zunligi; d - quvurning diametri; v - suyuqlik oqimining o'rtacha tezligi; λ - quvur o'zunligida gidravlik so'qotish koeffisienti.

Ishqalanish qarshiligi real suyuqliklar ichki qarshiligiga bog'liq va quvurlarning butun o'zunligi bo'yicha ta'sir qiladi.

Quvur uzunligi bo'yicha bosim yo'qotilishi suyuqlikning laminar va turbulent harakatiga quvurning materialiga bog'liq bo'ladi. Laminar harakat vaqtida quvur devorlarining g'adir-budirlik bosim yo'qotilish kattaligiga ta'sir qilmaydi.

Suyuqlikning turbulent harakatida quvur devori yaqinida laminar oqim qavati hosil bo'ladi. Bu laminar harakat Reynolds soniga bog'liq va uning ortishi bilan kamayadi. Laminar qavat bilan utkinchi zona birgalikda chegara qavat deyiladi. Laminar qavat qalinligi millimetrlarda o'lchanadi va bilan belgilanadi hamda Reynolds soniga bog'liq bo'ladi.

G'adir-budirlikni karakterlash uchun quvur devorlaridagi dungliklarning o'rtacha balandligi qabul qilingan, u *absolyut g'adir-budirlik deb ataladi* va Δ bilan belgilanadi. Agar ayusolyut g'adir-budirlik laminar chegara qavatining qalinligidan kichik bo'lsa, ya'ni $\Delta \leq \delta$ bo'lsa bunday quvurlar gidravlik silliq quvurlar deyiladi. Agar Δ laminar chegara qavat qalinligi δ dan katta bo'lsa ya'ni $\Delta \geq \delta$ - bu quvurlarga *g'adir-budir quvurlar* deyiladi.

Reynolds soning kichikroq qiymatlarida gidravlik silliq quvurlarni ning ortishi bilan “g'adir-budir” quvur sifatida qaraladi. U holda absolyut g'adir-budirlik quvur devorining oqimi harakatiga ta'sirini tuliq ifodalay olmaydi. Bularni hisobga olish maqsadida uxshashlik qonunlarini qanoatlantiradigan va oqim gidravlikasiga

g'adir-budirlikning ta'sirini tularoq ifodalaydigan nisbiy g'adir-budirlik tushunchasi kiritiladi va u quyidagicha aniqlanadi.

$$\bar{\Delta} = \frac{\Delta}{d}$$

bunda d - quvur diametri.

2.1-rasmda gidravlik yo'qotish koeffisienti "g'adir-budirlik" va Reynolds soni Re ga bog'liqligi tabiiy g'adir-budirlikli quvurlar uchun keltirilgan.

Bu grafikda bizning va xorijiy mamlakatlar olimlarining tajriba natijalari umumlashtirilgan, hamda $\bar{\Delta} = 0,050 \dots 0,000005$ va $Re = 3,5 \cdot 10^3 \dots 10 \cdot 10^7$ grafikdan kurinib turibdiki, λ va Re bog'lanishi sohasida uchta zona mavjud.

1. Birinchi zona laminar tartib zonasini – I chiziqli (2.1-rasm).
2. Ikkinchi zona turbulent tartibiga to'g'ri keladi – II chiziqli (2.1-rasm).
3. Uchinchi zona I va II to'g'ri chiziqlar oralig'ida joylashgan bo'lib *utkinchi zona* deyiladi.

Bu grafikka asosan turbulent tartib uchta qarshilik zonasiga bo'linadi.

1. Gidravlik silliq quvur zonasini - II chiziqli. Bu zonaning yuqori chegarasi Reynoldsning birinchi darajali sonida topiladi:

$$Re \geq Re' = \frac{10}{\bar{\Delta}};$$

Bu zonada:

- a) h_l - o'rtacha tezlikka ($v^{1,75}$) quvur uzunligi bo'yicha to'g'ri proporsional;
- b) h_l - uzunlik bo'yicha g'adir-budirlikka bog'liqmas, chunki $\delta \geq \Delta$.
- c) λ - Reynolds soniga bog'liq va Blazius formulasidan topiladi:

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

2. Oldingi kvadrat qarshilik zonasini.

Grafikda (2.1-rasm) bu zona II va III chiziqlar oralig'ida joylashgan va quyidagi shart bo'yicha aniqlanadi.

$$Re' \leq Re \leq Re'' = 500 / \bar{\Delta}$$

Bu zonada

a) h_l - uzunli bo'yicha oqimning o'rtacha tezligi $1,75 \dots 2$ ko'rsatkichiga to'g'ri proporsional ($v^{1,75 \dots 2}$).

b) h_l - uzunli bo'yicha "g'adir-budirlikka" va Reynolds soniga bog'liq.

c) λ - ni hisoblash uchun ko'proq Altshul formulasi qullaniladi:

$$\lambda = 0,11 \left(\bar{\Delta} + \frac{66}{Re} \right)^{0,25}$$

Kvadratik qarshilik sohasi

Grafikda bu zona III chiziqlar oralig'ida joylashgan va $Re' \geq Re''$ shart bajariladi.

Bu zonada:

a) h_l - uzunli bo'yicha v_{yp}^2 - ga to'g'ri proporsional;

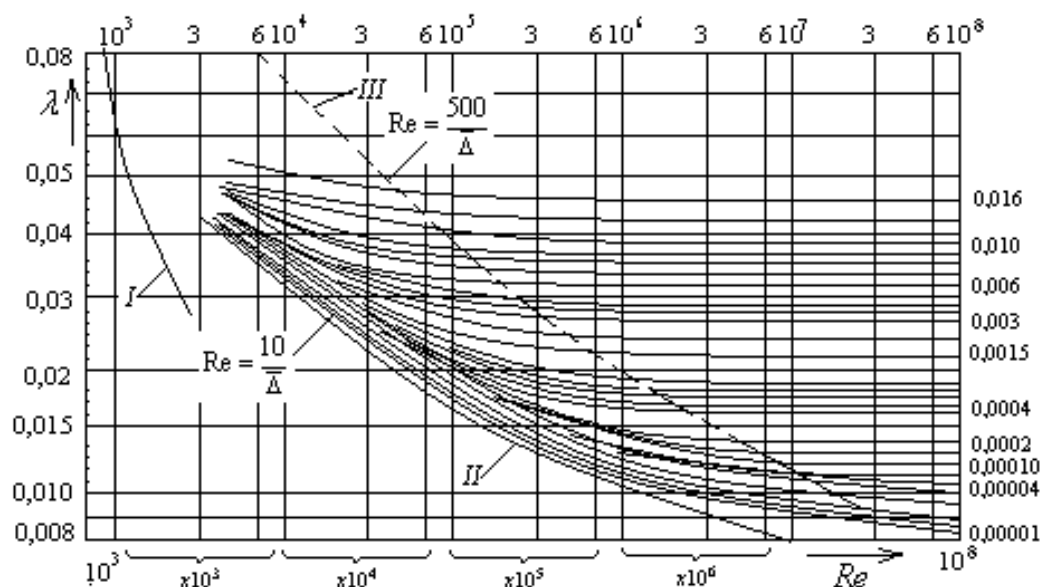
b) λ - Reynolds soniga bog'liq emas;

c) λ - faqat nisbiy g'adir-budirlikka bog'liq va Shifrinson formulasidan topiladi:

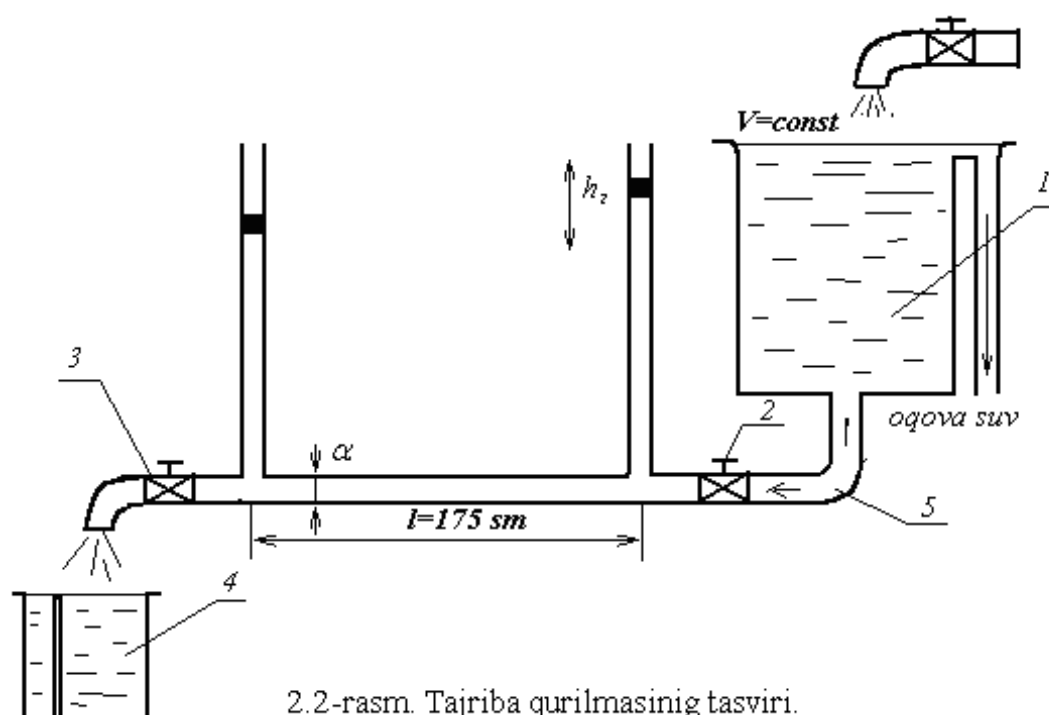
$$\lambda = 0,11 (\bar{\Delta})^{0,25}$$

III. Tajriba qurilmasining tasviri (2.1-rasm)

Tajriba qurilmasi bak 1 dan va unga ulangan quvur 5 dan iborat. Quvurning to'g'ri joyining uzunligi $l=175\text{sm}$. Shu to'g'ri joyning boshlanish va oxirgi qismiga p'ezometrlar ulangan. Bakda oqova nov qilingan va suv satxi bir tekisda ushlab turiladi. Quvurning oxirgi qismida darajalangan bak 4 o'rnatilgan. Suv sarfini quvurda rostlash uchun ikkita jo'mrak (2 va 3) o'rnatilgan.



2.1-rasm. $\lambda = f(Re)$ -ning bog'lanish grafiği



2.2-rasm. Tajriba qurilmasinig tasviri.

IV. Tajribani bajarish tartibi.

Tajriba boshlashda jumrak 2 ixtiyoriy ravishda ma'lum kattalikka ochiladi. 3 – jumrakning ochilishiga qarab biz suyuqlikning quvurda o'rtacha tezlikni o'zgartiramiz. Bu tajribada har xil Reynolds sonini ko'zatishga yordam beradi. Quvurda suyuqlikning barqaror harakatiga erishilganda, p'ezometrlarning ko'rsatkichlar yozib olinadi va 4-bakdagi suv hajmi vaqtga qarab o'lchanadi. Bundan tashqari suvning temperaturasi ham aniqlanishi kerak. Tajriba kamida uch marta utkazilishi kerak – bunda 3-jo'mrak har xil kattalikda ochiladi.

V. Tajriba natijalarini hisoblash.

1. Bosim yo'qotilishini aniqlashda ikkala kesim uchun 1-1 va 2-2 Bernulli tenglamasidan foydalaniladi:

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_{w_{1-2}},$$

agar $z_1 = z_2$ va $v_1 = v_2$ bo'lsa, $h_{w_{1-2}} = \frac{p_1}{\rho g} - \frac{p_2}{\rho g}$ bo'ladi.

Qiyoslash tekisligi 0 - 0 ni quvurning o'qidan o'tgan deb faraz qilamiz.

2. Quvurdagi suv sarfi Q va oqimning o'rtacha tezligi hisoblanadi.

$$Q = \frac{W}{t}, \quad v = \frac{Q}{\omega}$$

3. Tajriba natijalariga ko'ra Darsi-Veysbax formulasi bo'yicha λ topiladi:

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

4. Qarshiliklar zonasini aniqlash uchun Reynolds soni hisoblab topiladi:

$$Re = \frac{vd}{\gamma}; \quad Re = \frac{20}{\Delta}; \quad Re'' = \frac{500}{\Delta}.$$

5. λ - ning nazariy qiymatini topish uchun har bir qarshiliklar zonasiga to'g'ri keladigan formulalar aniqlanadi.

6. Tajribadagi o'lchash va hisoblash natijalari 2.1-jadvalga yoziladi.

2.1-jadval

Tajr №	O'lchashlar				Hisoblashlar							O'zgarma kattalik
	$p_1 / \rho g$	$p_2 / \rho g$	W	t	h_l	Q	v	λ	Re	Qarshilik zonasi	λ_{naz}	
	см	см	см ³	с	см	см ³ / с	см	-	-	-	-	
												$d = 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}$
												$l = 1,75 \text{ м}$

Nazorat savollari.

1. Suyuqliklar harakatining qarshiliklar zonasini tushuntiring?
2. Qanday quvurlar “silliq” va “g'adir – budur” quvurlar deyiladi?
3. Gidravlik yo'qotish h_l tajriba va nazariy yo'l bilan qanday topiladi?
4. Darsi koeffisienti λ qanday topiladi?
5. Suv sarfi va tezligini topish formulalarini yozing?

3 – Laboratoriya ishi

MAHALLIY QARSHILIKLAR KOEFFISIENTINI TAJRIBA YO'LI BILAN ANIQLASH.

I. Ishning maqsadi.

1. Tajribada maxalliy qarshiliklar koeffisientining ξ_M kattaligini aniqlash.
2. Nazariy va tajriba yo'li topilgan mahalliy qarshiliklar koeffisientini o'zaro taqqoslash.

II. Qisqacha nazariy ma'lumot.

Mahalliy qarshilik suyuqlik harakat qilayotgan quvur shaklining o'zgarishiga bog'liq bo'lib, tezlikning o'zgarishida paydo bo'ladi. Har qanday gidravlik tarmoqlarda odatda mahalliy qarshiliklar uchraydi: masalan: quvurlarning keskin kengayishi va torayishi, tirsaklar, oqim yo'nalishiga ta'sir ko'rsatadigan qurilma (jumrak, ventil va x.k) lar bunga misol bo'la oladi.

Mahalliy qarshiliklar bosimning yo'qolishiga sabab bo'ladi va quyidagi formuladan hisoblanadi.

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

bunda h_m - bosimning mahalliy qarshilikda yuqolishi, ξ_m - mahalliy qarshilik koeffisienti, v - mahalliy qarshilik kesimidan keyingi oqimning o'rtacha tezligi.

ξ_m - ning kattaligi mahalliy qarshiliklar xiliga, uning geometrik formalariga, nisbiy g'adir-budurlikka va Reynolds soniga bog'liq bo'ladi. Tajribalarning ko'rsatishicha ξ_m - ning Re ga bog'liqligi suyuqliklarning laminar harakatida kuzatilar ekan. Bu bog'liqlik turbulent harakatda unchalik sezilarli emas, shuning uchun amaliy hisoblashlarda ξ_m - ning kattaligi bitta mahalliy qarshilik uchun o'zgarmas deb qabul qilinadi.

Mahalliy qarshilikning ayrim hillarini ko'rib chiqamiz:

1. Tiqinli jumrak. ξ_m - jumrakning tashqi kurinishiga, ochilish kattaligiga va tuzilishiga bog'liq bo'ladi. 3.1-jadvalda tikinli jumrak ochilish burchagiga $\xi_{жум}$ -ning bog'liqligi keltirilgan.

3.1-jadval

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

2. Keskin kengayish (3.1-rasm). Maxalliy qarshilikning bu turida $\xi_{K.K}$ - koeffisient kesimlarning o'zgarishiga bog'liq bo'lib kesimlar nisbati Ω/ω qancha kichik bo'lsa, $\xi_{K.K}$ shuncha katta bo'ladi.

Keskin kengayish vaqtida $\xi_{K.K}$ - nazariy qiymati quyidagi bog'lanishdan topilishi mumkin

$$\xi_{K.K} = \left(\frac{\Omega}{\omega} - 1\right)^2,$$

bunda ω - keskin kengayishgacha bo'lgan kesim yuzasi; Ω - kengayishdan keyingi yuza.

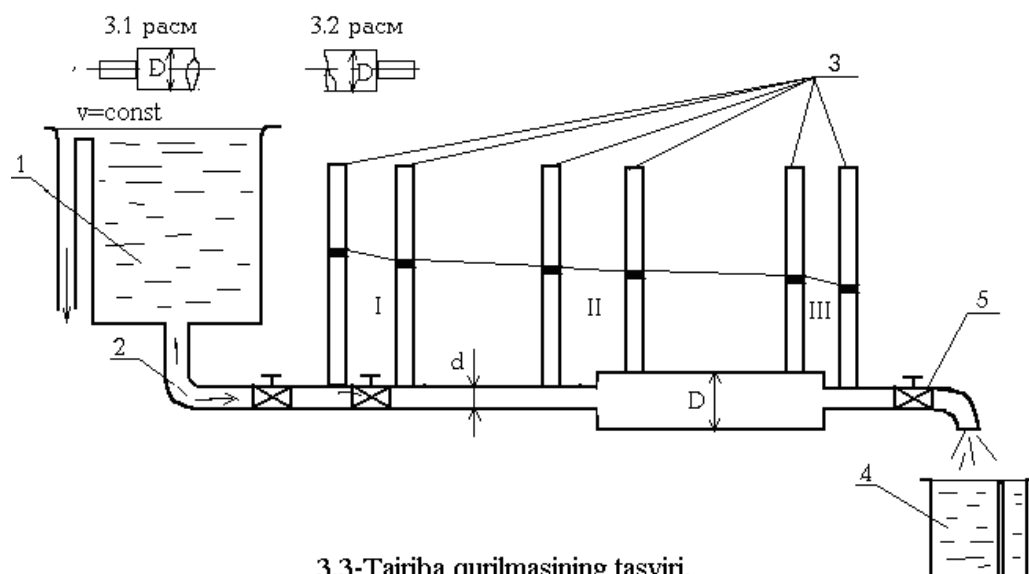
3. Keskin torayish (3.2-rasm). Bu holda mahalliy qarshilik koeffisienti $\xi_{K.T}$ - kesimlar o'zgarishiga bog'liq bo'ladi va Ω/ω ortishi bilan ortadi.

Keskin torayish uchun $\xi_{K.T}$ ushbu nazariy bog'lanishdan hisoblanadi.

$$\xi_{KT} = 0,5\left(1 - \frac{\omega}{\Omega}\right).$$

III. Tajriba qurilmasining tasviri (3.3 - rasm).

Qurilma bak 1 dan va quvur 2 dan iborat. Bakdagi suv satxi oqova nov yordamida $v = \text{const}$ da ushlab turiladi. Quvurda jumrak I, keskin kengayish II va keskin torayish III kabi mahalliy qarshiliklar bor. Har bir mahalliy qarshilik oldidan va undan keyin p'ezometr naychalari 3 o'langan. Quvurning oxirgi tomonida darajalangan bak 4 o'rnatilgan.



3.3-Tajriba qurilmasining tasviri.

IV. Ishni bajarish tartibi.

Quvur 2 da ma'lum miqdordagi suv sarfi jumrak 5 yordamida qo'yiladi. Quvurda barqaror suyuqlik oqimi o'rnatiladi. Keyin p'ezometrlar ko'rsatkichlari hamda ma'lum vaqt t ichida darajalangan bak 4 ga oqib tushayotgan suv hajmi V o'lchanadi. Tajribada o'lchash natijalari 3.1 – jadvalga yoziladi. Tajribani kamida uch marta jumrak 5 ning har xil ochilishi bo'yicha o'tkaziladi.

V. Tajriba natijalarni hisoblash

1. Oqib chiqqan suv sarfi quyidagi tenglama orqali hisoblanadi.

$$Q = \frac{V}{t}$$

2. O'rtacha tezlik
$$\nu_d = \frac{Q}{\Omega}$$

bu erda d - quvurning kengayishigacha bo'lgan diametri, D - quvurning kengayishdan keyingi diametri.

3. Bosim kamayishini h_w har bir mahalliy qarshilik uchun Bernulli tenglamasi asosida topiladi:

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 \nu_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 \nu_2^2}{2g} + h_{w_{1-2}}$$

bunda quvur gorizontall joylashgani uchun $z_1 = z_2$, u xolda

$$\frac{p_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 \nu_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 \nu_2^2}{2g} + h_{w_{1-2}}$$

Mahalliy qarshilik joylashgan quvurning ikkinchi qismida, bosimning kamayishi o'zunlik bo'yicha judayam oz, shuning uchun $h_{w_{1-2}} = h_m$ deb qabul qilish mumkin. Unda

$$h_m = \left(\frac{p_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 \nu_1^2}{2g} \right) - \left(\frac{p_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 \nu_2^2}{2g} \right);$$

bu erda $\alpha_1 = \alpha_2 = 1,0$ yoki $h_m = E_1 - E_2$,

$$E_1 = \frac{p_1}{\rho g} + \frac{\nu_1^2}{2g}; \quad E_2 = \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\nu_2^2}{2g};$$

bu erda E_1 va E_2 - tuliq solishtirma energiyalar, 1-1 va 2-2 kesimlar uchun.

Quvurning diametri jumrakdan oldin va keyin bir xil bo'lgani uchun $\nu_1 = \nu_2 = \nu_d$, unda
$$h_{\text{жсум}} = \frac{p_1}{\rho g} - \frac{p_2}{\rho g}$$

Keskin kengayish va torayish mahalliy qarshiliklari uchun bosimning yo'qotilishini aniqlashda solishtirma kinetik energiya o'zgarishini hisobga olish zarurdir. Bu holda bosim yo'qotilish kattaligi to'liq solishtirma energiyalarning mahalliy qarshilikdan oldin va keyingi farqi ko'rinishda topiladi:

$$h_{\kappa.\kappa.} = \left(\frac{p_3}{\rho g} + \frac{\alpha_3 \nu_3^2}{2g} \right) - \left(\frac{p_4}{\rho g} + \frac{\alpha_4 \nu_4^2}{2g} \right) = E_3 - E_4,$$

$$h_{\kappa.t.} = \left(\frac{p_5}{\rho g} + \frac{\alpha_5 \nu_5^2}{2g} \right) - \left(\frac{p_6}{\rho g} + \frac{\alpha_6 \nu_6^2}{2g} \right) = E_5 - E_6.$$

3. Tajribada mahalliy qarshilik koeffisenti ξ_m - ning kattaligi ushbu formuladan hisoblanadi:

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

4. Mahalliy qarshilik koeffisientining nazariy kattaligi topilib, tajribada hisoblangan ξ_m bilan solishtiriladi.

5. Hisoblash natijalari 3.2., 3.3. va 3.4 – jadvallarga yoziladi.

O'lchash jadvali

3.1 –jadval

№	P'ezometrlar ko'rsatkichlari						Suv hajmi	Vaqt	O'zgarmas kattaliklar
	Jumrak		Keskin kengayish		Keskin torayish				
	$\frac{p_1}{\rho g}$	$\frac{p_2}{\rho g}$	$\frac{p_3}{\rho g}$	$\frac{p_4}{\rho g}$	$\frac{p_5}{\rho g}$	$\frac{p_6}{\rho g}$	W	t	
O'lch bir ligi	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm^3	C	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1									$d = 4 \cdot 10^{-2} m$ $D = 6,3 \cdot 10^{-2} m$
2									

Jumrakning mahalliy qarshiligini topish

3.2 – jadval

№	Q	v_d	h_{jum}	ξ_{jum}	ξ_{sprav}	
O'l'b	cm^3 / c	cm / c	cm	-	-	-
1	2	3	4	5	6	7
1						

Keskin kengayishda mahalliy qarshilik koeffisientini topish

3.3 – jadval

№	Q	v_d	$\frac{\alpha v_d^2}{2g}$	v_D	$\frac{\alpha v_D^2}{2g}$	E_3	E_4	$h_{k.k.}$	$\xi_{k.k.}$	$\xi_{k.k. \text{ ўpm}}$	$\xi_{k.k. \text{ наз}}$
O'l/b	cm^3 / c	cm / c	cm	cm / c	cm	cm	cm	-	-	-	-
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1											

Keskin kengayishda mahalliy qarshilik koeffisientini topish

3.4 – jadval

№	Q	v_D	v_d	$\frac{\alpha v_D^2}{2g}$	$\frac{\alpha v_d^2}{2g}$	E_5	E_6	$h_{K.T}$	$\xi_{K.m}$	$\xi_{K.m \text{ ўpm}}$	$\xi_{K.m \text{ наз}}$
O'l/bir	cm^3 / c	cm / c	cm	cm / c	cm	cm	cm	-	-	-	-
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1											
2											

Nazorat savollari

1. Mahalliy qarshilik koeffisienti ξ_m nimalarga bog'liq bo'ladi?
2. Tajribada bosim yo'qolishini har bir mahalliy qarshilik uchun aniqlashni tushuntiring?
3. Mahalliy qarshilikning amaliy kattaligini hisoblab toping?
4. Tajribadagi mahalliy qarshiliklar koeffisientining nazariy formulalarini yozing?
5. O'zunlik buyicha bosimning pasayishini tushuntiring.
6. Puazeyl formulasi ifodasini keltiring.
7. Darsi-Veysbax formulasi ifodasini keltiring.
8. Reynolds soni deb nimaga aytiladi?

4 – Laboratoriya ishi

SUYUQLIKLAR HARAKAT TARTIBINI O'RGANISH.

I. Ishning maqsadi.

1. Silindrsimon quvurda oqayotgan suyuqlikning laminar va turbulent xarakatini ko'zatisht.
2. Laminar va turbulent harakat tartiblarini Reynolds soni orqali aniqlash.

II. Qisqacha nazariy ma'lumot.

Oqim tezligining katta – kichikligiga qarab suyuqlik zarrachalari tartibli yoki tartibsiz harakat qiladi. Bu harakatlar asosan ikki xil bo'ladi: laminar va turbulent harakat. Suyuqlik oqimi laminar harakat vaqtida qavat-qavat bo'lib joylashadi ular bir qavatdan ikkinchi qavatga o'tmaydi. Shuning uchun laminar harakatning bunday tartibi parallel oqimchali yoki tinch harakat deb ham ataladi. Bu harakat oqim tezligi kichik va kesim yuzasi uncha katta bo'lmagan hollarda, hamda katta qovushqoqlikka ega suyuqliklar (neft, mazut, yog' va boshqalar) oqimida ko'zatiladi.

Agar suyuqlikning tezligini oshira borilsa, laminar harakat tartibi o'zgaradi. Tezlik ma'lum bir chegaradan o'tgandan keyin ko'ndalang yo'nalishda ham harakat qila boshlaydi. Oqimning tezligi juda oshib ketsa suyuqlik zarrachalari bir qavatdan ikkinchi qavatga tez o'ta boshlaydi. Natijada suyuqlik harakatining tartibi buziladi. Suyuqlikning bunday oqimi turbulent harakat deyiladi. Amaliy muhandislik ishlarida bu harakatga suvning oqimi va kam qovushqoqlikka ega suyuqliklar (kerosin, benzin, spirt va boshqalar)ning harakati misol bo'la oladi.

Suyuqliklar harakatining bu ikki tartibini ingliz olimi O.Reynolds tajribada tekshirgan va 1883 yil tajriba natijalarini e'lon qilgan.

Suyuqlikning harakati o'lchovsiz miqdor – Reynolds soni Re bilan topiladi. Bu son suyuqliklar uchun oqim tezligi bilan quvur diametri d ko'paytmasining kinematik qovushqoqlik koeffisienti ν ga nisbatidan iborat bo'ladi.

$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu}$$

Suyuqlikning laminar harakatidan turbulent harakatga o'tishi Reynolds sonining ma'lum kritik miqdori bilan aniqlanadi va Reynolds kritik soni Re_{kr} deb ataladi. Agar oqimni juda silliq quvurlarda har qanday turtki va tebranishlardan xoli bo'lgan sharoitda tekshirilsa, silindrik quvurlar uchun $Re_{kr} = 2320$ bo'ladi.

II. Tajriba qurilmasining tasviri (4.1-rasm).

Tajriba qurilmasi bak 1 va shisha quvur 5 dan iborat. Bakka tashqi ta'minot suv tarmog'i 2 dan suv to'ldiriladi. Oqova nov 4 va tindirgich panjara 3 yordamida bakda suvning satxi bir tekisda ushlab turiladi va bu quvurda oqimning barqaror bo'lishini ta'minlaydi. Shisha quvur 5 ning oxirgi qismiga jo'mrak 6 o'rnatilgan. Shu jo'mrak yordamida suvning oqim tezligi rostlanadi.

Undan tashqari, tajriba qurilmasi qo'shimcha rangli suyuqlik solingan idishga ega. Tajribani bajarish vaqtida rangli suyuqlik harakati jo'mrak 8 orqali rostlanadi va

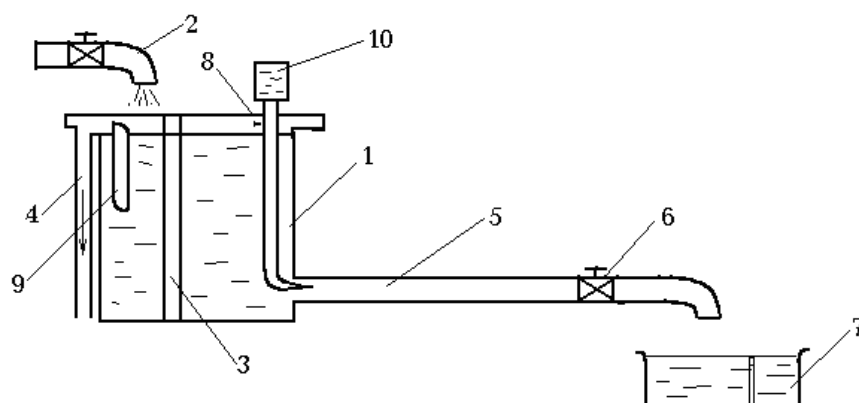
asosiy quvurga quyiladi. Bakka suvning haroratini aniqlash uchun termometr 9 joylashtirilgan. Suv sarfi Q tajriba o'tkazish vaqtida darajalangan bak 7 orqali o'lchanadi.

III. Tajribani bajarish tartibi.

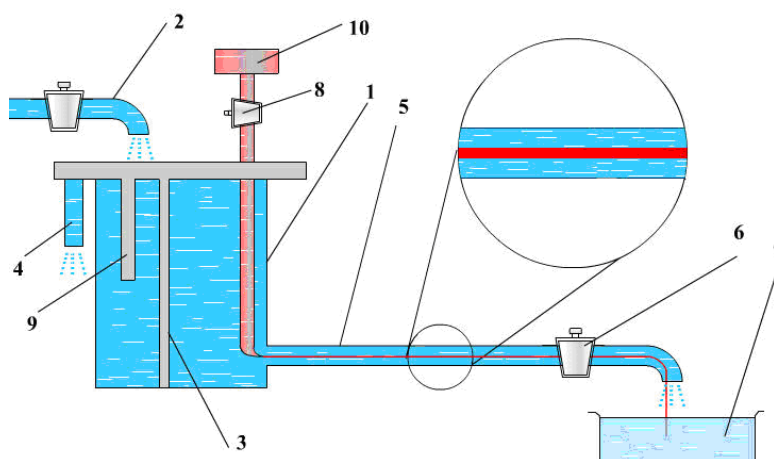
Bak 1 dagi suv satxi o'zgarmas bo'lganda tajriba o'tkazishga kirishiladi. Buning uchun jo'mrak 6 ochiladi, quvurda kichik oqim tezligiga erishiladi va 8 jo'mrak yordamida rangli suyuqlik quvurdagi suvga yuboriladi. Suyuqlik oqim tezligi kichik bo'lgani uchun rangli suyuqlik ingichka chiziqli bo'lib, suv bilan aralashmasdan harakat qiladi. Bu xolda oqimni laminar harakat deyish mumkin.

Agar jo'mrak 6 kattaroq ochilsa, oqim tezligi oshadi va suyuqlik o'zgarib boshlaydi. Oldiniga rangli suyuqlik egri-bugri chiziqli bo'yicha harakatlanib, laminar harakat barqaror bo'ladi. Oqim tezligi yanada oshirilsa, rangli suyuqlikni ko'rish qiyinlashadi, chunki bu xolda laminar harakat butunlay turbulent harakatga o'tadi.

Har bir harakat uchun tajriba davomida suvning harorati darajalangan bakdagi suvning hajmi V va unga ketgan vaqt t o'lchanadi.



4.1-rasm. Tajriba qurilmasining tasviri



Tajriba qurilmasining virtual kurinishi

V. Tajriba natijalarini hisoblash.

1. Suvning kinematik qovushqoqlik koeffisienti ν haroratga bog'liq holda quyidagi emperik formula yordamida topiladi:

$$\nu = \frac{0,0178}{1 + 0,00337t^{\circ}C + 0,000221 \cdot t},$$

yoki 4.1-jadvaldan topiladi.

2. Suv sarfi quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$Q = \frac{\nu}{t}$$

ν – darajalangan bakdagi suv hajmi;

t – darajalangan bakdagi suv hajmiga ketgan vaqt.

4. Har bir tajriba uchun Reynolds soni Re topiladi.

Tajribadagi hisoblash natijalari 3.2-jadvalga yoziladi.

4.1-jadval

harorat ($t^{\circ}C$)	0	5	10	15	20	25
$\nu, cm^2/c$	0,0173	0,015	0,0131	0,0114	0,0102	0,0090

4.2-жадвал

№	O'lchashlar		Hisoblashlar				O'zgarmas kattaliklar
	suv xajmi ν	vaqt t	suv sarfi Q	O'rtacha tezlik ν	Re	Oqim harakati	
	cm^3	c	cm^3/c	cm/c	-	-	-
№	1	2	3	4	5	6	7
1							D=2,6 cm
2							
3							
4							
5							

Nazorat uchun savollar.

1. Chegaraviy oqim tezlik tushunchasi.
2. Laminar oqim tartibi kanday yuzaga keladi.
3. Turbolent oqim tartibi qanday xosil bo'ladi.
4. Reynolds sonini mazmuni izoxlang.
5. Quvurning diametri d Reynolds soniga bog'liqligini tushuntirib bering.
6. Suyuqlik qovushqoqligining turlarini aytib bering.
7. Kriterial tenglamalar deb nimaga aytiladi?
8. Utkinchi tartib deb nimaga aytiladi?
9. Turbulent harakat deb nimaga aytiladi?
10. Laminar harakat deb nimaga aytiladi?
11. Reynolds soni deb nimaga aytiladi?
12. Reynolds yukri kritik soni deb nimaga aytiladi?

5 – Laboratoriya ishi

QATTIQ MODDA ZARRACHASINING GAZ OQIMIDAGI MUALLAQ HOLATI TEZLIGINI ANIQLASH

I. Ishning maqsadi.

Og'irligi va o'lchamlari har xil bo'lgan yumaloq shaklli donador zarralarning muallaqlik tezligini aniqlash.

Amaliy olingan va nazariy hisoblangan qiymatlarning taqqoslash va tahlil qilish.

II. Qisqacha nazariy ma'lumot.

Bir qator kimyoviy, tog'-kon va issiqlik qo'llaniladigan texnologik ishlab chiqarishlarda donador materiallarning turli masofalarga uzatish hamda issiqlik va modda almashuvi bilan ishlov berishda havo oqimida (pneviotransport) tashishdan foydalaniladi. Shunday qilib, pnevmatik tashish donador materiallarning havo oqimida tashish (uzatish) jarayonidir. Suyuqlik oqimida esa gidravlik tashish deyiladi. Pnevmatik va gidravlik tashish usullarini yuzasi yumaloq, kvadrat va to'g'ri burchakli quvurlarda yotiq va tik yo'nalishlarda hosil qilish mumkin.

Donador materiallarning pnevmatik tashish uchun shunday shart bo'lishi kerakki, bunda gaz oqimining tezligi muallaqlik holati tezligidan bir muncha katta bo'lishi kerak. Muallaqlik holati tezligining qiymatini bilish gaz xaydash uskunalaridan to'g'ri tanlashga yordam beradi.

Og'irligi g bo'lgan qattiq modda zarrasi joylashgan tik quvurni qarab chiqamiz. Unga ostidan v_c tezlik bilan gaz oqimi beriladi (5.1-rasm).

Gaz oqimida joylashgan qattiq material zarrasiga 2 ta kuch ta'sir qilinadi:

$$F = KS \frac{P_m V_c^2}{2} - \text{qarshilik kuchi, u yuqoriga yo'nalgan.}$$

Gg–og'irlik kuchi, u pastga yo'nalgan. Bu kuchlarning o'zaro munosabatida 3 xil ko'rinish bo'lishi mumkin.

- $F > Gg$ bo'lsa zarra oqim bilan olib ketiladi;
- $F < Gg$ shart bajarilsa zarra pastga harakatlanadi;
- $F = Gg$ shart bajarilsa, zarra muallaq qoladi.

Qarshilik kuchining qiymatini oxirgi ifodaga qo'yib, quyidagi tenglamani olamiz:

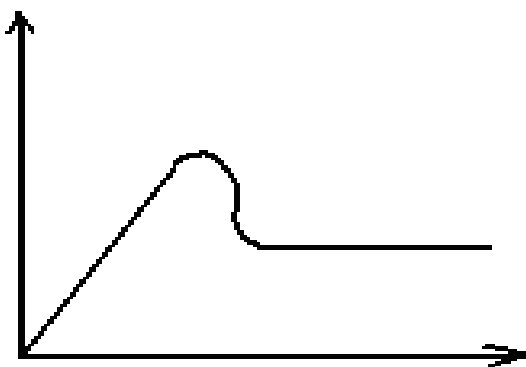
$$KS \frac{P_m V_c^2}{2} = Gg,$$

bu erda x – qarshilik koeffisienti; P_m – material zarrasining zichligi kg/m^3 ; v_c – oqimning tezligi m/s ; g – erkin tushish tezlanishi, m/s^2 ; m – zarra og'irligi, kg ; S – zarrachaning ko'ndalang kesim yuzasi, m^2 .

Tenglamani gaz oqimining tezligiga nisbatan echish mumkin 'mas, chunki bu tenglamaga qarshilik koeffisienti kirib, u Reynolds soniga bog'liq va uning son

qiymati noma'lum, ya'ni $K=f(Re)$ ko'rinishga egadir. Bundan tashqari noto'g'ri shaklli zarralar uchun, qarshilik kesimining yuzasini aniqlanishi qiyinlashadi. Shuning uchun jismlarni muallaqlik tezligi tajribada yoki ancha sodda kriterial tenglamalar orqali aniqlanadi.

$$F_2 = k \cdot S \frac{\rho_m \cdot V_c^2}{2} \quad F_1 = Gg$$



5.1-rasm. Donasimon jisimga gaz oqimida kuchlarni tasiri

III. Zaruriy hisoblash tenglamalari.

Donador zarralarni muallaqlik tezligining nazariy qiymati quyidagi ifodadan aniqlash mumkin.

$$Re_{mual} = \frac{Ar}{18 + 0,61\sqrt{Ar}}$$

bu erda $Re_{mual} = \frac{V_{mual} \cdot d_{\vartheta}}{\nu_c}$ - Reynolds soni (mezoni); $Ar = \frac{d_{\vartheta}^3 (\rho_m - \rho_c) \cdot g}{\nu_c^2 \cdot \rho_c}$ - Arximed

soni. $d_{\vartheta} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{d_i}}$ - zarraning elivalent diametri (m). P_m , P_s –material va gazning

(suyuqlikning) zichligi, kg/m^3 ; ν_s –gazning (suyuqlikning) qovushqoqlik koeffitsienti, m^2/s ; d - o'rganilayotgan zarraning diametri, m.

IV. Tajriba qurilmasining tuzilishi.

1. Oldindan zichligi va diametri aniqlangan uchta zarrachani o'rganish uchun tayyorlanadi.
2. Qurilma tuzilishi bilan tanishiladi.
3. Zadvijka 5 yopiq turganda ventilyator 3 ulanadi.
4. O'rganilayotgan zarracha shisha idishga tushiriladi.
5. Asta-sekin zadvijka 5 ni oshish bilan zarrachaning muallaqlik holatiga erishiladi.
6. Muallaqlik holati hosil bo'lgan tezlikdagi gazning sarfi aniqlanadi.

7. Pito naychasi 6 ko'rsatgan qiymat bo'yicha tarirovka grafigidan gaz tezligining qiymati aniqlanadi.
8. Kuzatish natijalari 1-jadvalga yoziladi.
9. Uchchala zarra uchun ham o'rganish tajribasi o'tkaziladi.
10. Nazariy va tajribada aniqlangan qiymatlar solishtiriladi.
11. Zarraning muallaqlik holati tezligi uning diametridan bog'liqliqdagi o'zgarish tasviri (grafigi) ko'rilsin.

№	Tajriba qiymatlari		Nazariy hisob qiymatlari		
	V_s , m/s	D, m	V_{mual}	Ar_{mual}	Re_{mual} , m/s
		0,01	5,171	51645	3297
		0,02	7,904	413167	7007
		0,03	9,883	1394433	1885

Nazorat uchun savollar.

1. Donador materiallarni mavhum qaynash holatiga ta'rif bering?
2. Mavhum qaynash qatlami qanday hosil qilinadi?
3. Nima sababdan mavhum qaynash qatlamida amalga oshiriladigan jarayonlar intensiv kechadi?
4. Donador qatlamni tavsiflovchi qanday kattaliklarni bilasiz?
5. Donador material qatlamining bo'shliq hajmini qanday aniqlash mumkin?
6. Gaz oqimi tezligining birinchi va ikkinchi kritik tezliklari haqida nimalarni bilasiz?

6 – Laboratoriya ishi

HAVO OQIMIDA JOYLASHGAN JISMNING QARSHILIK KUCHINI ANIQLASH

I. Ishning maqsadi.

1. Shar va tekis to'rtburchakli yassi jismning qarshilik kuchi va qarshilik koeffitsientini aniqlash.

II. Qisqacha nazariy ma'lumotlar va hisoblash tenglamalari.

Gaz oqimi bilan qattiq jismlar orasidagi o'zaro ta'sirlanish qonunlarini o'rganish aerodinamikaning muhim vazifasi hisoblanadi. Ushbu tadqiqotlarning asosiy maqsadi gaz bilan qattiq jismlarning bir-biriga nisbatan harakatida hosil bo'luvchi kuchlarni aniqlashdir. Bunday masala pnevmatik tashish holatida ishlayotgan kimyoviy va issiqlik texnikasi jihozlarni hisoblashda ko'p uchraydi.

Gaz oqimida joylashgan qattiq jismga asosan ikkita kuch ta'sir qiladi. Bu jism bosimiga qarshilik qiluvchi kuch F_g va ishqalanishning qarshilik kuchi F_T dir.

$$F = F_g + F_T$$

Jism bosimiga qarshilik qiluvchi kuchni Nyuton tenglamasidan aniqlanadi:

$$F_g = K_D S V_s^2 P_s / 2$$

Ishqalanishning qarshilik kuchini esa, quyidagi ifodadan topiladi:

$$R_T = K_1 S V_s^2 P_s / 2$$

Bu erda K va K_f bosimga qarshilik va ishqalanish koeffitsientlari; S —zarra kesimining yuzasi, m^2 ; p_s —gazning zichligi, kg/m^3 ; V_s —gaz oqimining tezligi, m/s .

Bosimga qarshilik koeffitsientini nazariy hisoblash juda murakkab bo'lgani uchun, uni maxsus aerodinamik qurilmada tajriba o'tkazish yo'li bilan aniqlanadi.

Jismlarning ma'lum shakllari uchun uning qiymati Reynolds soni qiymatlariga bog'liqligi 6.1-jadvalda berilgan. Ishqalanishning qarshilik koeffitsientini hisoblash gaz oqimining turli rejimlarida quyidagi ifodalar orqali topiladi.

Blazius ifodasi gazning laminar oqim uchun

$$K_f = 1,33 \sqrt{Re}$$

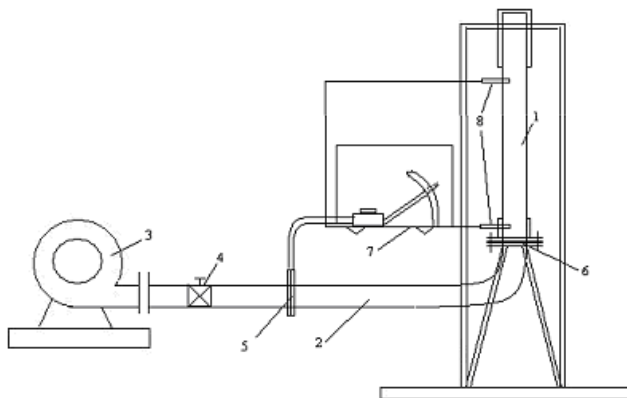
Altshul tenglamasi gazning turbulent oqimi uchun

$$K_f = 0,034 \left[\frac{K}{e} + \frac{50}{Re} \right]^{0.2}$$

bu erda K -zarraning oqim ta'sir etayotgan yuzasining chiziqli g'adir-budurligi (ma'lumotnomalarda beriladi).

III. Tajribada qurilmasining tuzilishi.

Tajriba qurilmasining asosiy element 6.1-rasmda ko'rsatilganidek, yumaloq shisha quvur 1 bo'lib, u 2-quvur orqali ventilyator 3 bilan ulagan. Havoning sarfini zadvijka 5 bilan o'zgartiriladi, sarf qiymatini esa Pito naychasi 6 yordamida aniqlanadi.



6.1-rasm. Tajriba qurilmasi sxemasi

IV. Ishning bajarilish tartibi.

1. O'rganilayotgan jismga shisha quvurning qat'iyon o'qi bo'yicha o'rnatiladi, (a.b o'lchamli tekis to'g'ri burchakli plastina yoki d diametrli shar).
2. Zadvijka 5 yopiq holatda ventilyator 3 ishga tushiriladi.
3. Zadvijkani asta-sekin ochish bilan avval laminar oqim, so'ng esa turbulent oqim o'rnatiladi.
4. Tajriba kuzatuvlari va hisoblash natijalari 6.1-jadvalga yoziladi.

5. Izlanayotgan kattaliklarning qiymatlarini hisoblash (4),(5),(3),(1) ifodalari orqali topiladi.

6. Qiymatlari 6.2-jadvalda keltirilgan.

6.1-jadval.

№	V_s , m/s	P_s	Re	a, m	δ , m	d, m	K_f	K_D	F_s , H	F_T , H	F, H

6.2-жадвал

Jism shakli		
Shar	$4 \cdot 10^6$ $1 \cdot 10^6$	0,09
Tekis kvadrat plastina oqimiga tik qo'yilgan	$1 \cdot 10^4$	0,13
Silindir, oqimga tik qo'yilgan	$8,8 \cdot 10^4$	$0,63 \div 1,2$

Nazorat uchun savollar.

1. Donador materiallarni mavhum qaynash holatiga ta'rif bering?
2. Donador qatlamni tavsiflovchi qanday kattaliklarni bilasiz?
3. Donador material qatlamining bo'shliq hajmini qanday aniqlash mumkin?
4. Gaz oqimi tezligining birinchi va ikkinchi kritik tezliklari haqida nimalarni bilasiz?

7 – Laboratoriya ishi

VENTURI SUV O'LCHAGICHINI TAJRIBADA SINASH

I. Ishning maqsadi

1. Tajribada Venturi suv o'lchagichining doimiysini topish.
2. Suv o'lchagichning tajribada tarirovka grafigini qurish.

II. Qisqacha nazariy ma'lumot

Xozirgi davrda suyuqlik sarfini va tezligini o'lchashning kup hillari mavjud. Hajmiy va og'irlik usuli. Venturi suv o'lchagichi, suv o'lchagich shaybalar, parrak, pito naychasi va boshqalar. Bu o'lchov asboblarning ishlashi Bernulli tenglamasining amalda tadbiq qilinishiga asoslangan.

Venturi suv o'lchagichi maxsus quvurdan suv utishiga asoslangan bo'lib, tuzilishi sodda. U ikkita bir xil diametrli $d = 5,2 \text{ sm}$ quvurdan tashkil topgan bo'lib, toraygan va kengaygan diffuzor hamda kichik diametrli d_2 quvurcha orqali tutashtirilgan. Konussimon torayib boruvchi quvurning kichik diametri quvur bilan tutashgan joyida qarshilikni kamaytirish uchun silliq tutashtiriladi. Bundan tutashtirilgan quvurlar *soplo* deyiladi va har xil bosim hosil qilish uchun xizmat qiladi.

P'ezometr naychalar quvurga va kichik diametrli quvurchaga ulanib, shu kesimlardagi bosimlar farqini ko'rsatadi. Gorizontall joylashgan quvurlar uchun $Z_1 = Z_2$. Unda p'ezometrlar ulangan kesimlar uchun Bernulli tenglamasini yozib quyidagini hosil qilamiz:

$$\frac{p_3}{\rho g} + \frac{v_3^2}{2g} = \frac{p_4}{\rho g} + \frac{v_4^2}{2g}, \text{ ёки } \frac{p_3}{\rho g} - \frac{p_4}{\rho g} = \frac{v_4^2}{2g} - \frac{v_3^2}{2g}$$

lekin

$$h = \frac{p_3}{\rho g} - \frac{p_4}{\rho g}, \text{ унда } h = \frac{v_4^2}{2g} - \frac{v_3^2}{2g}.$$

Uzluksizlik tenglamasiga asosan:

$$v_3 = v_4 \frac{\omega_4}{\omega_3} \text{ bu holda } h = \frac{v_4^2}{2g} \left[1 - \left(\frac{\omega_4}{\omega_3} \right)^2 \right].$$

Bundan 4-4 kesimdagi tezlikni topamiz:

$$v_4 = \sqrt{\frac{2gh}{1 - \left(\frac{\omega_4}{\omega_3} \right)^2}}.$$

Unda suyuqlik sarfini quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$Q = v_4 \omega_4 = \omega_4 \sqrt{\frac{2gh}{1 - \left(\frac{\omega_4}{\omega_3} \right)^2}}.$$

Bu formula ideal suyuqlik uchun chiqarilgan. Real suyuqliklar uchun bu formulaga tuzatuvchi koeffisient m kiritiladi:

$$Q = m \omega_4 \sqrt{\frac{2gh}{1 - \left(\frac{\omega_4}{\omega_3} \right)^2}}.$$

m - koeffisienti turli suv o'lchagichlar uchun turlicha bo'ladi. Hisoblashlarda suv sarfi odatda ushbu soddalashgan formuladan topiladi:

$$Q = c \sqrt{h},$$

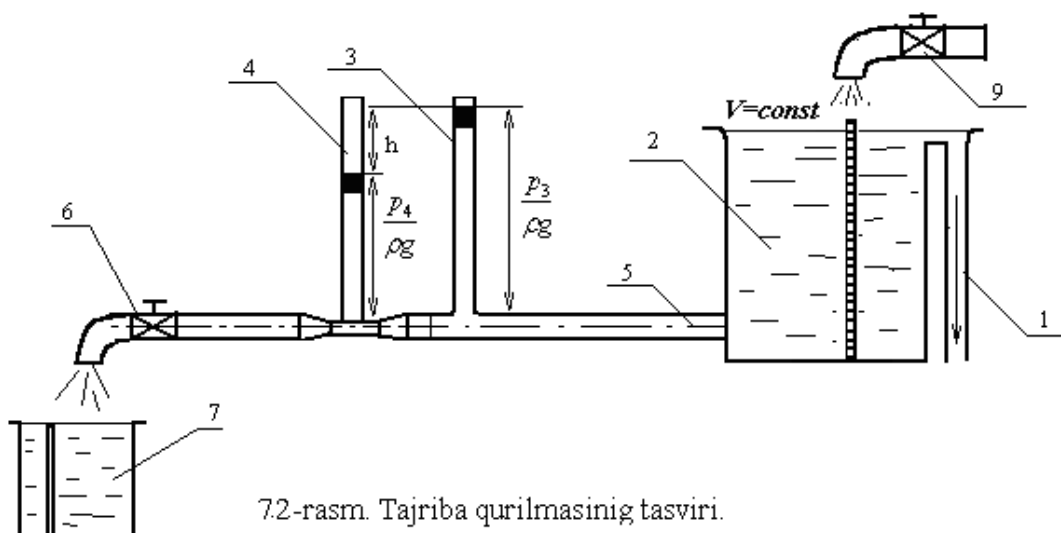
bunda C - suv o'lchagichning doimiysi deb ataladi va uning kattaligi har bir suv o'lchagich uchun ushbu formuladan topiladi:

$$c = Q / \sqrt{h},$$

Standart tayyorlangan suv o'lchagichlar uchun c koeffisienti ma'lumotnomalardan olinadi. Ularni tajribada tarirovka qilish yo'li bilan topiladi.

III. Tajribada qurilmasining tuzilishi (7.1-rasm).

Qurilma bak 1 va quvur 5 dan iborat. Quvurning oxiriga 6-jo'mrak o'rnatilgan. Quvurning o'rta qismiga Venturi suv o'lchagichi ulangan. Quvur va suv o'lchagichning 3-3 va 4-4 kesimlariga 3 va 4 p'ezometrlar ulangan. Rasmda darajalangan idish 7, tashqi quvurning jo'mragi 9 ko'rsatilgan.



7.2-rasm. Tajriba qurilmasining tasviri.

IV. Tajribani bajarish tartibi.

1. Bak 1 to'ldiriladi.
2. Jo'mrak 6 ochiladi va ma'lum suv sarfi uchun p'ezometrlardagi bosim $\frac{p_3}{\rho g}$ va $\frac{p_4}{\rho g}$ yozib olinadi. Tajribada 5...6 marta har xil suv sarfi uchun bajariladi. Suv sarfi – darajalangan idish 7 ga ma'lum vaqt t ichida oqib tushgan suv hajmi W orqali topiladi.

V. Tajriba natijalarini hisoblash.

1. Suv sarfi topiladi: $Q = \frac{W}{t}$.
 2. P'ezometr naychalaridagi 3 va 4 bosimlar farqi aniqlanadi.

$$h = p_3 / \rho g - p_4 / \rho g$$
 3. Suv o'lchagichning doimiysi c hisoblanadi: $c = Q / \sqrt{h}$
- Tajribadagi o'lchash va hisoblash natijalari quyidagi jadvalga yoziladi.

7.1-jadval.

№	O'lchashlar				Hisoblashlar			
	W	t	$\frac{p_3}{\rho g}$	$\frac{p_4}{\rho g}$	Q	h	c	c_{urt}
	sm^3	c	sm	sm	sm^3 / c	sm	sm^2 / c	sm^2 / c

Tajriba natijalariga kura suv o'lchagichning tarirovka grafigi $Q = f(h)$ quriladi.

Nazorat savollari.

1. Real suyuqliklar elementar oqimchasi uchun Bernulli tenglamasini keltiring.
2. Venturi suv o'lchagichi nimadan iborat?
3. Gidravlikaning qanday tenglamalari orqali suv sarfi Venturi suv o'lchagichi uchun chiqarilgan?
4. Tajribada suv o'lchagichning doimiysi qanday hisoblanadi?
5. Nima maqsadda suv o'lchagich uchun tarirovka grafigi quriladi?

8 – Laboratoriya ishi

YUPQA DEVORLI KICHIK TESHIKDAN SUYUQLIK OQISHINI TEKSHIRISH

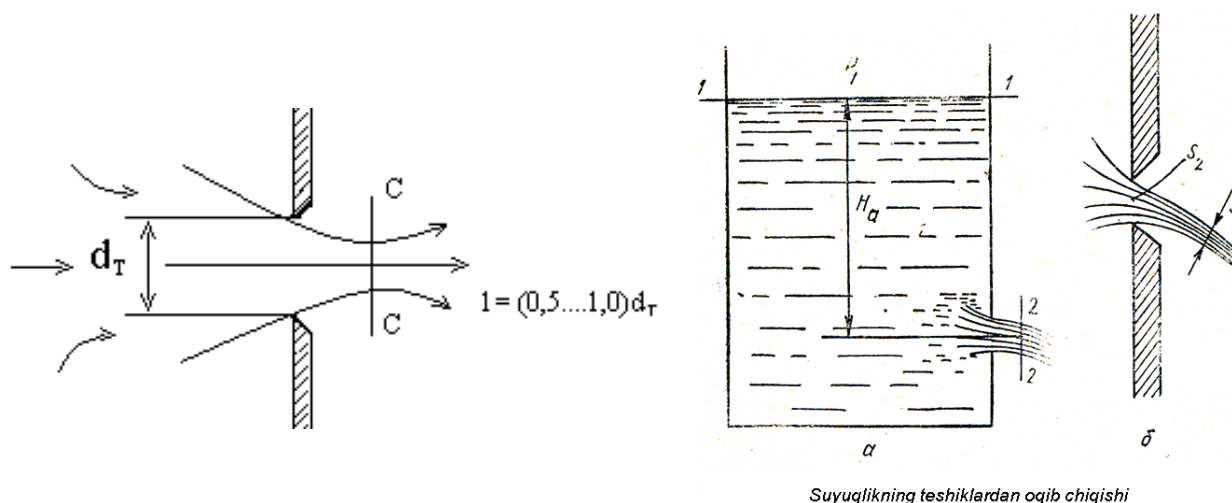
I. Ishning maqsadi.

Tajribada suyuqlik yupqa devorli kichik teshikdan oqayotganda siqilish E , tezlik v , sarf μ hamda mahalliy qarshilik koeffisientlarini topish (8.1-rasm).

II. Qisqacha nazariy ma'lumot.

Kichik teshik deb, diametri bosimning undan biriga teng va undan kichik teshiklarga aytiladi, ya'ni $d \leq 0,1H$, bu erda H -teshik ustidagi bosim.

Agar idish qalinligi kichik teshikning ikkilangan diametridan kam bo'lsa ($\delta \leq 2d$) yupqa devorli idish deyiladi.



8.1-rasm. Suyuqlikning kichik teshikdan oqishi.

Suyuqlik teshikka uning atrofidagi hajmdan har tomonlama oqib kelgani uchun tezlik oshib boradi. Suyuqlik oqimi teshikka yaqinlashgan sari torayib boradi va bu jarayon suyuqlik teshikdan o'tgandan keyin ham inersiya kuchi ta'siridan ma'lum masofagacha davom etadi. So'ngra torayish to'xtab, oqim o'zgarmas kesimli shaklda harakat qiladi.

Oqimchanning torayishi taxminan $(0,5 \dots 1,0) d_T$ masofada to'xtaydi (7.1-rasm). Oqimchanning torayishini hisoblash uchun oqilish koeffisienti ε kiritiladi:

$$\varepsilon = \frac{\omega_C}{\omega_T},$$

bu erda ω_C - oqimcha kesim yuzasi; ω_T - teshik yuzasi.

Oqimcha tezligi toraygan kesimda ushbu formuladan topiladi.

$$v = \varphi \sqrt{2gH},$$

bu erda $\varphi = \sqrt{1 + \xi_M}$ tezlik koeffisienti bo'lib, amaliy va nazariy tezlik farqini ko'rsatadi.

Nazariy tezlik $v_{naz} = \sqrt{2gH}$ formuladan topiladi yoki

$$\varphi = v / v_{naz}$$

ξ_M - mahalliy qarshilik koeffisienti. Tajriba yo'li bilan amaliy tezlikni topishda oqimchanning tushishi yo'li tenglamasidan ham foydalaniladi.

$$v = x \sqrt{\frac{g}{2y}},$$

bunda x va y toraygan kesim yuzasiga to'g'ri keladigan va koordinata boshidan hisoblanadigan oqimchanning tekislikda ixtiyoriy nuqtasi uchun harakat yo'li.

Tezlik koeffisientini φ bilgan holda mahalliy qarshilik koeffisientini topish mumkin.

$$\xi_M = \frac{1}{\varphi^2} - 1$$

Yupqa devorli kichik teshikdan oqayotgan suv sarfi Q quyidagi formuladan topiladi:

$$Q = \mu \omega_T \sqrt{2gH},$$

bu erda μ - sarf koeffisienti, bu koeffisient amaliy sarfning nazariy sarfga nisbatini ko'rsatadi, bunda qarshilik va siqilish koeffisienti hisobga olinmaydi.

$$\mu = Q / Q_{naz}, \quad Q_{naz} = \omega_T \sqrt{2gH},$$

Tajribalarning ko'rsatishicha yupqa devorni kichik teshiklar uchun mukammal siqilish uchun siqilish, mahalliy qarshilik, tezlik va sarf koeffisientlarining miqdori quyidagicha bo'ladi:

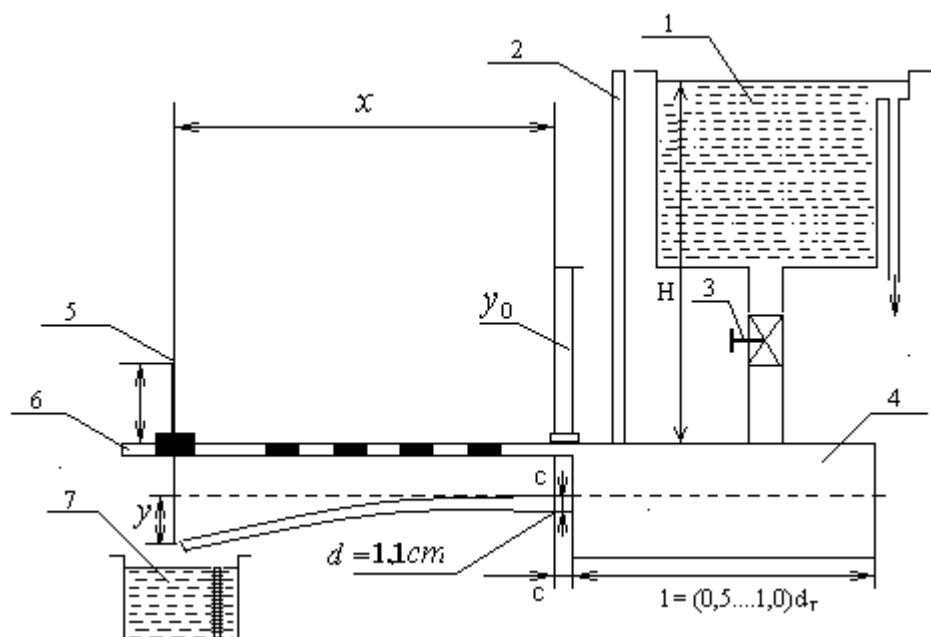
$$\varepsilon = 0,64; \quad \xi_M = 0,06; \quad \varphi = 0,97; \quad \mu = 0,62$$

III. Tajriba qurilmasining tasviri (8.2-rasm).

Qurilma bosimli bak 1 dan va kichik hajmli bak 4 dan iborat. Bu ikkala bak tik quvur orqali bir-biriga ulangan.

Kichik bak 4 da o'tkir qirrali kichik teshik ($d_T = 1,1sm$) qilingan. Suv sathi bak 1 da oqova nov yordamida ($v = const$) da ushlab turiladi. Kichik teshikdagi bosim p'ezometr 2 yordamida o'lchanadi.

Jumrak 3 yordamida kichik teshikdagi oqimcha uchun har xil bosim o'rnatiladi. Amaliy tezlikni hisoblash uchun oqimchanning tushish koordinatalarini aniqlash kerak. Gorizont x koordinatani aniqlashga darajalangan reyka 6 o'rnatilgan. Shpitsenmasshtab 5 yordamida oqimchanning tik koordinatalari o'lchanadi. Suv hajmi W darajalangan idish 7 yordamida biror vaqt t uchun topiladi.



8.2-rasm. Tajriba qurilmasining tasviri.

IV. Tajriba bajarish tartibi.

P'ezometr 2 daraja ko'rsatkichiga qarab jumrak 3 yordamida ixtiyoriy bosim hosil qilinadi. Shtangensirkul yordamida siqilgan oqimcha diametri o'lchanadi. Darajalangan idishdagi suv hajmi W vaqt t ga qarab aniqlanadi. Amaliy tezlikni hisoblash uchun x va y koordinatalar topiladi. x koordinata shtangensirkulning gorizonta reyka 6 dagi holatiga qarab olinadi. Gorizonta reyka y koordinata o'qiga nisbatan y_0 kattalikka siljigan, bu kattalik oqimchanning siqilgan kesimi o'qidan hisoblanadi. Oqimchanning tik koordinata y buyicha tushishi ham shtangensirkul orqali aniqlanadi.

O'lchash natijalari 8.1., 8.2. va 8.3-jadvallarga yoziladi.

V. Tajriba natijalarini hisoblash.

1. Oqimchanning diametri orqali siqilgan oqimcha kesimi yuzasi topiladi:

$$\omega_c = \pi d_c^2 / 4$$

Siqilish koeffisienti oqimchanning siqilish kesimi yuzasining kichik teshik kesimi yuzasiga nisbati orqali aniqlanadi:

$$\varepsilon = \omega_c / \omega$$

2. Amaliy suv sarfi yupqa devorli kichik teshik uchun quyidagi formuladan topiladi:

$$Q = W / t, \text{ m}^3 / \text{c}.$$

3. Nazariy suv sarfi

$$Q_{naz} = \omega_T \sqrt{2gH}$$

4. Sarf koeffisienti

$$\mu = \frac{Q}{Q_{naz}}$$

5. y - koordinatasining haqiqiy qiymati ushbu formuladan topiladi.

$$y = y_0 - y_i;$$

Bunda y_0 - oqimchanning koordinatasi, tajriba vaqtida o'zgarmaydi.

6. Amaliy tezlikni topishda quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$v = x \sqrt{\frac{g}{2y}}, \quad \text{Nazariy tezlik} \quad v_{naz} = \sqrt{2gH}.$$

13. Tezlik koeffisienti $\varphi = \frac{v}{v_{naz}}$

14. Mahalliy qarshilik koeffisienti $\xi_M = \frac{1}{\varphi^2} - 1$

Oqimchanning siqilish koeffisientini topish

8.1 - jadval

N _o	d_c	ω_c	ε	ξ_{urt}	O'zgarma kattaliklar
	cm	cm ²	-	-	-
1	2	3	4	5	6
2					$d_T = 1,1 \text{ cm}$
3					

Sarf koeffisientini hisoblash.

8.2-jadval

N _o	H	W	t	Q	Q_{naz}	μ	$\mu_{o'rt}$	
	cm	cm ²	-	-	-			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2								

Tezlik va mahalliy qarshilik koeffisientlarini hisoblash

8.3-jadval

N _o	H	X	y_0	y_i	v	v_{naz}	φ	$\varphi_{o'rt}$	ξ_N
	cm	cm	cm	cm	cm / c	cm / c	-	-	-
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2									

Nazorat savollari.

1. Yupqa devor va kichik teshikni tushuntiring?
2. Siqilish, tezlik, sarf va mahalliy qarshilik koeffisientlari qanday topiladi?
3. Kichik teshikdagi oqimcha uchun amaliy va nazariy tezliklarni hisoblab ko'rsating?
4. Kichik teshikdan oqayotgan suyuqlik sarfining amaliy va nazariy kattaligini xisoblang?

9 – Laboratoriya ishi

MAVHUM QAYNASH QATLAMINING ASOSIY GIDRODINAMIK XUSUSIYATLARINI ANIQLASH

I. Ishning maqsadi.

1. Mayda zarralardan iborat qattiq jismning qo'zg'almas qattiq jismning qo'zg'almas qatlam holatiga o'tishning ko'rinishini kuzatish.
2. Donador zarralardan iborat mavhum qaynash qatlamidagi bosimlar farqini tajribada aniqlash.
3. Mavhum qaynash qatlamining ishlash chegaralarni tajribada aniqlash.
4. Tajribada aniqlangan va nazariy hisoblangan qiymatlarni solishtirish.

II. Qisqacha nazariy ma'lumotlar.

Hozirgi vaqtda kataliz (modda hosil qilish) va modda almashuv bilan bog'liq bir qator kimyoviy va issiqlik texnikasi jarayonlari uchun mavhum qaynash apparatlari keng qo'llanib kelinmoqda. Zarralarning bir-biriga nisbatan harakatda bo'lishi bilan ifodalanuvchi ikki fazadan iborat mayda zarrali qattiq modda-gaz (suyuqlik) tizimi muallaq qatlam deyiladi. Mayda zarrali qattiq moddaning qo'zg'almas qatlam holatidan mavhum muallaq holatga o'tishi quyidagicha kechadi:

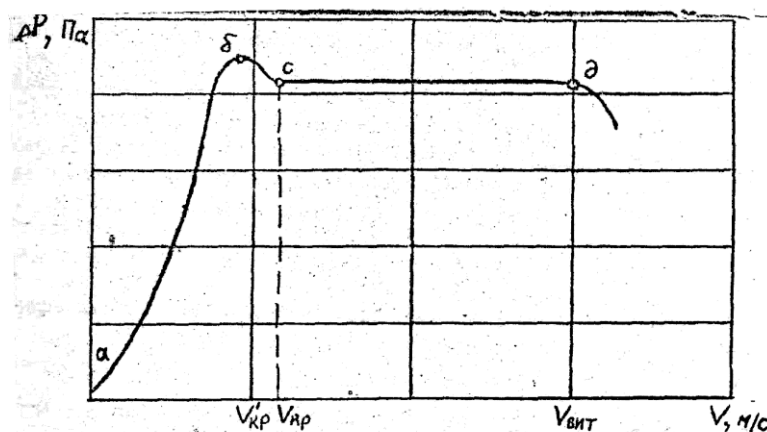
1. Boshlang'ich paytda zarralar qatlami qatlamdan gaz oqimi o'tganda qo'zg'almaydi, bunda qatlam zarralari bir-biriga tutash holatda bo'ladi va gaz oqimi tezligining ma'lum bir qiymatigacha qatlam hajmi o'zgarmas bo'ladi.

2. Havo oqimi tezligining asta o'sishi qattiq zarralarning tebranishiga va ularning qatlami ichidan qatlam yuzasiga harakatlana boshlaniga olib keladi. Bunda qatlam balandligi sezilarsiz o'zgarib tursada aslida o'zgarish bo'lmaydi, qatlamning gidravlik qarshiligi (havo bosimining kamayishi) esa gaz tezligi oshgan sari darajali qonuniyat bilan oshib boradi. Daraja ko'rsatkichi Reynolds soniga bog'liq va 1,0-2,0 oraliqda yotadi (9.1-rasm, a-b qism).

3. Oqim tezligining ma'lum bir kritik qiymatida qatlam shishib kengayadi va unda havo pufaklari hosil bo'ladi. Havo tezligining v_{KR} qiymatigacha oshishi, qatlam hajmining yanada ko'proq o'sishiga va qatlamda bosimlar farqini bir oz o'zgarishiga olib keladi (9.1-rasm, b-s qism).

4. Gaz oqimi tezligining qiymati zarrachani muallaq holatga keltiruvchi 9.1-rasm, s-d qism) gaz bosimining bir oz o'sishiga olib keladi, shuning uchun bu oraliqda bosimlar farqini amalda o'zgarmas hisoblash mumkin.

5. Oqim tezligining qiymatidan ancha oshishi - qattiq zarralarning qatlamdan ko'plab oshib ketishligiga va buning natijasida modda qatlamida bosimlar farqini kamayishiga olib keladi.



9.1-rasm,. Material qatlamida bosim tushishi havo tezligiga bog'liqlik nazariy egri chizig'i.

Qatlamdagi bosimlar farqi grafigiga cho'qqining (qabariqlik), mavjudligi material zarralarining orasidagi zanjiriy (o'zaro tortishish) kuchlarini yengish uchun qo'shimcha energiya sarf qilinishi ko'rsatadi.

III. Hisoblash tenglamalari.

Mavxum «qaynash qurilmasida» qaynashning chegaraviy tezlikning qiymati, ($\varepsilon=0,4$) modda qatlamidagi bushlik joyi bo'lganda quyidagi ifoda bilan aniqlanadi.

$$Re_{kp} = \frac{Ar}{1400 + 5,22\sqrt{Ar}} \quad \text{bu erda} \quad Re = \frac{V \cdot d_{\varnothing}}{\nu_c} - \text{Reynolds soni (mezoni)}$$

$$Ar = \frac{d_{\varnothing}^3 (\rho_m - \rho_c) \cdot g}{\nu_c^2 \cdot \rho_c} - \text{Arximed soni. } d_{\varnothing} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{d_i}} - \text{zarraning elivalent}$$

diametri (m).

x_i – ulchamli bo'lakning salmogi

d_i – ulchamli bo'lakning utgan urtacha elak teshigi diametri (m).

ρ_m va ρ_c – moddaning zarrasi va mavxum muallaq qaynash xolatiga keltiruvchining zichliklari, kg/m^3 .

g – og'irlik kuchi tezlanishi, m/s^2 .

ν - gazning kinematik qovushqoqlik koeffisienti, m^2/s .

Muallaqlik xolatining tezligi ($\varepsilon=1$) bo'lganda quyidagicha aniqlanadi:

$$Re_{eum} = \frac{Ar}{18 + 0,61\sqrt{Ar}}$$

Modda qatlamidagi bosim farqi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$\Delta P_T = (\rho_m - \rho_c) \cdot g(1 - \varepsilon)H; \quad (\text{M})$$

bu erda ε - modda qatlamining bushliq joyi.

H – modda qatlamining balandligi, m.

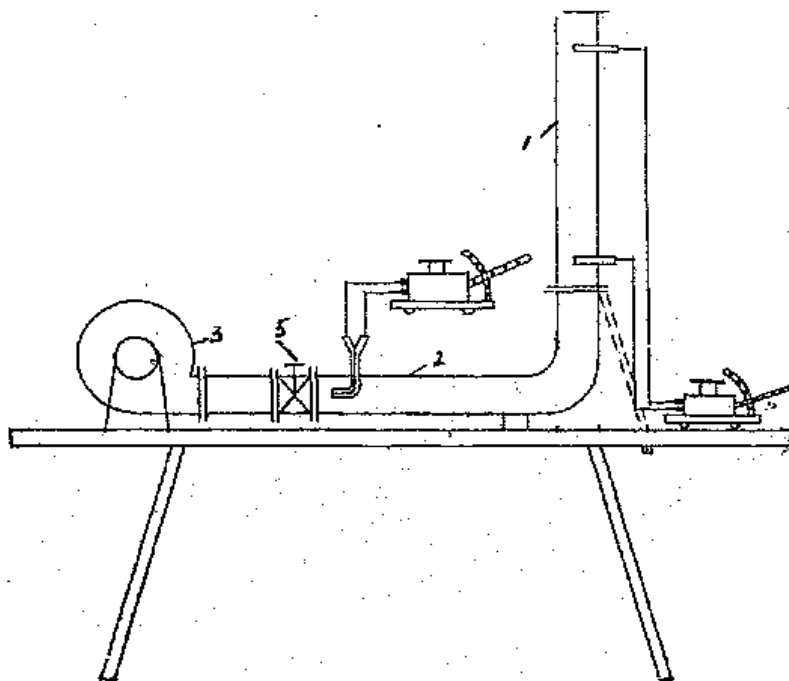
Mavxum qaynash usulining baxolanishida muxim kursatkich bo'lgan gidrostatik foydali ish koeffisienti quyidagi ifodadan topiladi:

$$\eta = \frac{\Delta P_{\text{э}}}{\Delta P_T};$$

bu erda ΔP_T – nazariy xisoblangan modda qatlamidagi bosim farqi, Pa.

IV. Tajriba qurilmasining tuzilishi

Tajriba qurilmasining asosiy qismlari 9.2–rasmda kursatilgan. Qurilmaga shisha idish 1, quvur 2, ventilyator 3 urnatilgan. Shisha idish 1 ning ostki qismida gaz tarkatuvchi tur 4 urnatilgan. Xavo oqimining tezligini jumrak 5 bilan sozlanadi. Gaz sarfi pito naychasi 6 orqali ulchab boriladi. Modda qatlamida bosimlar farkini aniqlash uchun gaz tarkatuvchi tur 4 ga impulsli naychali mikrometr 8 ulangandir.



9.2-rasm. Tajriba qurilmasi tuzilishini tasviri.

Ishni bajarish tartibi

1. Qurilmaning tuzilishi bilan tanishish.
2. urganiladigan modda zarralarining eng kichik va eng katta ekvivalent diametrlarini topish uchun elakran o'tkaziladi.
3. Qurilmani ishga tayyorlangandan keyin tajriba ishi o'tkaziladi. Buning uchun shisha idish 1 urganilayotgan moddadan namuna solinadi.
4. Jumrak 5 ni yopik xolda saqlab ventilyator 3 ishlatiladi.
5. Sekin jumrak 5 ni ochib shisha idish 1 ni ichiga xavo yuboriladi.

6. Differentsial mikromanometr 8 bilan xavoning sarfi ulchab boriladi va jadvalga yozib boriladi. Bir vaqtning uzida mavxum qaynash qatlam balandligi kuzatib boriladi.
7. Olingan natijalar 1 – jadvalga yozib boriladi.
8. Tajribada urganiladigan modda qatlami 3 xil balandlikda aniqlanadi.
9. ($Re = f(v)$) bosim farqi va zarrachalar tezligini funksional uzaro bog'lanish diagrammasi quriladi.
10. Tajribadagi natijalar va nazariy qiymatlar uzaro solishtirilib taxlil qiladi.

Natijalarni yozish jadvali

9.2–jadval.

Tajriba soni	Tajriba natijalarni xisoblash qiymatlari							
	H_0 (M)	H_2 (M)	V (M/C)	ΔP_3 (Па)	V (M/C)	$V_{c.z}$ (M/C)	ΔP_T (Па)	$\eta = \frac{\Delta P_T}{\Delta P_3}$
1								
2								

Nazorat uchun savollar.

1. Donador materiallarni mavhum qaynash holatiga ta'rif bering?
2. Mavhum qaynash qatlami qanday hosil qilinadi?
3. Nima sababdan mavhum qaynash qatlamida amalga oshiriladigan jarayonlar intensiv kechadi?
4. Donador qatlamni tavsiflovchi qanday kattaliklarni bilasiz?
5. Donador material qatlamining bo'shliq hajmini qanday aniqlash mumkin?
6. Gaz oqimi tezligining birinchi va ikkinchi kritik tezliklari haqida nimalarni bilasiz?

X U L O S A

Ta'lim mazmunini o'zlashtirish uchun talabalarning bilim saviyasi, o'zlashtirish qobiliyati, ta'lim manbai dedaktiv vazifalarga qarab o'qitishning amaliy va tajriba ishlari metodi qo'llaniladi. Metodlar amaliy mashqlar, tajriba ishlarini o'z ichiga oladi.

Nazorat qilish uchun tajriba va amaliy nazorat va o'z-o'zini nazorat qilish metodi qo'llaniladi.

Talabalaning bilim faoliyatini qabul qilish, anglash va amalda qo'llash faoliyatini shakllantirish uchun ta'limning fan bo'yicha topshiriqlarini bajarish mashqlari, tajribalari kabi metodlar qo'llaniladi.

Ushbu uslubiy qo'llanma yuqorida keltirilgan uslub va talablarga muvofiq tuzilgan va quyidagi qisqacha mazmundan iborat.

Labaratoriya ishi jurnali hisobot xujjatining asosiy qismi bo'lib, u har bir talaba tomonidan tutiladi.

Talaba darsga kesh qolmasdan tayyorlangan konspekt bilan kelishi kerak. O'qituvchi savol-javob qilishni bajarishga ruxsat olib, tajribaga kerakli asboblarni olib, ish bajarish tartibi yaxshilab o'rganib chiqiladi.

Savol-javob davomida talabaning ish borasidagi bilimni aniqlanadi. Talaba ishni o'rganib chiqib, o'qituvchiga ishga tayyorligi to'g'risida xabar beradi va ishni bajara boshlaydi. Ish bajarish vaqtida tinchlikni saqlash kerak.

Ishni bajarib bo'lgach, isitish priborlarini oshirish va ish joyini tartibga solish kerak. Tekshirish natijasida jurnalga siyoh bilan, grafiklar qalam bilan chiziladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. О.М. Тодес, О.Б. Цитович. Аппараты с кипящим зернистым слоем – Л: Химия, 1981 – 296 с.
2. А.Н. Плановский, В.И. Муштаев, В.М. Ульянов. Сушка дисперсных материалов в химической промышленности – М: химия – 283 с.
3. П.Г.Ромонков, И.Б.Рашковская. Сутка по взвешенном состоянии . Л.”химия” ,1979 г.
4. Д.Н. Мухиддинов и др. Методические указания к лабораторном разработке по курсу “ Гидрогазодинамика” , Таш ТГТУ- 1988 г.
5. Z.S.Salimov, I.Tuychieva “Ximiyaviy texnologiya jaraenlari va apparatlari”. Toshkent “O'qituvchi”, 1987 y.

Mundarija:

Suz boshi.....	3
1-Laboratoriya ishi. P'ezometr va to'liq bosim chizig'ini chizish.....	4
2-Laboratoriya ishi. Gidravlik qarshilik koeffisientini tajriba yo'li bilan aniqlash.....	8
3-Laboratoriya ishi. Mahalliy qarshiliklar koeffisientini tajriba yo'li bilan aniqlash.....	12
4-Laboratoriya ishi. Suyuqliklar harakat tartibini o'rganish.....	17
5-Laboratoriya ishi. Qattiq modda zarrasining gaz oqimidagi muallaq holat tezligini aniqlash.....	20
6-Laboratoriya ishi. Havo oqimida joylashagan jismning qarshilik kuchini aniqlash.....	22
7-Laboratoriya ishi. Venturi suv o'lchagichini tajribada sinash.....	24
8-Laboratoriya ishi. Yupqa devorli kichik teshikdan suyuqlik oqishini tekshirish.....	27
9-Laboratoriya ishi. Mavhum qaynash qatlamining asosiy gidrodinamik xususiyatlarini aniqlash.....	31
Xulosa	35
Adabiyot	36