

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

ABU RAYHON BERUNIY NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT
TEXNIKA UNIVERSITETI

**«Suyuqlik va gaz dinamikasi» fani bo'yicha
tajriba ishlar uchun uslubiy ko'rsatma**

TOSHKENT 2007

«Suyuqlik va gaz dinamikasi» fani bo'yicha tajriba ishlar uchun uslubiy ko'rsatma. Azimova M.M., Muxiddinova Y.D., Toshkent, ToshDTU, 2007.- 32 bet.

Uslubiy ko'rsatma «Issiqlik energetikasi» yo'nalishi bo'yicha bakalavrlarni tayyorlovchi oliy o'quv yurtlarining talabalari uchun mo'ljallangan.

Ushbu uslubiy ko'rsatmada «Suyuqlik dinamikasi» va «Gaz dinamikasi» bo'limlari bo'yicha maxsus qurilmalarda bajariladigan tajriba ishlari berilgan.

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Toshkent davlat texnika universitetining ilmiy-uslubiy kengashi qaroriga asosan chop etildi.

TAQRIZCHILAR: Toshkent issiqlik elektr stansiyasi bosh muhandisi Samatov M.M.,
ToshDTU «Issiqlik energetikasi»
kafedrasi dotsenti, kimyo fanlari nomzodi
Raximjonov R.T.

KIRISH

Gidravlikaning suyuqliklar harakat qonunlari va ularning harakatlanayotgan yoki harakatsiz qattiq jismlar bilan o'zaro ta'sirini o'rganuvchi bo'limini "Suyuqlik va gaz dinamikasi" deyiladi.

Ushbu fanda quvurlarda, naychalarda va issiqlik jihozlarida oqayotgan suyuqlik va gazlarning oqishi qonunlari hamda tartiblari, bosimning pasayishi sabablari, shuningdek qarshiliklarining turlari, suyuqliklarning teshik va naychalardan oqishi, donasimon hamda mavhum qaynash qatlamlaridan o'tish muammolari ko'rib chiqiladi.

1- TAJRIBA ISHI

SUYUQLIKLARNING OQISH HOLATLARINI (TURLARINI) O'RGANISH

Suyuqlik(gaz)larning oqimi harakati, bir butun qattiq jism harakatidan farq qilib, yuqori erkinlik darajasiga ega bo'lgan suyuqlik zarrachalarining ichki harakati bilan birgalikda kechadi.

Umumiy hollarda real suyuqliklar oqimi, uning zarrachalariga inersiya va ichki ishqalanish (qovushqoqlik) kuchlarining birgalikdagi ta'siri ostida harakatlanadi. Bu kuchlarning o'zaro nisbatini Reynolds soni ifodalaydi:

$$Re = \frac{WD}{\nu} \quad (1)$$

Reynolds soni harakat usulini baholaydi, ya'ni suyuqlikning ayrim zarralarining kinematikasi va dinamikasini aniqlab, oqimining tuzilishini (holatini) va xossalarini ko'rsatadi.

Reynolds soni suyuqlikning tezligi W xarakterli o'lchami L dan va kinematik qovushqoqlik koeffitsienti ν dan tuzilgan.

Agar quvur yumaloq yuzaga ega bo'lsa, unda L o'rniga (d diametr) yoki R radius olinadi.

Reynolds sonining qiymati L yoki D o'lcham olinishiga qarab o'zgaradi. Bunda bir xil olingan qiymatlar va o'lchamlar uchun Reynolds sonini solishtiriladi.

Agar oqimning yuzasi yumaloq bo'lsa, unda L o'rniga gidravlik radius deb atalgan kattalik $R_g = F/x$, ya'ni oqim kesim yuzasi F ni suyuqlikning namlanish perimetri x ga nisbati olinadi. R_g - chiziqli kattalikdir. Xususiylar kesim yumaloq bo'lsa, $R_g = d/4$, ya'ni $d = 4 R_g$.

Shunday qilib R_g ni har qanday yuza uchun hisoblash mumkin. Oxirgi ifodadan yumaloq bo'lmagan yuzalar uchun ham foydalanish mumkin, bu kattalik gidravlik diametr deyiladi va d_g deb belgilanadi.

Re sonining kichik qiymatlarida inersiya kuchi qovushqoqlik kuchiga nisbatan ancha kichikdir. Qovushqoqlik esa suyuqlik harakatini tartiblantiradi, ya'ni qatlamli (laminar) oqim hosil qiladi. Bu hol Nyutonning qovushqoqlik qonuniga bo'ysunadi, u suyuqlik qatlamlari o'rtasidagi molekulyar almashinuv bilan bog'liqdir.

(1) dan ko'rinadiki, laminar oqim usuli kichik tezlikda (filtrlashda), L da (moylash qatlamlarida) va ν ning katta qiymatlarida (moy, neft va boshqalar) Re soni o'sib borganda qatlamli oqim turg'unligi buziladi va tartibsiz (turbulent) oqim hosil bo'ladi, bu esa suyuqlik zarrachalarining yon tomonga va bir-biriga nisbatan siljish intensivligini oshiradi, hamda tezliklar va bosimning to'liqlanishi hosil bo'ladi.

Turbulent oqim mashinalarda va sanoatda suv va gaz quvurlaridagi harakatga xarakterlidir. Turbulent oqimining ichki holatlari juda murakkab bo'lgani uchun uni alohida o'zgarishini matematik tushuntirish amalda juda qiyin, buning birdan-bir yo'li bu jarayonni statik tushuntirishdir.

Laminar va turbulent oqimlar uchun gidravlik qarshilik, issiqlik uzatish va zarralarni tashish kabi, real fizik jarayonlar bir-biridan tubdan farq qiladi.

$Re = Wd/\nu$ sonini berilgan suyuqlik uchun ($\nu = \text{const}$) va berilgan quvur uchun ($d = \text{const}$) oqim tezligi W ni o'zgartirish mumkin.

Oqim tezligining ma'lum bir qiymatida qatlamli oqimdan to'liqsimon oqimga o'tish sodir bo'ladi, bu qiymat yuqori chegarali tezlik deyiladi va $(W_{kr})_{yuq.}$ deb belgilanadi. Bu holatga to'g'ri kelgan Reynolds soni esa yuqori chegara Reynolds soni deyiladi va $(Re_{kr})_{yuq.}$ belgilanadi.

Agar rivojlangan turbulent oqimdan tezlikni kamaytirish yo'li bilan laminar oqimga o'tilsa, bunda o'tish $(W_{kr})_{yuq.}$ tezlikdan kichik tezlikda sodir bo'ladi. Bu tezlik quyi kritik tezlik deb ataladi va $(W_{kr})_q$ bilan belgilanadi, bu holatga $(Re_{kr})_q$ quyi kritik Reynolds soni to'g'ri keladi.

Uzun yumaloq quvur uchun Reynolds tajribasidan $(Re_{kr})_q = 2300$ bo'lsa, $(Re_{kr})_{yuq.} = 12000 \div 13000$ dir. (Re soni d va W lar bo'yicha hisoblangan).

$Re = 2300 \div 12000 - 13000$ oraliqda o'zgarsa, o'tish sohasi bo'ladi va bunda bir vaqtning o'zida quvurda ikki xil harakat mavjud bo'ladi, ya'ni quvur o'rtasida suyuqlik turbulent, devor yaqinida laminar harakatda bo'ladi.

Shuni ta'kidlash kerakki, $(Re_{kr})_{yuq.}$ ning qiymati bir necha omillarga bog'liqdir, masalan, oqimning quvurga kirish (asta-sekinlik bilan yoki birdaniga) sharoiti va oqimning quvurga kirish oldidagi harakati hollari bilan aniqlanadigan boshlang'ich o'zgarishning borligi shartlaridir. Shuning uchun, $(Re_{kr})_{yuq.}$ ko'rsatilgan omillarga bog'liq holda keng oraliq qiymatlarda o'zgarishi mumkin. Oqimni quvurga kirish sharoiti yomonlasha borsa (quvur qirrasining o'tkirligi va boshqalar) yoki ko'proq o'zgartirilsa, $(Re_{kr})_{yuq.}$ ning qiymati bir xil sharoitlar uchun shuncha kichik bo'ladi.

Reynolds soni kritik qiymati suyuqlik turiga, quvurning diametriga, quvur devorlarining g'adir-budurligiga bog'liq emas. Masalan, havo, moy, suv va boshqa suyuqliklar uchun $(Re_{kr})_q$ chegaraviy sharoitlarda bir xil bo'ladi. $(Re_{kr})_q = 2320$ soni suyuqlikni yumaloq silindrik quvurlardagi oqimi uchun olingandir. Quvurlarning birlashtiruvchi va ajratuvchi uchastkalari uchun bu qiymat boshqacha bo'ladi. Birlashtiruvchi (qo'shilish) uchastkada oqim tezlashuvchi va quvurning silindrik uchastkasiga nisbatan to'liqlanish moyilligi kam. Shuning uchun bunday uchastkalarda laminar (turg'un) oqim va turbulent (tartibsiz) oqimga o'tish Re sonini katta qiymatlarida sodir bo'ladi.

Quvurlarning bo'linish (ajratish) uchastkasida oqim harakati sekinlashadi va yumaloq uchastkaga nisbatan to'liqlanish moyilligi yuqori. Turbulent oqimga o'tish Re sonining ancha kichik qiymatlarida yuz beradi.

2. ISHNING MAQSADI

Turli rejimlarda oqimning tuzilishini va yumaloq quvurda suyuqlik harakatining bir turdan ikkinchisiga o'tishini o'rganish. Olingan kritik Re sonlarini adabiyotlardagi qiymatlari bilan solishtirish.

3. QURILMA TUZILISHI

Suv tarmog'i 1 dan suv (1-rasm) sarfiy bak 2 ga beriladi. Sarfiy idishdagi bosim va suv balandligi oqizish quvuri 3 orqali bir xil ushlab turiladi. Suv idishdan oqim harakati turlari o'rganiladigan shisha quvur 4 orqali suv o'lchagichga keladi va oqayotgan suv sarfi jo'mrak 6 bilan o'zgartirib turiladi. Oqimning quvur 4 dagi holatini ko'z bilan kuzatish va oqimga rangli ingichka qatlam berish uchun rangli bo'yoq solingan idish 7 xizmat qiladi. Oqimga rang berish intensivligini o'zgartirish uchun jo'mrak 8 xizmat qiladi.

4. TAJRIBA O'TKAZISH VA O'LCHASHLAR

1. Sarfiy bakni H belgisigacha suv bilan to'ldiriladi. Jo'mrak 6 ni bir muncha ochib shisha quvurda laminar oqim hosil qilinadi.

2. Jo'mrak 6 ni asta-sekin ochish bilan laminar oqimdan turbulent oqimga o'tish paytini kuzatiladi va belgilanadi.

3. Jo'mrak 6 ni oxirigacha ochib turbulent oqim hosil qilinadi.

4. Asta-sekin jo'mrak 6 ni yopib boriladi va turbulent oqimdan laminar oqimga o'tish holati kuzatiladi va belgilanadi.

Quvurdan oqim o'tayotgan suvning o'rtacha tezligi W ni aniqlash uchun suv sarfini har bir tajribada (2-3 marta) o'lchanadi.

Oqim usulini (rejimini) rangli ingichka qatlamining o'zgarishiga qarab baholanadi.

Tajriba o'tkazish paytida bakdagi bosimni tarmoqdan kelayotgan suvni o'zgartirish bilan bir xilda ushlab turiladi.

5. HISOBLASHLAR VA HISOBOT

1. Quyidagi ifodadan W ni aniqlanadi:

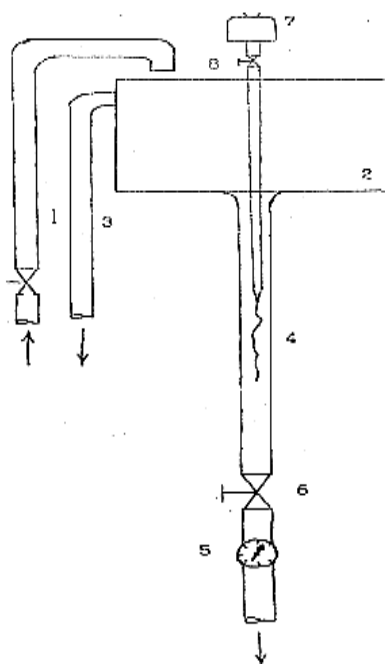
$$W = 4v/\pi d^2$$

2. Har bir tajriba uchun Reynolds soni topiladi. Bunda ikkinchi va to'rtinchi tajribada $(Re_{kr})_{yuq.}$ va $(Re_{kr})_q$ qiymatlar aniqlanadi. Suvning qovushqoqligini haroratga qarab adabiyotlardan olinadi. Kuzatishlar va hisoblash natijalari jadvalga kiritiladi.

3. Tajribada olingan Re sonini adabiyotlardan olingan qiymatlar bilan solishtiriladi.

4. Tajribalar yuzasidan xulosalar bayon etilgan hisobot tuziladi.

5. 1-jadval to'ldiriladi.



1-rasm. Tajriba gurilmasininig tuzilishi.

1-jadval				
oqim turlari	vaqt (s.)	suv sarfi	o'r.tezlik W (m/s)	Reynolds soni Re
1. Laminar 2. Laminar oqimdan turbulent oqimga o'tish 3. Turbulent 4. Turbulent oqimdan laminar oqimga o'tish				

2-TAJRIBA ISHI

BERNULLI TENGLAMASINING O'ZGARUVCHAN KESIMLI QUVUR UCHUN DIAGRAMMASINI QURISH

1. NAZARIYA VA ISHNING MAQSADI

Bernulli tenglamasi (suyuqlik oqimi uchun) energiyaning saqlanish qonunini ifodalab, m massali suyuqlik zarrasining potensial (mgz) va kinetik ($mV^2/2$) energiyalarining ikki xil holatini, tashqi bosim kuchlari bajargan ish (mg/qp) va qarshilik kuchlari bajargan ish (mgh_n) larning bog'liqligini ko'rsatadi. Siqilmas suyuqliklar oqimi uchun massaning saqlanish qonuni bilan birgalikda ko'rilganda esa quyidagi oqimlarning uzilmaslik qonunini ifodalovchi ko'rinishga keladi:

$$V=VF=const$$

Bernulli tenglamasi suyuqliklar to'grisidagi fanning (gidravlikaning) asosiy qonunlaridan biridir, u real suyuqliklar harakati haqidagi ko'pgina amaliy masalalarni yechishda qo'llaniladi.

Massasi $m=1$ bo'lgan real suyuqlik istalgan 1-1 va 2-2 kesimlardagi (2-rasm) elementar oqimning (suyuqlik zarralarining tezligi oqim kesim yuzasi bo'yicha bir xil) energetik muvozanatini Bernulli tenglamasi ifodalaydi.

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + h_n \quad (1)$$

Ushbu tenglamani va undagi qo'shiluvchilarni geometrik va energetik nuqtai nazardan quyidagicha izohlash mumkin.

Geometrik nuqtai nazardan (2-rasmga qaralsin)

h -kesimning balandligi, 1-1-kесimning og'irlik markazidan taqqoslash tekisligi 0-0 gacha bo'lgan masofa, bunda (Z_1-Z_2) ayirma kesimni joylashishiga bog'liq emas. $P_1/\rho g$ -pyezometrik balandlik, ρ -zichlikka ega bo'lgan suyuqlik ustunining shunday balandligiki, bunda o'zining asosida qaralayotgan kesimdagi bosimga teng bosim hosil qiladi. $V^2/2g$ -tezlik siquvi, $m=1$ bo'lgan jism yuqoridan tushayotgan V tezlik hosil qiluvchi balandlik; $Z+P/\rho g$ -pyezometrik siquv; $Z+P/\rho g+V^2/2g$ - gidrodinamik yoki to'la (siquv); "1" va "2" indekslar tegishli kesimlarga taalluqli ekanini ko'rsatadi; h_n -qaralayotgan kesimlar o'rtasidagi to'la siquvni o'zgarish qiymatini yoki yo'qotilishini ko'rsatadi.

Energetik nuqtai nazardan:

Z - suyuqlikning kesimdagi solishtirma energiyasi (og'irlik birligiga nisbatan); $P/\rho g$ - tashqi zarralarning yoki (jismlarning) solishtirma energiyasi, boshqacha aytganda suyuqlikning qaralayotgan zarrasi orqali uzatiladigan bosim energiyasi; $P/\rho g$ -ni shartli ravishda bosimning solishtirma energiyasi deyiladi; $V^2/2g$ - solishtirma kinematik energiya; $Z+P/\rho g$ -shartli ravishda solishtirma potentsial energiya deyiladi; $Z+P/\rho g+V^2/2g$ -suyuqlikning to'la energiyasi; h_n -qaralayotgan kesimlar og'irligida suyuqlikning yo'qolgan solishtirma energiyasi.

Shunday qilib, Bernulli tenglamasi real suyuqlikning oqimi uzunligi bo'yicha gidrodinamik siquv (to'la solishtirma energiya) kamayishini ko'rsatadi. Yana bu tenglamadan kelib chiqadiki, oqim uzunligi bo'yicha bosim o'sishi bilan tezlik kamayadi va aksincha, tezlik oshishi bilan bosim kamayadi. Bernulli tenglamasini, shu nom bilan atalgan diagramma grafigini qurish mumkin.

Bernulli tenglamasini qurishda ixtiyoriy olingan 0-0 (2-rasm) taqqoslash tekisligidan, oldindan belgilangan oqim kesimlaridan yuqoriga qarab ordinata o'qlarini o'tkazamiz. Keyin oqim o'qidan pyezometrik balandlik qiymatini yuqoriga qo'yamiz va pyezometrik chiziq deb atalgan M-M chiziqni olamiz. Pyezometrik chiziqdan taqqoslash tekisligigacha bo'lgan masofa har bir oqim kesimidagi pyezometrik siquv qiymati $Z+P/\rho g$ ni bildiradi (ya'ni solishtirma potentsial energiya qiymatini).

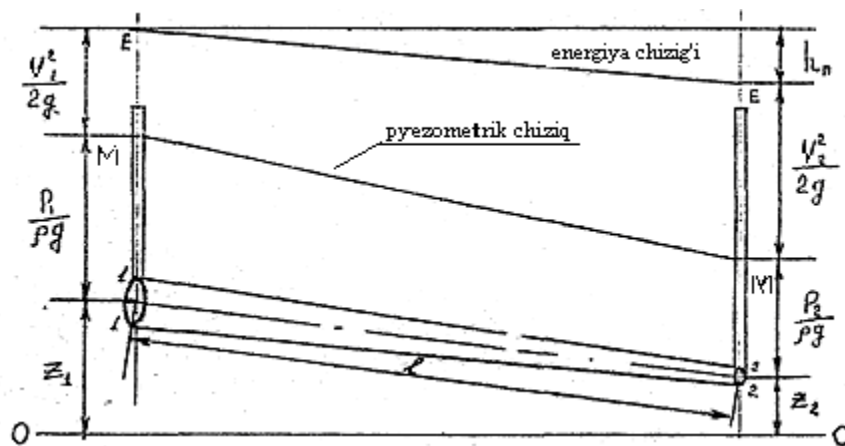
Pyezometrik chiziq yuqorisiga tezlik siquvi qiymatini $V^2/2g$ qo'yib, gidrodinamik qisish chizig'ini E-E (energiya chizig'i) hosil qilinadi, bu chiziqdan taqqoslash tekisligi 0-0 gacha bo'lgan masofa oqim kesimlaridagi gidrodinamik qisish (to'la solishtirma energiya) qiymatini beradi.

$$\text{Ushbu: } J = -\frac{d}{d\tau} \left[Z + \frac{P}{pg} + \frac{V^2}{2g} \right] = \frac{dh_n}{d\tau}$$

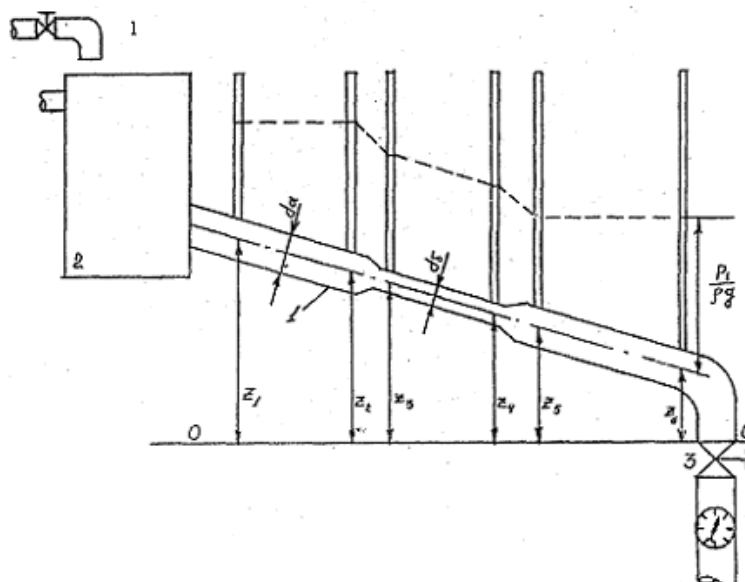
qiymat gidravlik qiyalik deyiladi va oqim uzunligi birligidagi gidrodinamik siquv (bosim) yo'qotilishini ko'rsatadi.

$$J_n = \pm \frac{d}{d\tau} \left[Z + \frac{P}{pg} \right]$$

Qiymat pyezometrik qiyalik (og'ish) deyiladi va oqim uzunligi birligidagi pyezometrik siquvning o'zgarishini ko'rsatadi. $J_g = \pm dz/d\tau$ qiymat geometrik qiyalik deyiladi va oqim o'qining og'ishini tavsiflaydi.



2-rasm. Bernulli tenglamasining geometrik, energetik, pyezometrik chizmasi.



3-rasm. Qurilmaning tuzilishi.

Gidravlik qiyalik doim musbat qiymatga ega, ρ_n va J_r esa manfiy hamda musbat qiymatlarda bo'lishi mumkin.

Bernulli tenglamasi suyuqlikning to'la oqimi uchun qaralganda, alohida ta'kidlash kerakki, suyuqlikning juda ko'p elementar oqimlardan tashkil topgan to'la oqimi kesimidagi tezliklar bir xil emasdir. Ularning taqsimoti ma'lum qonunlarga buysunadi. Oqim kesimi bo'yicha tezliklarning har xilligi shunga olib keladiki, bunda berilgan kesimda o'rtacha tezlik bo'yicha hisoblangan kinetik energiya $W = V/F$ (bunda V - oqim sarfi, F - kesim yuzasi) oqimlar energiyalari yig'indisi sifatida hisoblangan kinetik energiyasiga teng emasdir.

Yuqorida aytilganlarni inobatga olgan holda Bernulli tenglamasini shunday yozish mumkin:

$$Z_1 + \frac{P_1}{pg} + \frac{\alpha_1 W_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{pg} + \frac{\alpha_2^2 W_2^2}{2g} + h_n \quad (2)$$

Bu tenglamada Z va P/pg qiymatlar elementar oqim uchun Bernulli tenglamasidagi ma'noni beradi; $\alpha W^2/2g$ - oqimning berilgan (tegishli) kesimdagi o'rtacha solishtirma kinetik energiyasi; α - bu kinetik energiya koeffitsienti bo'lib, u berilgan kesimdagi oqimning kinetik energiyasini, oqim kesimining barcha nuqtalarida tezlikni bir xil va o'rtacha W ga teng deb qabul qilingandagi kinetik energiyaga nisbatidir. α ning qiymati doimo birdan katta va W ning qiymatiga bog'liq emas, balki oqimni tezliklar epyurasi to'laligidan aniqlanadi, ya'ni tezliklar taqsimlanishining

kesim bo'yicha tenglashishiga yaqinlashgandagi qiymati. Boshqacha aytganda α suyuqlik (gaz) larning siqiluvchanlik koeffitsientidir.

Amaliy hisoblar uchun $\alpha = 1$ deb qabul qilish mumkin, u holda Bernulli tenglamasini quyidagicha yozish mumkin:

$$Z_1 + \frac{P}{\rho g} + \frac{W_1}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{W_2}{2g} + h_b \quad (3)$$

2. ISHNING MAQSADI

O'zgaruvchan kesimli quvurda barqaror (o'rnatilgan) oqim sharoitida berilgan kesimlarda suyuqlikning pyezometrik, tezlik va to'la bosimini aniqlash hamda Bernulli tenglamasining diagramasini qurish.

3. QURILMANING TUZILISHI

Tajriba qurilmasi o'zgaruvchan kesimli shaffof shisha quvurdan iborat (3-rasm) uning turli kesimlarida pyezometrilar o'rnatilgan (1-6). Bu quvurga suv bosim hosil qiluvchi katta bak 2 dan beriladi, u suv tarmog'idan to'ldirib turiladi. Quvur 1 dan suv sarf o'lchagichga beriladi. Quvurdagi zaruriy (berilgan) suv sarfi po'kaksimon jo'mrak 3 bilan o'rnatiladi. 3-rasmda quvurning ayrim qismlari diametri ko'rsatilgan $d_d=22$ mm, $d_d = 10$ mm.

4. TAJRIBANING BAJARILISHI VA O'LCHAMLAR TARTIBI

1. Taqqoslash tekisligi 0-0 tanlanadi, masalan stolning yotiq (gorizontal) yuzasi olinishi mumkin, S_i kesimlar og'irlik markazi holati balandligi chizg'ich bilan o'lchanadi. Z_i ning qiymati o'qituvchi tomonidan berilishi mumkin.

2. Bosim hosil qiluvchi idish 2 ni berilgan (o'qituvchi tomonidan) sathgacha to'ldiriladi.

3. Idish suv bilan to'ldirilgandan so'ng jo'mrak 3 ni ochiladi (jo'mrakni ochish darajasini o'qituvchi belgilaydi) va bosim hosil qiluvchi idishga suv tarmog'idan suv berish bilan undagi siquv hosil qiluvchi sathning doimiyliigi saqlanib turiladi.

4. Suv o'lchagich ko'rsatishi bo'yicha quvurdagi suv sarfini aniqlanadi.

5. Pyezometrilar ko'rsatishining P_i/pg qiymatlari 1mm gacha aniqlikda olinadi. Pyezometrlardagi suv sathi lip-lip tebranib tursa, unda ekstremal holatlarining o'rtacha qiymati olinadi. Tajriba o'tkazish paytida bakdagi suvning sathi bakka tarmoqdan suv berish bilan doimiy saqlab turishga erishiladi.

6. Tajribalarni bakdagi suv sathini saqlab qolgan holda, lekin suv sarfini o'zgartirib takrorlanadi. Tajribalar natijalari 1-va 2- jadvallarga kiritiladi.

5. HISOBLASHLAR VA HISOBOT TUZISH

1. Quyidagi ifoda $W_i=V/F_i$ bilan quvurning mos ravishda kesimlardagi o'rtacha tezlikni aniqlanadi va 2-jadval to'liq to'ldiriladi.

2-jadval

№	Idishdagi H,sm	Vaqt τ ,s	Suv sarfi V, m^3/s	Quvurdagi tezliklar		
				W_a	W_b	W_d

2. Quvurning har bir kesimlarida suquv tezliklari $w_i^2/2g$ ni hisoblanadi. Shundan so'ng to'la siquvning yoki to'la solishtirma energiyaning barcha kesimlardagi tashkil etuvchilari haqiqiy qiymatga ega bo'ladilar. $(Z;P/pg; W_i^2/2g)$. Ularning qiymatlari 2-jadvalga yoziladi.
3. Barcha kesimlarda to'la siquvning va (3) tenglama yordamida kuchning kesimlar oralig'idagi siquvning yo'qotilishini hisoblanadi.
4. Butun quvurdagi barcha kesimlar 1-6 oralig'ida siquvning yo'qotilishini hisoblanadi. Ushbu:

$$\left[Z_1 + \frac{P}{pg} + \frac{W_1^2}{2g} \right] - \left[Z_\sigma + \frac{P_\sigma}{pg} + \frac{W}{2g} \right] = h_{1-\sigma}$$

qiymat, agar hisob to'g'ri bajarilsa, $\sum_1^\sigma h_{i-(i+1)}$ qiymatiga teng bo'lishi kerak, ya'ni ayrim uchastkalardagi yo'qotilishlar yig'indisiga teng.

5. 3-jadval natijalari bo'yicha Bernulli diagrammasi quriladi.

6. Quvurning biror-bir qismi (2 pyezometrilar oralig'i) uchun o'rtacha pyezometrik va gidravlik qiyaliklar topiladi. Ikki kesimlar uchun

hisoblar asosida, masalan, 2 va 3-pyezometrlar joylashgan kesimlar uchun oqimning solishtirma energiyasi bir turdan ikkinchisiga o'tishini sifat o'zgarishlar ko'rinishi o'rnatiladi.

3-jadval

Pyezometrlar soni	1-tajriba				
	P/pg	$Z+P/pg$	$W^2/2g$	$Z+P/pg+W^2/2g$	$h_{i-(i+1)}$

Pyezometrlar soni	2-tajriba				
	P/pg	$Z+P/pg$	$W^2/2g$	$Z+P/pg+W^2/2g$	$h_{i-(i+1)}$

Xulosada quyidagilarni ko'rsatish zarur: energiyani bir turdan ikkinchisiga o'tish xususiyatini hamda oqim bo'ylab pyezometrik va gidravlik qiyaliklarning o'zgarishi ta'rifi; oqim qiyaliklarining fizik ma'nosi.

3 - TAJRIBA ISHI

MAVHUM QAYNASH QATLAMINING ASOSIY GIDRODINAMIK XUSUSIYATLARINI ANIQLASH

1. ISHNING MAQSADI

1. Mayda zarralardan iborat qattiq jismning qo'zg'almas qatlam holatiga o'tishini tajribada aniqlash.
2. Donador zarralardan iborat mavhum qaynash qatlamidagi bosimlar farqini tajribada (eksperimental) aniqlash.
3. Mavhum qaynash qatlamining ishlash (mavhum bo'lish) chegaralarini tajribada aniqlash.
4. Tajribada aniqlangan va nazariy hisoblangan qiymatlarni solishtirish.

2. 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:

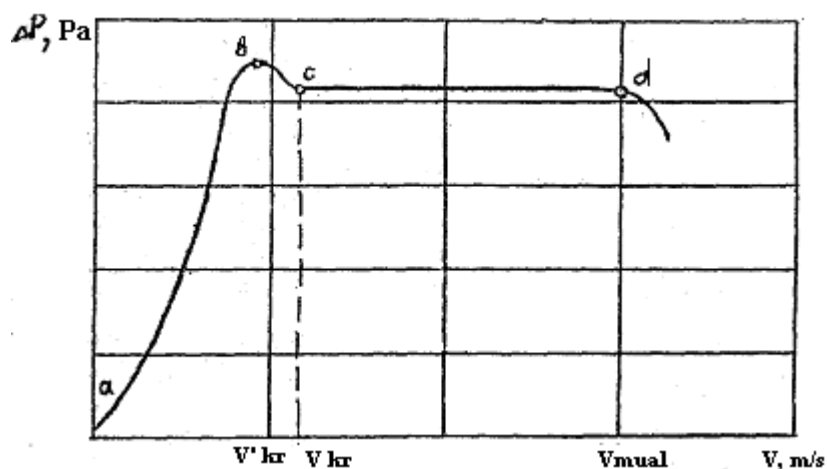
1. Boshlang'ich paytda zarralar qatlami qatlamdan gaz oqimi o'tganda qo'zg'almaydi, bunda qatlam zarralari bir-biriga tutash holatda bo'ladi va gaz oqimi tezligining ma'lum bir qiymatigacha qatlam hajmi o'zgarmas bo'ladi.

2. Havo oqimi tezligining asta o'sishi, qattiq zarralarning tebranishiga va ularning qatlami ichidan qatlam yuzasiga harakatlana boshlashiga 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 mezon (soni) ga bog'liq va 1,0-2,0 oraliqda yotadi (4-rasm, a-b qism).

3. Oqim tezligining ma'lum bir V_{KR} qiymatida qatlam shishib kengayadi va unda havo yo'laklari hosil bo'ladi. Havo tezligining V_{KR} qiymatigacha oshishi, qatlam hajmining yanada ko'proq o'sishiga va qatlamda bosimlar farqining bir oz o'zgarishiga olib keladi. (4- rasm, b-c qism).

4. Gaz oqimi tezligining qiymati zarrachani muallaq holatga keltiruvchi qiymatigacha o'sishi (4-rasm, c-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 uchib ketishligiga va buning natijasida modda qatlamida bosimlar farqining kamayishiga olib keladi.



4-rasm. Material qatlamida bosim tushishining 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 qilinishini ko'rsatadi.

3. HISOBLASH TENGLAMALARI

«Mavhum qaynash» qurilmalarida qaynashning chegaraviy tezligi qiymati, $\varepsilon=0,4$ material qatlamdagi bo'shliq qismi (poroznost) bo'lganda quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$Re_{kr} = \frac{Ar}{1400 + 5.22\sqrt{Ar}}$$

bu yerda: $Re = Vd_e/\nu_s$ - Reynolds soni (mezoni);

$$Ar = \frac{d_e^3(\rho_m - \rho_s) \cdot g}{V_s^2 \cdot \rho_s} \text{ Arximed soni;}$$

$$d_e = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{d_i}} \text{ -zarraning ekvivalent diametri, m: } x_i \text{ -i-nchi o'lchamli}$$

bo'lakning salmog'i; d_i -i-nchi o'lchamli bo'lak o'tgan o'rtacha elak teshigi o'lchami, m; p_m va p_s - materialning zarrasi va mavhum qaynash holatiga keltiruvchi muhiting zichliklari, kg/m^3 ; g -erkin tushish tezlanishi, m/s^2 ; ν_s - gazning kinematik qovushqoqlik koeffitsienti, m^2/s . Muallaqlik holati tezligini $\varepsilon=1$ bo'lganda quyidagicha aniqlanadi:

$$Re_{mual.} = \frac{Ar}{18 + 0.61\sqrt{Ar}}$$

Material qatlamidagi bosimlar farqi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$\Delta P_N = (p_m - p_{s-})g(1 - \varepsilon)H$$

bu yerda ε - material qatlamining bo'shliq qismi; H -material qatlamining balandligi, m.

Mavhum qaynash usulini baholashda muhim ko'rsatkich bo'lgan gidrostatik FIK quyidagi ifodadan topiladi:

$$\eta = \Delta P_e / \Delta P_N$$

bu yerda: ΔP_N -nazariy hisoblangan material qatlamdagi bosimlar (tushishi) farqi, Pa.

4. TAJRIBA QURILMASINING TUZILISHI

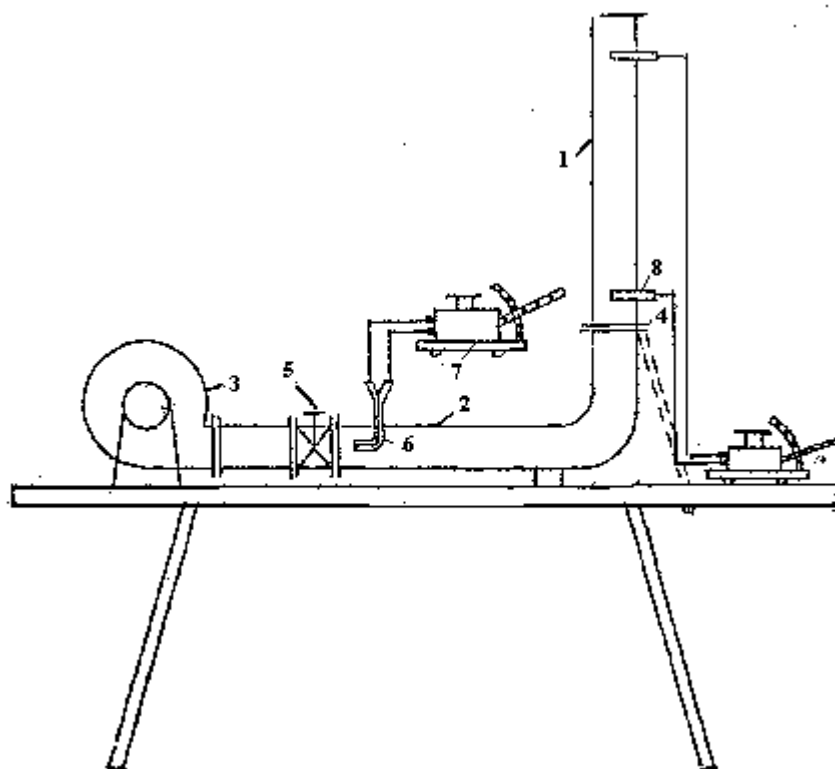
Tajriba qurilmasining asosiy qismi 5-rasmda ko'rsatilganidek, shisha idish 1 bo'lib, 2 quvur bilan ventilyator 3ga ulangan. Idish 1 ning ostki qismida gaz taqsimlovchi panjara 4 o'rnatiladi. Havo oqimining tezligini zadviyka (jo'mrak, kran) 5 bilan o'zgartiriladi. Gaz sarfini PITO naychasi 6 orqali aniqlanadi. Material qatlamidagi bosimlar farqini aniqlash uchun gaz taqsimlash panjarasi ustida va material qatlami ustida impuls naychalari o'rnatilgan va ular o'z navbatida 7 mikromanometr 8 bilan ulangan.

5. ISHNING BAJARILISH TARTIBI

1. Qurilmaning tuzilishi bilan tanishiladi.
2. O'rganiladigan materialning eng kichik, eng katta va ekvivalent diametrlarini topish maqsadida elaklardan o'tkazilib tahlil qilinadi.
3. Qurilma tekshirilgandan so'ng, shisha idish 1 ga o'rnatilayotgan materialdan qatlam solinadi.
4. Zadviyka 5 yopiq holatda ventilyator 3ni yoqiladi.
5. Asta-sekin zadviyka 5 ni ochib borib havo sarfini differensial mikromanometr 8 ko'rsatishi bo'yicha yozib boriladi. Shu bilan birga mavhum qaynash qatlami balandligining o'zgarishining ko'rinishi kuzatilib turiladi.
6. Olingan kuzatuvlar va hisoblar 4-jadvalga yoziladi.
7. O'rganish material qatlamining 3 xil balandligida o'tkaziladi.
8. $\Delta P_e = f(v)$ funksiyaning ko'rinishi quriladi.
9. Amaliy va nazariy aniqlangan qiymatlar solishtiriladi va tahlil qilinadi.

4-jadval

N	tajriba qiymatlari				hisoblash qiymatlari			
	T_0 m	T_0 m	v m/s	ΔP_e Pa	v_{kr} m/s	$v_{mual.}$ m/s	ΔP_N Pa	η



5-rasm. Tajriba qurilmasi tuzilishining tasviri

4 – TAJRIBA ISHI

QATTIQ MODDA ZARRASINING GAZ OQIMIDAGI MUALLAQ HOLATI TEZLIGINI ANIQLASH

ISHNING MAQSADI

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

Amaliy olingan va nazariy hisoblangan qiymatlarni taqqoslash va tahlil qilish.

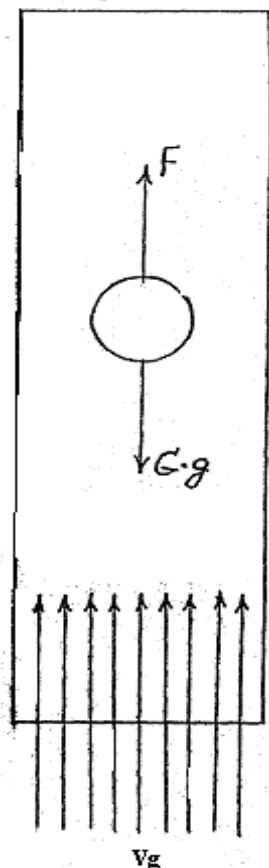
2. QISQACHA NAZARIY MA'LUMOT

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 (pnevмотransport) tashishdan foydalaniladi. Shunday qilib, pnevmatik tashish donador materiallarning havo oqimida tashish (uzatish) jarayonidir.

Suyuqlik oqimida tashish 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 haydash uskunalarini to'g'ri tanlashga yordam beradi.

Og'irligi G bo'lgan qattiq modda zarrasi joylashgan tik quvurni qarab chiqamiz. Unga, ostidan V_s tezlik bilan gaz oqimi beriladi (6-rasm).



6-rasm. Zarrachaga ta'sir etuvchi kuchlar

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

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

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

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

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

$$KS \frac{P_m V_s^2}{2} = Gg, \quad (1)$$

bu yerda: K –qarshilik koeffitsienti; P_m –material zarrasining zichligi kg/m^3 ; V_s oqimning tezligi m/s ; g –erkin tushish tezlanishi, m/s^2 ; G –zarra og'irligi, kg ; S –zarrachaning ko'ndalang kesim yuzasi, m^2 .

(1) tenglamani gaz oqimining tezligiga nisbatan yechish mumkin emas, chunki bu tenglamaga qarshilik koeffitsienti 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 yuzasi aniqlanishi qiyinlashadi. Shuning uchun jismlarni muallaqlik tezligi tajribada yoki ancha sodda kriterial tenglamalar orqali aniqlanadi.

3. ZARURIY HISOBLASH TENGLAMALARI

Donador zarralar muallaqlik tezligini nazariy qiymatini quyidagi ifodadan aniqlash mumkin.

$$Re_{\text{mual.}} = \frac{Ar}{18 + 0.61\sqrt{Ar}}.$$

bu yerda $Re_{\text{mual.}} = V_{\text{mual.}}d/\nu_s$ –Reynolds soni; $Ar=d^3(\rho_m-\rho_s)g/\nu_s^2\rho_s$ Arximed soni; ρ_m, ρ_s –material va gazning (suyuqlikning) zichligi, kg/m^3 ; ν_s –gazning (suyuqlikning) qovushqoqlik koeffitsienti, m^2/s ; d - o'rganilayotgan zarraning diametri, m .

4. TAJRIBA QURILMASINING TUZILISHI

1. Oldindan zichligi va diametri aniqlangan uchta zarracha 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 5ni ochish 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 5-jadvalga yoziladi.
9. Uchala zarra uchun ham o'rganish tajribasi o'tkaziladi.
10. Nazariy va tajribada aniqlangan qiymatlar solishtiriladi.
11. Zarraning muallaqlik holati tezligi uning diametridan bog'liqlikdagi o'zgarish tasviri (grafigi) ko'rilsin.

5-jadval

№	Tajriba qiymatlari		Nazariy hisob qiymatlari		
	V_s , m/s	d, m	$V_{\text{mual.}}$	Ar_{mual}	Re_{mual} , m/s

5-TAJRIBA ISHI

HAVO OQIMIDA JOYLASHGAN JISMNING QARSHILIK KUCHINI ANIQLASH

1. ISHNING MAQSADI

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

2. 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 jihozlarini 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_m dir.

$$F=F_g+F_T \quad (1)$$

Jism bosimiga qarshilik qiluvchi kuchni Nyuton tenglamasidan aniqlanadi:

$$F_g=K_D S V_s^2 \rho_s / 2 \quad (2)$$

Ishqalanishning qarshilik kuchini esa, quyidagi ifodadan topiladi:

$$R_T=K_1 S V_s^2 \rho_s / 2 \quad (3)$$

Bu yerda K va K_f bosimga qarshilik va ishqalanish koefitsientlari; S – zarra kesimning yuzasi, m^2 ; ρ_s –gazning zichligi, kg/m^3 ; V_s^2 –gaz oqimining tezligi, m/s .

Bosimga qarshilik koefitsientini 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 2-jadvalda berilgan. Ishqalanishning qarshilik koefitsientini hisoblash gaz oqimining turli rejim (holat)larida quyidagi ifodalar orqali topiladi.

Blazius ifodasi gazning laminar (qatlamsimon) oqim uchun

$$K_T=1,33 \sqrt{Re} \quad (4)$$

Altshult tenglamasi gazning turbulent oqimi uchun:

$$K_m = 0,034 \left[\frac{K}{e} + \frac{50}{Re} \right]^{0.2} \quad (5)$$

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

3. TAJRIBA QURILMASINING TUZILISHI

Tajriba qurilmasining asosiy elementi 5-rasmda ko'rsatilganidek, yumaloq shisha quvur 1 bo'lib, u 2-quvur orqali ventilyator 3 bilan

ulangan. Havoning sarfini zadviyka 5 bilan o'zgartiriladi, sarf qiymatini esa Pito naychasi 6 yordamida aniqlanadi.

4. ISHNING BAJARILISH TARTIBI

1. O'rganilayotgan jism shisha quvurning qat'iyan o'qi bo'yicha o'rnatiladi, (a,b o'lchami tekis to'g'ri burchakli plastina yoki d diametrli shar).

2. Zadviyka 5 yopiq holatda ventilyator 3 ishga tushiriladi.

3. Zadviykani asta-sekin ochish bilan avval laminar (qatlamli) oqim, so'ng esa turbulent (to'liqinsimon) oqim o'rnatiladi.

4. Tajriba kuzatuvlari va hisoblash natijalari 6-jadvalga yoziladi.

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

6. K_D qiymatlari 7-jadvalda keltirilgan.

6-jadval

No	V_s , m/s	ρ_s kg/m	R e	a, m	δ , m	d, m	K_f	K_D	$F_{g,H}$	$F_{T,T}$	F H

7-jadval

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
Silindr, oqimiga tik qo'yilgan	$8,8 \cdot 10^4$	$0,63 \div 1,2$

6 – TAJRIBA ISHI

QUVURDAGI GAZ OQIMINING TEZLIKLAR MAYDONINI ANIQLASH

1. ISHNING MAQSADI

Tezliklar maydonini aniqlash usullari bilan tanishish.

Tezliklar maydonini tajribada aniqlash.

2. QISQACHA NAZARIY MA'LUMOT VA HISOBLASH TENGLAMALARI

Havo (gaz) quvurlaridagi tezliklar maydonini tajribada aniqlashda ko'proq pnevmometrik naychalardan foydalaniladi. Ular gaz oqimiga qo'shimcha qarshilik ko'rsatmaydi va ko'p hollarda quvurlarning turli shakllarda bo'lishi esa shunday o'lchovlarni bajaruvchi birdan-bir asbobdir.

Quvurdan oqib o'tayotgan gaz oqimining to'la bosimi statik va dinamik bosimlar yig'indisi sifatida aniqlanadi.

$$P_T = P_{st} + P_g \quad (1)$$

Gaz oqimining statik bosimi deb, quvur devorlariga ta'sir etayotgan bosimga aytiladi.

Gaz oqimining dinamik bosimi deb, gaz zarralariga bir muncha tezlik beruvchi bosimga aytiladi.

Quvurlardagi gaz oqimining tezligi 70 m/s dan oshmagan hollarda tezlikni aniqlashda quyidagi ifodadan foydalaniladi:

$$P_g = V\rho/2 \text{ yoki } V = \sqrt{2P_g/\rho} \quad (2)$$

bu yerda V – gaz oqimining tezligi, m/s; ρ – gaz zichligi, kg/m³; P_g – gaz oqimining dinamik bosimi, Pa.

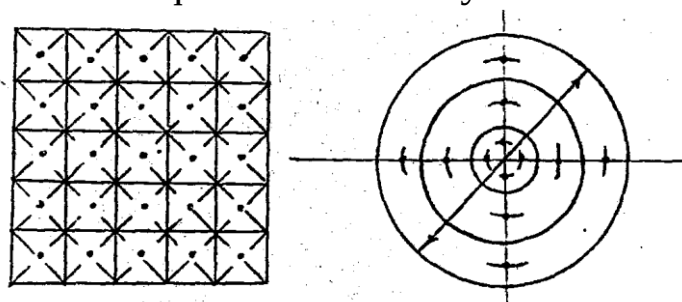
Pnevmometrik Pito naychasi orqali o'lchanayotganda statik bosimning haqiqiy qiymatidan farq qilishi kuzatiladi, bu esa o'z navbatida P_g qiymatiga ta'sir etadi, shuning uchun hisoblash formulasiga tuzatuvchi koeffitsient K kiritiladi. K ning qiymati P_g ning haqiqiy qiymati uning o'lchanayotgan qiymati nisbatiga tengdir.

$$K = P_{g \text{ haq.}} / P_{g \text{ o.lch.}}$$

Bundan $P_{g\text{ haq}} = P_{g\text{ o,lch}} \cdot K$. U holda (2) ifoda quyidagicha bo'ladi:

$$V = \sqrt{2P_{g\text{ o,lch}} \cdot K / p} \quad (3)$$

Pito naychasini odatda po'lat yoki jezdan tayyorlanadi. Havo quvurining o'lchash bajarilayotgan kesimidan oldingi va keyingi qismlari to'g'ri va o'zgarmas shaklda va kesimda bo'lishi shart. Quvurning Pito naychasiga bo'lgan uzunligi gaz quvurining diametridan kamida 5 marta ko'p, undan keyingi qismi esa diametridan 3 martadan kichik bo'lmasligi kerak. Quvur yuzasining kesimi shakliga qarab (to'g'ri burchakli yoki yumaloq) gaz oqimining tezliklar maydonini (tekisligini) aniqlash uchun (7-rasm) quyidagi kesim taqsimlanishi tavsiya etiladi.



7-rasm. To'g'ri burchakli va yumaloq kesimdagi gaz oqimining tezliklar maydonini aniqlash uchun kesimning taqsimlanish turlari.

Kesimni shunday taqsimlash kerakki, simmetrik o'lchov o'tkazish mumkin bo'lsin.

Yumaloq kesimli quvurlar uchun o'lchash nuqtalari markazdan quyidagi tenglama bo'yicha aniqlanadigan masofada bo'lishi kerak.

$$L = D \sqrt{(2x-1)/2n} \quad (4)$$

bu yerda D – quvurning ko'ndalang o'lchami, diametri, m;
 x – halqaning tartib soni (markazdan hisoblangan);
 n - umumiy bo'linish halqalar soni.

3. TAJRIBA QURILMASINING TUZILISHI

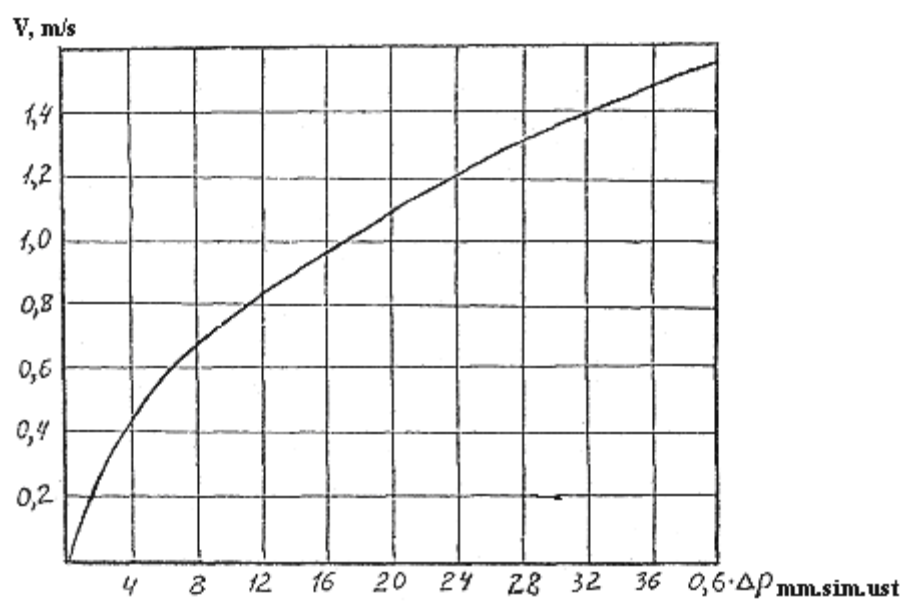
Qurilmaning asosiy qismi havo quvuri 2 bo'lib, u ventilyator 3 bilan ulangandir. Havo sarfi miqdorini zadviyka 5 yordamida o'zgartirib turiladi, tezliklar maydonini esa Pito naychasi 6 orqali aniqlanadi.

4. ISHNING BAJARILISH TARTIBI

1. Qurilmaning tuzilishi bilan tanishiladi.
2. Quvur kesimi yuzasida o'lchash nuqtalarini aniqlangandan so'ng, Pito naychasida quvur devori chetidan boshlab chiziqlar bilan belgilash kerakki, bu masofalar o'lchov nuqtalaridan quvur devorigacha bo'lgan masofaga teng bo'lsin.
3. Pito naychasi, rezina ichaklar va mikromanometrlar germetikligi tekshirilsin.
4. O'lchash paytida Pito naychasini quvurning ko'ndalang kesimi yuzasidagi aniqlangan har bir o'q bo'yicha, quvurning bir devoridan ikkinchi devorigacha naychadagi o'lchangan masofalar (kesmalar) bo'yicha oldinga va orqaga siljitish kerak.
5. Pito naychasining har bir belgilangan holatidagi mikromanometr ko'rsatkichi yozib boriladi.
6. Kuzatuv natijasi 8-jadvalga kiritiladi.
7. Olingan natijalar bo'yicha oqimning tezligini tezliklar maydonini quvurning ko'ndalang kesimidagi o'zgarishining tasviri (grafigi) qurilsin.
8. Quvurdagi gaz oqimining tezligi qiymati Pito naychasi ko'rsatgan qiymatlar bo'yicha qurilgan 8-rasmdagi aniqlanish grafigidan olinadi.
9. Tajriba gaz oqimining 3 xil sarfida o'tkazilsin.

8-jadval

N	G ₁ , m ³ /soat		G ₂ , m ³ /soat		G ₃ , m ³ /soat	
	d, m	V, m/s	d, m	V, m/s	d, m	V, m/s



8-rasm. Aniqlanish (tarirovka) grafigi

X U L O S A

Ta'lim mazmunini o'zlashtirish uchun o'quvchi-talabalarning bilim saviyasi, o'zlashtirish qobiliyati, ta'lim manbai didaktik 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.

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

Ushbu uslubiy ko'rsatma yuqorida keltirilgan uslub va talablarga muvofiq tuzilgan va quyidagi qisqacha mazmundan iborat.

Talabalarning tajriba ishlarini bajarish vazifalari

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

Talaba darsga kech qolmasdan, tayyorlangan konspekt bilan kelishi kerak. Talaba o'qituvchi bilan savol-javob qilishga, tajribani bajarishga, kerakli asboblarni olishga ruxsat oladi. Ish bajarish tartibini yaxshilab o'rganib chiqadi.

Savol-javob davomida talabaning ish borasidagi bilimini aniqlanadi. Talaba ishni o'rganib chiqib, o'qituvchiga ishga tayyorligi to'g'risida xabar beradi va ishni bajara boshlaydi. Ish bajarish vaqtida tinchlikni saqlashi, texnika qonun-qoidalariga rioya qilishi kerak.

Ishni bajarib bo'lgach, isitish priborlarini o'chirish va ish joyini tartibga solish kerak.

Tekshirish natijasida jurnalga siyoh bilan, grafiklar qalam bilan chiziladi.

Keyingi dasturga topshiriq olinadi.

Bajarilgan ish bo'yicha hisobot topshirish

Ikki darsni o'tkazib yuborgan talaba dekanat ruxsatisiz keyingi darsga qo'yilmaydi.

Jurnal ilovasida muhim mavzu bo'yicha savollar, kerakli adabiyotlar keltiriladi.

Keyingi darsgacha, talabalar bajarilgan ish bo'yicha tekshiruv natijalarini va ko'rilgan grafikni ishlab chiqib topshiradilar.

ADABIYOTLAR

1. Романков П.Г., Рашковская И.Б. Сушка во взвешенном состоянии.- Л: Химия, 1979. - 272 с.
2. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии.-Л: Химия, 1981. -560 с.
3. Мухиддинов Ж.Н., Юсупов Б.В., Шаисламов А.Ш.
Гидрогазодинамика фани бўйича тажриба ишларига услубий кўрсатма. -Тошкент:ТошДТУ,1996.
4. Салимов З.С., Тўйчиева И. Химиявий технология процесслари ва аппаратлари. –Тошкент.: Ўқитувчи, 1987. -407 б.
5. Гидравликага оид. [www.http://enc.mail.ru](http://enc.mail.ru)

M U N D A R I J A

1-TAJRIBA ISHI.	Suyuqliklarning oqish holatlarini (turlarini) o'rganish.....
2-TAJRIBA ISHI.	Bernulli tenglamasining o'zgaruvchan kesimli quvur uchun diagrammasini qurish.....
3-TAJRIBA ISHI.	Mavhum qaynash qatlamining asosiy gidrodinamik xususiyatlarini aniqlash.....
4-TAJRIBA ISHI.	Qattiq modda zarrasining gaz oqimidagi muallaq holat tezligini aniqlash.....
5-TAJRIBA ISHI.	Havo oqimida joylashgan jismning qarshilik kuchini aniqlash.....
6-TAJRIBA ISHI.	Quvurdagi gaz oqimining tezliklar maydonini aniqlash.....
XULOSA	
ADABIYOTLAR	

«Suyuqlik va gaz dinamikasi» fani bo'yicha tajriba ishlar uchun uslubiy
ko'rsatma

**TUZUVCHILAR: Azimova Munira Muminovna,
Muxiddinova Yayra Djalaliddinovna**

Muharrir M.M.Botirbekova