

O`ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIV VA O`RTA MAXSUS TA`LIM VAZIRLIGI

**“TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO`JALIGINI
MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI INSTITUTI”
MILLIY TADQIQOT UNIVERSITETI**

Ibragimova Zaytuna Iskandarovna
Abduraimova Dilbar Aybekovna
Xoshimov Sardorbek Ne`matjon o`g`li

«GIDRAVLIKA VA GIDRAVLIK TIZIMLAR»

fanidan laboratoriya ishlarini bajarish uchun

O`QUV QO`LLANMA

TOSHKENT - 2022

O'quv qo'llanma O'zbekiston Respublikasi OO'MTVning 20__ yil ____dagi №__ – buyrug'iga asosan chop etishga tavsiya etilgan.

UDK 532(075.8)

Z.I.Ibragimova, D.A.Abduraimova, S.N.Xoshimov

/GIDRAVLIKA VA GIDRAVLIK TIZIMLAR/

O'quv qo'llanma. T-2022., 130 b.

O'quv qo'llanma "Gidravlika va gidravlik tizimlar" fani dasturi asosida tayyorlangan bo'lib, o'quv qo'llanmada talabalar tomonidan laboratoriya ishlarini bajarish uchun mo'ljallangan. Shuningdek talabalarning zarur bilim, ko'nikma va malakalarni muvaffaqiyatli o'zlashtirishini ta'minlash uchun ushbu o'quv qollanmada zarur nazariy ma'lumotlar berilgan va mustaqil laboratoriya tadqiqotlari o'tkazish imkoniyati ko'zda tutilgan. Shu bilan bir qatorda bilimlarni mustaxkamlash uchun nazorat savollari keltirilgan.

O'quv qo'llanma reja asosida fan dasturiga mos ravishda 60810100 – "Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash", 60810300 – "Qishloq va suv xo'jaligida texnik servis", 60810400 – "Qishloq xo'jaligida innovatsion texnika va texnologiyalarni qo'llash", 60112400 – "Professional ta'lim (Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash)" bakalavriat ta'lim yo'nalishlari uchun mo'ljallangan bo'lib, fanning so'nggi yutuqlarini o'z ichiga olgan. O'quv qo'llanmada keltirilgan alohida ma'lumot va masalalardan soha bo'yicha ta'lim olayotgan magistratura mutaxassisligi talabalari ham foydalanishlari mumkin.

Учебное пособие подготовлен на основе программы науки «Гидравлика и гидравлические системы» и предназначен для выполнения студентами лабораторных работ по учебнику. Также для того, чтобы учащиеся успешно приобретали необходимые знания, навыки и умения, данное учебное пособие предоставляет необходимую теоретическую информацию и предоставляет возможность проведения самостоятельных лабораторных исследований. Кроме того, представлены контрольные вопросы для закрепления знаний.

Учебное пособие 60810100 – «Механизация сельского хозяйства», 60810300 – «Техническая служба в сельском и водном хозяйстве», 60810400 – «Применение инновационной техники и технологий в сельском хозяйстве», 60112400 – «Профессиональное образование (механизация сельского хозяйства)» предназначена для получения высшего образования специальностей и включает в себя последние достижения в области науки. Специальная информация и вопросы, представленные в учебное пособие, также могут быть использованы аспирантами, обучающимися по специальности.

The textbook was prepared on the basis of the science program "Hydraulics and Hydraulic Systems" and is intended for students to perform laboratory work on the textbook. Also, in order for students to successfully acquire the necessary knowledge, skills and abilities, this textbook provides the necessary theoretical information and provides an opportunity for independent laboratory research. In addition, control questions are presented to consolidate knowledge.

The textbook 60810100 - "Agricultural mechanization", 60810300 - "Technical service in agriculture and water management", 60810400 - "Application of innovative equipment and technologies in agriculture", 60112400 - "Vocational education (agricultural mechanization)" "is intended for obtaining higher education specialties and includes the latest advances in science. Special information and questions presented in the textbook can also be used by graduate students studying in the specialty.

Taqrizchilar: **R.M.Muradov**, Namangan muhandislik texnologiya instituti professori, texnika fanlari doktori.

N.B.Egamberdiyev, "Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari institute" MTU, "Ekologiya va suv resurslarini boshqarish" kafedrasi professori, texnika fanlari doktori

© "TIQXMMI" MTU 2022

KIRISH

Mamlakatimiz iqtisodiyotining hamma tarmoqlarida amalga oshiralayotgan islohotlarning muvaffaqiyatida, jumladan qishloq xo'jaligi, irrigatsiya va melioratsiya, sug'orish tizimi, kimyo sanoati, mashinasozlik sohalari va texnikaning bir qator sohalarida gidravlikaning ahamiyati beqiyosdir.

Yurtimizda ertangi farovon kunimizning kafolati sifatida, bilimli, zamonaviy texnologiyalarni yaratuvchi hamda ulardan mohirona foydalanuvchi malakali kadrlarni tayyorlash siyosatiga katta e'tibor qaratilmoqda. Jumladan O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasida, oliy ta'limni tizimli isloh qilishning ustuvor yo'nalishlarini belgilash, zamonaviy bilim va yuksak ma'naviy-axloqiy fazilatlarga ega, mustaqil fikrlaydigan yuqori malakali kadrlar tayyorlash jarayonini sifat jihatidan yangi bosqichga ko'tarish, oliy ta'limni modernizatsiya qilish, ilg'or ta'lim texnologiyalariga asoslangan holda ijtimoiy soha va iqtisodiyot tarmoqlarini rivojlantirish, yuqori malakali, raqobatbardosh kadrlarni tayyorlash vazifalari belgilab berilgan. Bu vazifalarni amalga oshirishda saviyasi yuqori bo'lgan davlat tilidagi o'quv adabiyotlarini yaratish zarurati mavjud.

Respublikamiz xalq xo'jaligida har xil suv uzatuvchi moslamalar (nasoslar) asosida ishlaydigan qurilmalar qo'llaniladi. Foydalanilayotgan gidravlik tizimlar va nasoslarni ishlash prinsiplari haqida talabalar yetarli ma'lumotga ega bo'lishlari uchun laboratoriya sharoitida nasoslarni asosiy kattaliklarini o'lchaydigan va gidravlika qonunlari asosida ishlaydigan qurilmalarning ishlash jarayonlari haqida tasavvurga ega bo'lishlari lozim.

Gidravlik tizimlar (mashinalar) suyuqliklarga energiya beruvchi yoki uning energiyasidan foydalanuvchi mashinalar turiga kiradi va odatda, suv, neft, benzin, kerosin, turli moylar va boshqa suyuqliklarni chuqurlikdan tortish, yuqoriga ko'tarish, bir yerdan, ikkinchi yerga uzatish, ular yordamida boshqa jismlarni ko'chirish, tashish uchun ishlatiladi. Bunda suyuqliklar nasos orqali o'tganida ularning energiyasi ortadi. Bu energiya yordamida ma'lum ishlarni bajarish mumkin bo'ladi. Laboratoriya ishlarini bajarishdan maqsad - talabalarning nazariy bilimlarini mustahkamlash gidravlik hisoblarni bajarishda tajriba yo'li bilan har xil gidravlik tizimlarni (nasoslar va h.k.) sinashda ko'nikma hosil qilishdan iborat.

Mazkur o'quv qo'llanma "Gidravlika va gidravlik tizimlar" fani dasturi asosida, talabalar tomonidan laboratoriya ishlarini tayyorlash va o'tkazish uchun mo'ljallangan. Sohasida turli ilmiy tavsiyalarni ishlab chiqishda ko'pincha laboratoriyada ma'lum gidravlik modellar bo'yicha tajribalar o'tkazish kerak bo'ladi. Ushbu turdagi eksperimental ishlarni amalga oshirish quyidagi bilimlarni talab qiladi: modellashtirish nazariyasi asoslari, u qanday shakl va o'lchamdagi modelni yaratish kerakligi, ushbu model uchun ma'lum bir miqyosda qanday suv oqimini belgilash

kerakligi va h.k.; modellashtirish texnikasining asoslari, ya'ni. eksperimentlar o'tkazishning turli amaliy usullari; laboratoriya sharoitida turli miqdorlarni (bosimlar, suv tezligi va boshqalar) aniqlashga xizmat qiluvchi mavjud o'lchash uskunalari; o'lchov xatolarini tahlil qilish, shuningdek, olingan eksperimental materialni qayta ishlash bo'yicha bilimlarga ega bo'lish zarur.

Mazkur fanni chuqur o'zlashtirish uchun, talabalar yuqorida keltirilgan fan dasturining ko'p qismini mustaqil o'rganishlari lozim. Shuni nazarda tutgan holda, o'quv qo'llanmani tuzishda, laboratoriya ishini bajarishga tayyorgarlik, talabalarni navbatdagi ish tavsifi bilan mustaqil tanishtirish va kursning nazariy qismi bo'yicha nazorat savollariga javoblar tuzishni o'z ichiga oladi. Har bir hisoblash va eksperimental ish gidravlik hisobi, tajriba ma'lumotlarni qayta ishlash va ishni loyihalashdan iborat bo'lib, tajribalar natijalari bo'yicha qisqacha xulosalar yozish ularni hisoblash va taqqoslash bilan yakunlanadi.

Tajribalar 8-10 talabadan ko'p bo'lmagan guruhlar bilan o'tkaziladi. Tajriba ishini bajarishdan avval, talabalar fanning mazkur ishga doir mavzuini o'zlashtiradilar va ishni bajarish tartibi bilan tanishadilar. Tajriba o'tkazishga ruxsat berishdan oldin, talabalardan har bir ish uchun berilgan sinov savollariga javob olinadi. Mazkur qo'llanmadan ushbu sohadagi mutaxassislar, magistratura talabalari va boshqalar ham foydalanishlari mumkin.

O'quv qo'llanmani tuzishda kafedraning laboratoriya va o'quv bazasini rivojlantirishga katta hissa qo'shgan olimlar K.Sh.Latipov, R.M.Karimov ilmiy uslubiy ishlanmalaridan foydalanilgan.

LABORATORIYA ISHLARINI BAJARISH BO'YICHA UMUMIY QOIDALAR

1. *Laboratoriya ishlari, o'quv predmetining kafedrada tuzilgan kalendar rejasi asosida bajariladi. Kalendar rejada har bir laboratoriya ishning bajarish muddati ko'rsatiladi.*
2. *Laboratoriya ishlarini bajarish uchun talaba oldindan laboratoriya ko'rsatmasini tuzilishini, ishlash tartibi ishning maqsadi va ish bo'yicha nazariy bilimlarga ega bo'lishi kerak.*
3. *Laboratoriya ishi 5-6 kishilik guruhlarga bo'lingan holda laboratoriya darsi olib boruvchi o'qituvchi rahbarligida bajariladi.*
4. *Tajriba natijalarini har bir talaba uslubiy ko'rsatmasiga yozib oladi.*
5. *Olingan natijalar dars oxirida o'qituvchi tomonidan tekshiriladi.*
6. *Navbatdagi laboratoriya ishini bajarishdan oldin talaba tugallangan ish bo'yicha hisobot qiladi.*
7. *Laboratoriya darsini qoldirgan talaba, maxsus qo'shimcha jadval bo'yicha kelib ishni bajaradi.*
8. *Talabalar texnika xavfsizlik qoidalariga rioya qilishlari shart.*

I-BOB. GIDROSTATIKA

1. Suyuqlik to'g'risida malumotlar

Gidravlika mexanikaning amaliy bo'limi bo'lib, suyuqliklarning muvozanat va harakat qonuniyatlarini o'rganadi hamda texnik masalalarni yechish bilan shug'ullanadi. Gidravlikada yechiladigan, asosiy masalalar qattiq devorlar bilan chegaralangan suyuqlik oqimlari, quvurlar, kanallar, turli xil mashinalar va qurilmalarning elementlaridagi suyuqliklarga taalluqlidir.

Suyuqlik harakatining differensial tenglamalarini tuzish va integrallashdan iborat bo'lgan gidravlik masalalarni yechishning analitik usuli faqat eng oddiy oqimlarga taalluqlidir. Amaliy ahamiyatga ega bo'lgan aksariyat hollarda suyuqliklar harakatining tabiati shunchalik murakkab bo'lib chiqadiki, harakatni aniq tasvirlaydigan tenglamalarni tuzish mumkin bo'lmaydi. Odatda, bunday hollarda haqiqiy harakatga soddalashtirishlar kiritiladi (masalan, harakatlanuvchi suyuqlik zarrachalari o'rtasida ishqalanish kuchlari yo'q faraz qilinadi) va soddalashtirib tanlab olingan model uchun harakat tenglamalari tuziladi hamda integrallanadi. Agar olingan tenglamalarni aniq integrallash imkoni bo'lmasa, u holda ular sonli usullardan foydalanib integrallanadi yoki masalaning fizik mazmuni imkon bersa, ular soddalashtiriladi (masalan, chiziqli holatga), olib kelinadi.

Keltirilgan soddalashtirishlar bilan masalani yechishda kiritilgan xatolar faqat tajriba (tajribalar) orqali baholanishi mumkin. Tajribaal ma'lumotlarga asoslanib, ushbu yechimlarni ishonchli texnik hisoblar uchun moslashtirishda yechimlarga o'zgartirishlar kiritiladi. Shunday qilib, tajriba ko'pchilik gidravlik tadqiqotlarning ajralmas qismidir va tajribaal natijalar gidravlik hisoblarda keng qo'llaniladi.

Tajriba, nazariy jihatdan sxematik shakllantirilmaydigan suyuqlik harakati bilan bog'liq masalalarni, masalan, ba'zi mahalliy qarshiliklardagi oqimlarni ko'rib chiqishda muhim ahamiyatga ega. Xuddi shu narsa gidravlik mashinalariga ham tegishlidir. Bunday mashinalarning kanallarda suyuqlik harakati jarayonlarining juda murakkabligi tufayli ularni aniq analitik hisoblash hozirda imkonsizdir. Gidravlik mashinalarni hisoblash asosan tajribalar natijalariga asoslanadi.

Shunday qilib, gidravlik tadqiqotning eng samarali usuli bu nazariya va tajribaning maqsadga muvofiq kombinatsiyasi bo'lgan kombinatsiyalangan usuldir. Gidrodinamik o'xshashlik qonuniyatlariga asoslangan modellashtirish nazariyasi gidravlik tajribalarning ilmiy asosidir.

Shuni ta'kidlash kerakki, ba'zi hollarda suyuqliklarning mexanik harakati murakkab fizik jarayonlar bilan kuzatiladi (masalan, kavitatsiya paytida, gidravlik

zarba va boshqalar), bu ko'rib chiqilayotgan harakatning tabiatiga teskari ta'sir ko'rsatishi mumkin va gidravlik masalalarni yechishda hisobga olinishi kerak.

Gidravlikada o'rganiladigan asosiy ob'ekt bo'lib suyuqliklar hisoblanadi. Suyuqliklarning molekulari o'rtasida molekularni yaqin masofada ushlab turadigan muhim kuchlar ta'sir qiladi, buning natijasida suyuqliklar, qattiq jismlar kabi, hajmining pasayishiga katta qarshilik ko'rsatadi, ya'ni ular kam siqilishga ega. Suyuqliklarda molekulyar harakat - bu har bir molekulaning ma'lum bir statsionar holat atrofida tebranish harakati va molekularning keskin harakatlanishi yangi holatga vaqti-vaqti bilan almashtirib va buning natijasida suyuqliklarda va gazlardagi kabi molekularning o'zaro diffuziyasi bo'lib o'tadi. Suyuqliklar, gazlar kabi, oquvchanlik xususiyatiga ega fizik jismlardir. Oquvchanlik suyuqlikka qo'llaniladigan siljish kuchi molekularning sakrashga o'xshash harakatlarining ustun yo'nalishiga olib kelishi bilan ifodalanadi.

Gidravlikada suyuqlik doimiy muhit (kontinuum), ya'ni massasi hajm bo'ylab doimiy ravishda taqsimlanadigan muhit sifatida qaraladi. Suyuqlikning asosiy mexanik xususiyati suyuqlik massaning m egallangan hajmga V nisbati bilan aniqlanadi.

$$\rho = \frac{m}{V}; \quad (1)$$

Bir hil bo'lmagan suyuqlik uchun

$$\rho_A = \lim_{\Delta V \rightarrow 0} \frac{\Delta m}{\Delta V}, \quad (2)$$

bu yerda: Δm - ΔV hajmdagi suyuqlik massasi ;

ΔV - A nuqtasini o'z ichiga olgan elementar hajm .

Faqat molekulyar kuchlar ta'sirida bo'lgan suyuqlik massasi doimo shar shaklini oladi. Sferik chegara sirtini tashkil etuvchi molekular va suyuqlikning ichki molekulari o'rtasidagi o'zaro ta'sir sirt ustida taqsimlangan siqilish kuchiga olib kelinadi. Ushbu kuchning tarangligi qo'shimcha bosim ρ_d deyiladi. Qo'shimcha bosimning ta'siri tufayli suyuqlikning chegara sirti cho'zilishga qarshilik ko'rsatadi. Qarshilik kuchi sirtning taranglik kuchi (s) deb ataladi, u sirtga tangensial yo'naltirilgan va uzilish chizig'ining uzunligiga (l) proporsionaldir:

$$s = \sigma l$$

bu yerda: s - sirt tarangligi.

Qo'shimcha bosim ρ_d sirt tarangligi s munosabati bilan bog'liq

$$\rho_d = \frac{2\sigma}{r},$$

bu erda; r - suyuqlikning sferik sirtining radiusi.

Suyuqlikka ta'sir qiluvchi tashqi kuchlar massa va sirt kuchlariga bo'linadi. Massa kuchi \bar{Q} suyuqlik massasi bo'yicha taqsimlanadi. Birlik massaga to'g'ri keladigan massa kuchi birlik massa kuchi deb ataladi \bar{q} va odatda munosabat bilan aniqlanadi:

$$\bar{q}_A = \lim_{\Delta m \rightarrow 0} \frac{\Delta \bar{Q}}{\Delta m} \quad (3)$$

bu yerda: Δm - A nuqtasini o'z ichiga olgan ΔV hajmdagi massa; $\Delta \bar{Q} - \Delta m$ massaga qo'yilgan massa kuchi .

Inersial bo'lmagan sanoq tizimlarda suyuqlikka ta'sir qiluvchi tana kuchlariga tortishish kuchi $\Delta \bar{G}$, ko'chma inertsiya kuchlari va $\Delta \bar{J}$ Koriolis inersiya kuchlari kiradi $\Delta \bar{J}_K$:

$$\Delta \bar{Q} = \Delta \bar{G} + \Delta \bar{J} + \Delta \bar{J}_K \quad . \quad (4)$$

Massa kuchlari ta'sirida tinch holatda bo'lgan suyuqlik sharsimon shaklni saqlamaydi va uni o'z ichiga olgan idish shaklini oladi, tashqi muhit bilan chegarada sirt hosil qiladi, agar tashqi muhit gaz bo'lsa, erkin deb ataladi va tashqi muhit boshqa suyuqlik bo'lsa, bu sirt interfeys.

Tashqi sirt kuchlari suyuqlikning chegara sirti bo'ylab doimiy ravishda taqsimlanadi. Ular sirtga normal bosim kuchlari va sirtga \bar{P} tangensial ishqalanish kuchlari bo'lishi mumkin \bar{T} .

Normal kuchlarning tarangligi bosim \bar{p} deyiladi. Chegara sirtining A nuqtasidagi bosim

$$p_A = \lim_{\Delta F \rightarrow 0} \frac{\Delta \bar{P}}{\Delta F}, \quad (5)$$

bu yerda: ΔF - chegara sirtida tanlangan va A nuqtasini o'z ichiga olgan hudud (yuzacha);

$\Delta \bar{P} - \Delta F$ hududga ta'sir qiluvchi normal kuchdir ΔF .

Kuchlarning tarangligi taranglik yoki ishqalanish tarangligi deb ataladi $\bar{\tau}$. Chegara sirti nuqtasida taranglik

$$\bar{\tau}_A = \lim_{\Delta F \rightarrow 0} \frac{\Delta \bar{T}}{\Delta F}, \quad (6)$$

bu yerda: $\Delta \bar{T} - \Delta F$ hududga ta'sir qiluvchi urinma kuch.

1.2. Suyuqliklarning fizik xossalari haqida umumiy ma'lumot

Suyuqliklar ularning muvozanati va harakatining qonuniyatlariga sezilarli ta'sir ko'rsatishi mumkin bo'lgan bir qator xususiyatlar bilan farqlanadi.

Zichlik. Suyuqlik massasining egallangan hajmiga nisbati uning zichligi deb ataladi. U holda ta'rifga asosan

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (7)$$

bunda m - suyuqlikning massasi [$\frac{N \cdot s^2}{m} = kg$].

Zichlikning o'lchov birligi quyidagicha aniqlanadi:

$$|\rho| = \frac{M}{L^3} \left[\frac{N \cdot s^2}{m^4} \right].$$

Solishtirma og'irlilik. Suyuqlik og'irligining hajm birligiga teng miqdoriga solishtirma og'irligi deyiladi. Solishtirma og'irlilik ta'rifga asosan:

$$\gamma = \frac{G}{V} \quad (8)$$

bu yerda:

V - suyuqlik hajmi [m^3],

G – og'irligi [N].

Solishtirma og'irlilikning o'lchov birligi SI sistemasida

$$|\gamma| = \frac{|G|}{|V|} = \frac{N}{m^3}$$

texnik sistemada esa [$\frac{kgk}{m^3}$] - bo'lib, ular o'zaro quyidagicha bog'langan:

$$1 \frac{kgk}{m^3} = 9,80665 \frac{N}{m^3}$$

Solishtirma og'irlilik hajmi ma'lum bo'lgan turli idishlardagi suyuqliklarning og'irligini o'lchash usuli bilan yoki areometrlar yordamida aniqlanishi mumkin.

Solishtirma og'irlilik bosimga va temperaturaga bog'liq ravishda o'zgaradi va bu bog'liqlik ideal gazlar uchun quyidagicha ifodalanadi:

$$\frac{p}{\gamma} = RT \quad (9)$$

bu yerda: p - bosim [$\frac{N}{m^2}$],

T - absolyut temperatura,

R - gaz doimiysi

$$(R_{havo} = 287 \frac{J}{kg \cdot grad}, R_{metan} = 518 \frac{J}{kg \cdot grad}),$$

Nisbiy solishtirma og'irligi deb suyuqlik solishtirma og'irligining 4°C dagi suvning solishtirma og'irligiga nisbatiga aytiladi.

Issiqlikdan kengayish – harorat o'zgaranda suyuqliklarning hajmini o'zgarish qobiliyati doimiy bosimda haroratni 1 gradusga o'zgarishda hajmni nisbiy o'zgarishiga β_t teng bo'gan

$$\beta_t = \frac{1}{V} \cdot \frac{\partial V}{\partial t} \left[\frac{1}{^{\circ}C} \right] \quad (10)$$

Issiqlikdan kengayish koeffitsienti β_t berilgan suyuqlik uchun harorat va bosimga bog'liq. (10) munosabatdan foydalanib, harorat o'zgarishi bilan hajmning o'zgarishini aniqlash mumkin :

$$V = V_0 e^{\int_{t_0}^t \beta_t dt}.$$

Ushbu harorat oralig'ida issiqlikdan kengayish koeffitsientining o'rtacha qiymatidan foydalanib, ushbu formulani soddalashtirish mumkin:

$$V \approx V_0 [1 + \beta_t (t - t_0)].$$

Oxirgi ifodadan kelib chiqadiki, zichlik

$$\rho = \frac{\rho_0}{1 + \beta_t (t - t_0)}.$$

Ba'zi hollarda, issiqlikdan kengayish koeffitsientining kichikligi tufayli, harorat o'zgarishi bilan suyuqlikning zichligi o'zgarishini e'tiborsiz qoldirish mumkin.

1 - jadval.

Suvning hajmiy kengayish koeffitsiyenti β_t 1/°C

| Bosim, MN/m ² | T °C | | | | |
|--------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 1-10 | 10- 20 | 40-50 | 60-70 | 90—100 |
| 0,1 | 0,000014 | 0,000150 | 0,000422 | 0,000556 | 0,000719 |
| 9,8 | 0,000043 | 0,000165 | 0,000422 | 0,000548 | 0,000714 |
| 19,6 | 0,000072 | 0,000183 | 0,000426 | 0,000539 | 0,000561 |
| 49,0 | 0,000149 | 0,000236 | 0,000429 | 0,000523 | 0,000621 |
| 88,3 | 0,000229 | 0,000294 | 0,000437 | 0,000514 | |

Siqiluvchanlik - suyuqliklarning bosimning oshishi bilan hajmini kamaytirish qobiliyati - siqilish koeffitsienti bilan tavsiflanadi β_p , bu birlik bosimning o'zgarishida hajmining nisbiy o'zgarishiga teng:

$$\beta_p = -\frac{1}{V} \cdot \frac{\Delta V}{\Delta p} \left[\frac{1}{Pa} \right]; \quad (11)$$

Bosim ta'sirida suyuqlikning V hajmini o'zgarish jarayoni turli sharoitlarda (*izotermik va adiabatik*) sodir bo'lishi mumkin. Suyuqlikning siqilishini *izotermik* deb qabul qilish mumkin, agar jarayon sekin bo'lsa va chiqarilgan issiqlik tarqalishga ulgursa tez siqilishda jarayonni *adiabatik* deb hisoblash kerak. Bunga muvofiq *izotermik va adiabatik* siqilish koeffitsientlari ajratiladi. Ushbu koeffitsientlarning qiymatlari harorat va bosimga bog'liq.

Siqilish koeffitsientlariga teskari qiymatlar mos ravishda izotermik va adiabatik elastik modullar deb ataladi:

$$K = \frac{1}{\beta_p} \quad (12)$$

(11) va (12) munosabatlaridan foydalanib, bosimning o'zgarishi bilan suyuqlik hajmining o'zgarishini aniqlash mumkin:

$$V = V_0 e^{\int_{p_0}^p \frac{dp}{K}}$$

Gidravlik tizimlar va agregatlar harorat va bosimning ozgina o'zgarishi sharoitida ishlaganda, siqilish koeffitsientlarini doimiy deb hisoblash mumkin va bosimning o'zgarishi bilan hajmning o'zgarishini taxminiy formuladan foydalanib aniqlash mumkin:

$$V \approx V_0 \left[1 - \frac{p - p_0}{K} \right]$$

Oxirgi ifodadan kelib chiqadiki, zichlik

$$\rho \approx \frac{p_0}{1 - \frac{p - p_0}{K}}$$

Aksariyat suyuqliklarning elastik modullari shunchalik kattaki, suyuqliklarni amalda siqilmaydi deb hisoblash mumkin.

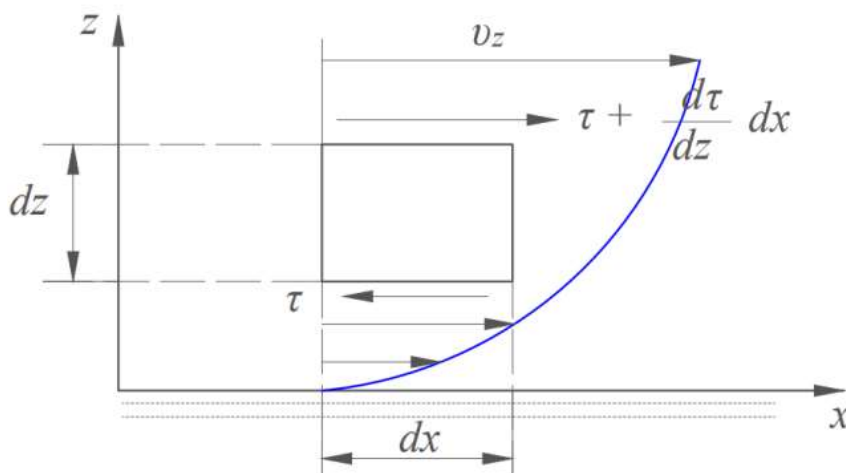
2 - jadval.

Suvning hajmiy siqilish koeffitsiyenti β_p 10^4 m²/N

| t, °C | Bosim, MN/m ² | | | | |
|-------|--------------------------|------------|------------|------------|------------|
| | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,9 | 7,9 |
| 0 | 0,00000540 | 0,00000537 | 0,00000531 | 0,00000523 | 0,00000515 |
| 5 | 0,00000529 | 0,00000523 | 0,00000518 | 0,00000508 | 0,00000493 |

| | | | | | |
|----|------------|------------|------------|------------|------------|
| 10 | 0,00000523 | 0,00000518 | 0,00000508 | 0,00000498 | 0,00000481 |
| 15 | 0,00000518 | 0,00000510 | 0,00000503 | 0,00000488 | 0,00000470 |
| 20 | 0,00000515 | 0,00000505 | 0,00000495 | 0,00000481 | 0,00000460 |

Yopishqoqlik - suyuqliklarning qatlamlarning nisbiy siljishiga qarshilik ko'rsatish xususiyatidir, bu esa siljish deformatsiyasini keltirib chiqaradi.



1-rasm. Suyuqliklarda ichki ishqalanish qonuni

Siljishga qarshilik ko'rsatuvchi kuchga ichki ishqalanish kuchi deyiladi. Suyuqlikning to'g'ri chiziqli qatlamli harakatida (1-rasm) bir-biriga nisbatan siljigan qatlamlar orasidagi ichki ishqalanish kuchi Nyuton formulasi bilan ifodalanadi:

$$T = \pm \mu F \frac{d\vartheta}{dy} \quad (13)$$

bu yerda: μ - suyuqlikning dinamik yopishqoqligi;

F - ishqalanish qatlamlari yuzasi;

$\frac{d\vartheta}{dy}$ - siljishda burchak deformatsiyasi tezligini ifodalovchi ko'ndalang tezlik gradienti. " \pm " belgisi tezlik gradientining belgisiga qarab tanlanadi, T kuchi musbat bo'lishi kerak.

Suyuqlik qatlamlar orasidagi urinma zo'riqish quyidagi munosabat bilan aniqlanadi:

$$\tau = \frac{T}{F} = \pm \mu \frac{d\vartheta}{dy} \quad (14)$$

Urinma zo'riqishning deformatsiya tezligiga tegishli qonuni Nyuton qonunidan farq qilishi mumkin. Bunday holdagi suyuqliklar Nyuton suyuqligi deb ataladi.

Gidravlik hisob-kitoblarda kinematik yopishqoqlikni qo'llash qulay

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}; \quad (15)$$

Dinamik va kinematik yopishqoqliklar harorat va bosimga bog'liq: harorat oshgani sayin qovushqoqlik pasayadi, bosim oshgani sayin esa ortadi. Yopishqoqlikning bosimga bog'liqligi faqat katta bosim o'zgarishida sezilarli.

Suyuqliklarning bazi xossalari molekulyar tuzillish xususiyatlariga bog'liq. Ba'zi xususiyatlarini molekulyar tuzilish tafsilotlariga kirmasdan o'rganish mumkin. Buning uchun suyuqlik massasi uchun o'rtacha bo'lgan molekulyar harakat xususiyatlaridan, masalan, molekulalarning o'rtacha kinetik energiyasini aniqlaydigan xususiyatlardan foydalanish mumkin bo'ladi. Bu xususiyatlar holatning termodinamik parametrlari - harorat va bosimdir.

Bug'lanish - bu suyuqlikning gaz holatiga o'tish jarayoni. Bu jarayon suyuqlik molekulalarining erkin sirt orqali o'tishi va ularning atrofdagi bo'shliqda tarqalishi bilan bog'liq. Agar bu bo'shliqning hajmi yetarlicha kichik bo'lsa, bug'lanish suyuqlik yo'qolguncha davom etadi, garchi bug'langan molekulalarning bir qismi qaytib, suyuqlik kondensatsiyalanadi. Agar hajm nolga teng bo'lsa, bug'lanish suyuqlik yo'q bo'lguncha davom etadi, yarim bug'langan molekulalar suyuqlikga qaytsa ham kondensatsiyalanadi. Agar hajm nolga teng bo'lmasa bug'lanish dinamik muvozanatga erishilganga qadar davom etadi, bug'langan va kondensatsiyalangan molekulalar soni vaqt o'tishi bilan tenglashadi. Bunday holda atrofdagi bo'shliqda to'yingan bug' bosimi yoki to'yingan bug' egiluvchanligi deb ataydigan bosim o'rnatiladi. Bu bosimning kattaligi haroratga bog'liq.

Gazlarning suyuqliklarda erishi gaz molekulalarining atrof-muhitdan erkin sirt orqali suyuqlikka kirib borishi jarayonidir.

Suyuqlikdagi gaz molekulalarining bir qismi atrof-muhitga qaytishiga qaramay, suyuqlikda erigan gazlar miqdori vaqt o'tishi bilan ortishi mumkin. Eritma jarayoni suyuqlik gaz bilan to'yingangacha, ya'ni erigan gaz miqdori va ma'lum vaqt ichida chiqarilgan gaz miqdori teng bo'lgunga qadar davom etadi .

Suyuqlikning ma'lum bir hajmida to'yingangacha ma'lum haroratda erishi mumkin bo'lgan gaz hajmi suyuqlikning erkin sirtidagi bosimga proporsionaldir (Genri qonuni):

$$W_{ro} = kW_s \frac{p}{p_0} \quad (16)$$

Bu yerda: W_{ro} - hajmlarni solishtirish uchun etalon bosimiga taalluqli p_0 bosimda erigan gaz hajmi; k - eruvchanlik koeffitsienti;

W_s suyuqlik hajmi; p - erkin sirtidagi bosim.

Eruvchanlik koefitsientining qiymati suyuqlik va gazning kimyoviy tarkibiga va ularning haroratiga bog'liq.

Suyuqlikning gaz bilan to'yingan vaqti yuzaga va erkin sirt holatiga bog'liq. Yuzaki tebranishlar gazning erishi jarayonini tezlashtiradi.

Qaynash - bu suyuqlik ichidagi bug' pufakchalarining paydo bo'lishi va o'sishi jarayonidan so'ng bu pufakchalarning erkin sirt orqali atrof-muhitga chiqishi. Qaynash jarayonini ko'rib chiqayotganda, texnik suyuqliklarda doimo erimagan gazlarning pufakchalari mavjudligini yodda tutish kerak. Ushbu pufakchalarning sirtlari erkin sirtni ifodalaydi, bu orqali suyuqlik to'yinganlik holatiga qadar pufakchalarga bug'lanadi. Pufak ichidagi bosim deyarli to'yingan bug' bosimiga teng bo'lib qoladi.

Agar tashqi bosim to'yingan bug' bosimidan oshsa, pufak hajmi kamayadi, suyuqlik tomondan unga ta'sir qiluvchi ko'tarish kuchi ham kamayadi va muhitning qarshiligini yengish hamda pufakni suyuqlikdan chiqarish uchun yetarli bo'lmay qoladi.

Agar suyuqlik sirtidagi bosim to'yingan bug' bosimidan kam bo'lsa, pufakdagi tashqi bosim ichki bosimdan kamroq bo'ladi; pufak kattalashadi, sirtida suzadi va u orqali atrof-muhitga chiqadi hamda suyuqlik qaynashi kuzatiladi.

To'yingan bug' bosimi haroratga bog'liq bo'lganligi sababli, suyuqlik har qanday bosimda qaynashi mumkin, agar uning harorati to'yingan bug' bosimi qiymatga ega bo'lsa, bu harorat qaynash harorati deb ataladi. Suyuqlikning uzilish mustaxkamligi qaynash xususiyati bilan bog'liq. Texnik suyuqliklar uzuvchi kuchlariga bardosh bera olmaydi, chunki to'yingan bug' bosimiga teng siquvchi kuchlarda allaqachon yorilishlar paydo bo'ladi, bu ham suyuqliklarning o'ziga xususiyatlari hisoblanadi.

1 – LABORATORIYA ISHI

GIDROSTATIK BOSIM QIYMATINI O'LCHEYDIGAN ASBOBLAR

1.1. Sinov savollari

1. Hidrostatik bosim.
2. Hidrostatikaning asosiy tenglamasi
3. Bosim o'lchash asboblari
4. Manometrik va vakuummetrik bosimlar

1.2. Umumiy ma'lumotlar.

Bosim o'lchash asboblari ikki guruhga ajratiladi. Ular suyuqlik va mexanik usul yordamida o'lchagich asboblardir.

1. Suyuqlikli bosim o'lchagich asboblari:

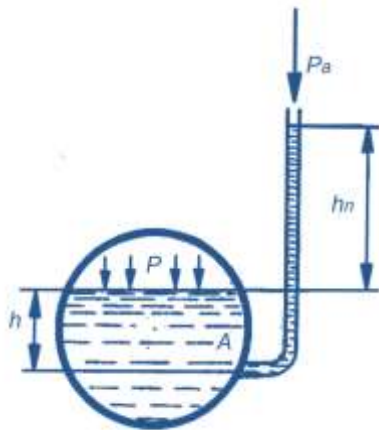
a) *pezometrlar* – idishdagi bosim unga ulangan shisha naychada tekshirilayotgan suyuqlikning ko'tarilishiga qarab aniqlanadi (1.1-rasm). Idishdagi bosimning katta yoki kichikligiga qarab pezometr (shisha naycha) da suvning sathi h_n balandlikka ko'tariladi. Tekshirilayotgan A nuqtadagi bosim P_a idishdagi erkin suv sathidagi bosim bilan undagi suv ustunining bosimi yig'indisiga teng. Suv bosimi pezometr orqali aniqlanganda u gidrostatikaning asosiy tenglamasi yordamida quyidagicha aniqlanadi:

$$P_A = P_a + \gamma(h + h_n). \quad (1.1)$$

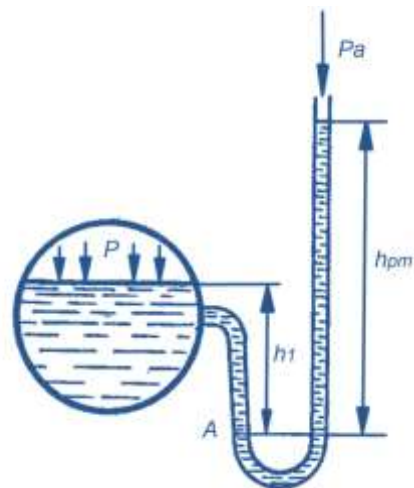
U holda pezometrda suyuqlik erkin suv sathining balandligi bosim orqali quyidagicha ifodalanadi:

$$h + h_n = \frac{P_A - P_a}{\gamma}$$

Idishdagi chegirma bosimga to'g'ri keladigan suyuqlik ustunining balandligini ko'rsatadi. Bunday asboblari 0,5 atm dan yuqori bo'lmagan kichik chegirma bosimlarni o'lchashda ishlatiladi. Haqiqatda ham 1 atm ga teng bo'lgan bosim 10 m suv ustunining balandligiga teng bo'lgani uchun yuqori bosimlarni o'lchashda juda uzun shisha naychalar ishlatishga to'g'ri kelgan bo'lar edi.



1.1.-rasm. Pezometr.



1.2-rasm. U-simon manometr.

b) *Suyuqlik U - simon manometrlari* – bosim tekshirilayotgan suyuqlik bilan emas, simob ustuni yordamida o‘lchanadi (1.2-rasm). Bu holda simobli shisha naycha idishga U - simon naychadagi qarshilik to‘sqinlik qiladi. U holda A nuqtadagi bosim idish tomondagi qiymatlar orqali quyidagicha aniqlanadi:

$$P_A = P + \gamma h_1.$$

Simobli naychadagi qiymatlari orqali esa

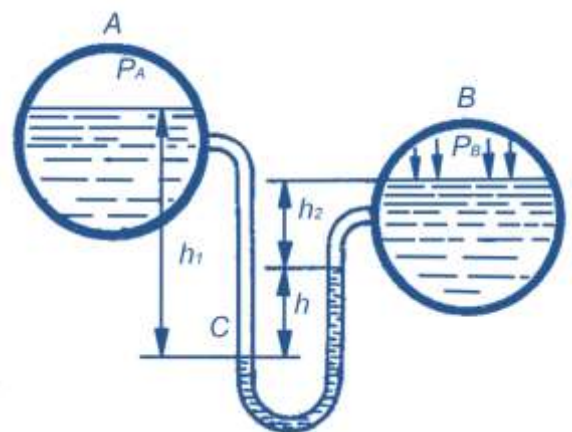
$$P_A = P_a + \gamma_{cm} \cdot h_{cm}.$$

Bu ikki tenglikdan P ni topamiz:

$$P = P_a + \gamma_{cm} \cdot h_{cm} - \gamma h_1. \quad (1.2)$$

Bunday manometrlar ham bir necha atmosferadan ortiq bosimni o‘lchashga yaramaydi.

v) *Differensial manometrlar* – ikki idishdagi bosimlar farqining hisobiga bosimni aniqlash imkonini beradi (1.3-rasm).



1.3-rasm. Differensial manometr

Bosimlari P_a va P_b ga teng bo‘lgan ikki idish simobli U - simon naycha orqali tutashtirilgan. Bu holda C nuqtadagi bosim birinchi idishdagi bosim orqali quyidagicha ifodalanadi:

$$P_c = P_a + \gamma h_1.$$

Ikkinchi idishdagi bosim orqali esa

$$P = P_a + \gamma_1 h_2 + \gamma_{cm} \cdot h.$$

U holda idishlardagi bosimlar farqi

$$P_a - P_b = \gamma_1 (h_2 - h_1) + \gamma_{cm} \cdot h. \quad (1.3)$$

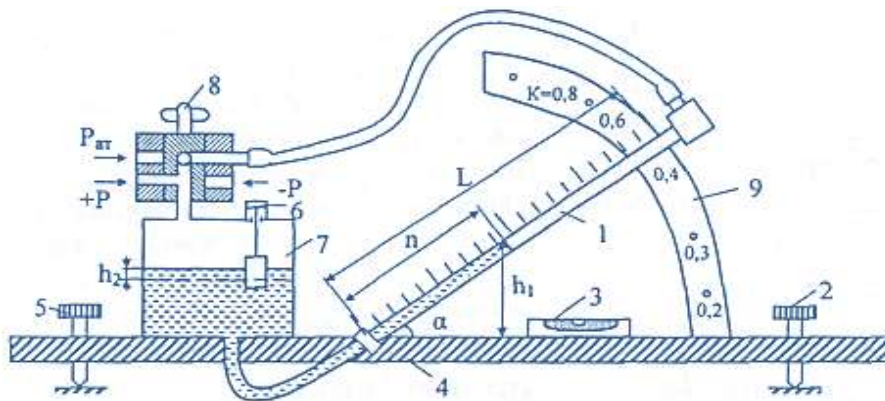
Ikki idishdagi suyuqliklar sathi teng bo'lganda esa $h_2 - h_1 = h$ va

$$P_a - P_b = (\gamma_{cm} - \gamma_1)h.$$

g) Mikromanometrlar – juda kichik bosimlarni o'lchash uchun ishlatiladi (1.4-rasm). Suyuqlik sathining o'zgarishi sezilarli bo'lishi uchun suyuqlik to'ldirilgan idishga shisha naycha qiya burchak ostida ulanadi. U holda idishdagi chegirma bosim quyidagicha aniqlanadi: $P = \gamma h$ bo'lgani uchun

$$P = \gamma l \sin \alpha, \quad (1.4)$$

shisha naychani qiyalik burchagi α qancha kichik bo'lsa, bosim shuncha aniq o'lchanadi. Ko'p hollarda manometr shisha naychasining qiyalik burchagini o'zgaruvchan qilib ishlanadi. Bu holda mikromanometrlarning qo'llanish chegarasi kengayadi.



1.4-rasm. Mikromanometr

d) Vakuummeterlar. Tuzilishi xuddi suyuqlik U - simon manometrlariga o'xshash bo'lib, idishdagi siyraklanish darajasini aniqlaydi (1.5-rasm). Hidrostatik bosim tenglamasiga asosan

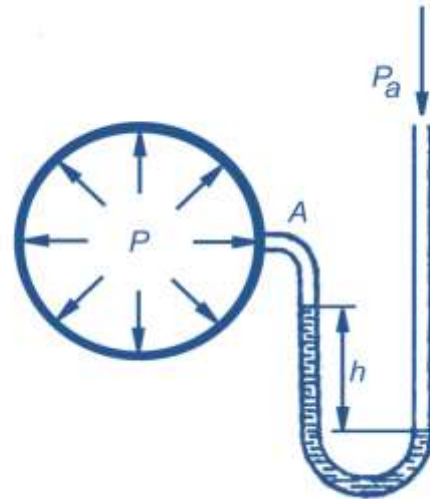
$$P + \gamma_{cm} h_{cm} = P_a,$$

U holda

$$P = P_a - \gamma_{cm} h_{cm}; \quad (1.5)$$

simob ustunining pasayishi idishdagi bosim va P_a orqali quyidagicha ifodalanadi:

$$h_{cm} = \frac{P_a - P}{\gamma_{cm}}. \quad (1.6)$$



1.5 – rasm. Vakuummeter.

2. Mexanik usulda o'lovchi asboblari katta bosimlarni o'lchash uchun ishlatiladi va buning uchun turli mexanik sistemalardan foydalaniladi:

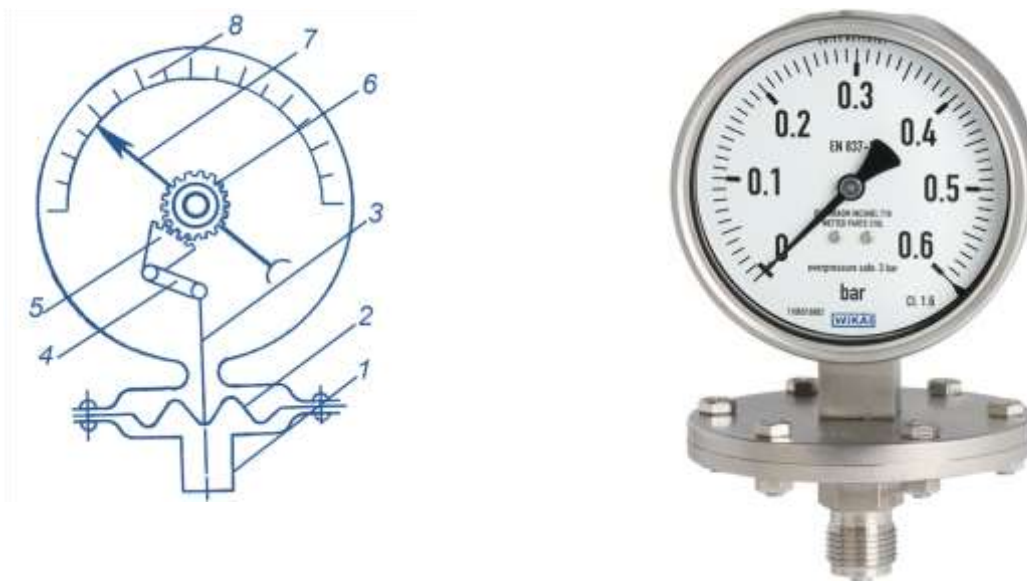
a) Prujinali manometr (1.6-rasm) bo'sh yupqa egik latun 1 naychadan iborat bo'lib, uning bir uchi kavsharlangan. Shu uchi zanjir 2 bilan tishli uzatma 3 ga ilashtirilgan bo'ladi.

Ikkinchi uchi esa bosimi o'lchanishi zarur bo'lgan idishga bo'yin 4 orqali tutashtiriladi. Egik latun naycha havo bosimi ta'sirida to'g'rilanishga harakat qilib, tishli uzatma yordamida strelkaning burilishiga sabab bo'ladi. Bunday manometrlarda bosimni ko'rsatuvchi shkala bor.



1.1.6-rasm. Prujinali manometr.

b) Membranali manometr (1.7-rasm) – yupqa metall plastinka yoki rezina shimdirilgan materialdan tayyorlangan plastinkaga ega bo‘lib, u membrana deyiladi. Suyuqlik bosimi idish egilish natijasida richaglar sistemasi orqali strelka harakatga keladi va shkala bo‘yicha surilib, bosimni ko‘rsatadi.



1.1.7-rasm. Membranali manometr

Manometrik bosim P_m (Pa) deb, atmosfera bosimidan ortiqcha bo‘lgan bosimga aytiladi:

$$P_m = P - P_a \quad (1.7)$$

bu yerda P - absolyut (to‘liq) bosim, Pa da;

P_a - atmosfera bosimi, Pa da.

Vakuummetrik bosim P_v (Pa) deb, atmosfera bosimigacha bo‘lgan bosimga aytiladi:

$$P_v = P_a - P \quad (1.8)$$

Suyuqlikli manovakuummetr va vakuummetrlar asbobi bilan manometrik P_m va vakuummetrik P_v bosimlarni qiymatini o‘lchashda quyidagi formulalardan foydalaniladi:

$$P_m = \rho g h_m, \quad (1.9)$$

$$P_v = \rho g h_v \quad (1.10)$$

bu yerda ρ - suyuqlikning zichligi, kg/m^3 , (ilovaga qarang);

g – erkin tushish tezlanishi, m/s^2 ;

h_m - manovakuummetr asbobidagi suyuqlik sathi farqi, ya'ni manometrik bosim ko'rsatishlari, m ;

h_e - manovakuummetr asbobining ko'rsatishi, ya'ni vakuummetr bosimi ko'rsatishlari, m .

Absolyut (to'liq) bosim $P(Pa)$ deb, atmosfera va manometrik bosim yig'indisiga teng:

$$P = P_a + \rho \cdot g \cdot h_m \quad (1.11)$$

yoki atmosfera va vakuummetrik bosim ayirmasiga teng:

$$P = P_a - \rho \cdot g \cdot h_e \quad (1.12)$$

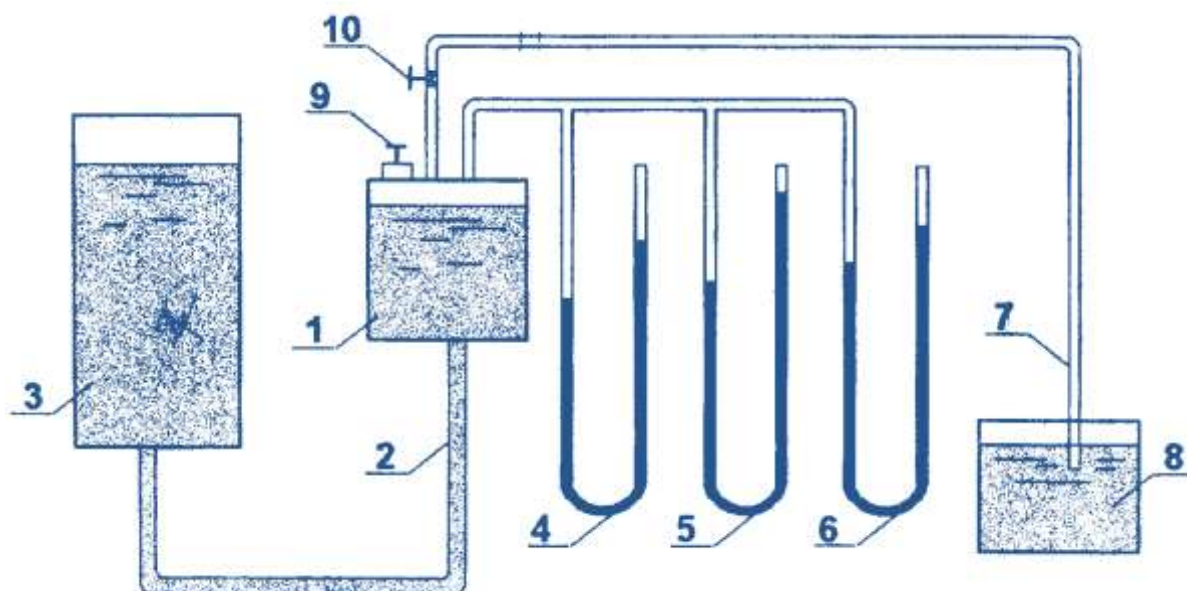
1.3. Laboratoriya ishining maqsadi.

Gidrostatik bosimni turli asbob, qurilmalar bilan o'lchashni o'rganish. Suyuqlik bosimini o'lchovchi qurilmalarning ishlash uslubi va tuzilishini o'rganish. Talabalarda manometrik va vakuummetrik bosimlarni o'lchash ko'nikmalarini rivojlantirish.

1.4. Tajriba qurilmasi.

Bosim o'lchagich qurilma (1.8-rasm), quyidagi qismlardan tashkil topgan: 1 suv solingan silindrsimon idish, bu idish rezina quvur 2 bilan ochiq idish 3 bilan tutashtirilgan. Bu idish 3 vertikal bo'yicha harakatlanish imkoniyatiga ega. Ikkala idishlar birgalikda tutash idishlarni tashkil qiladi.

Qurilmaning o'lchovni qismi U shaklidagi 4,5,6 manovakuummetrlardan tashkil topgan bo'lib, 4,5,6 manovakuummetrlar bir paytning o'zida zichligi suvdan kichik va zichligi suvdan katta suyuqlik bilan to'ldiriladi. 7 qurilma vakuummetr asbobidir. Manovakuummetr va vakuummetr asboblarini 1 idishning havoli qismi o'zaro bog'lab turadi. Aynan shu qism bosimni o'lchash imkoniyatini beradi. Vakuummetr 7 quvurining pastki qismi 8 ochiq suvli idishga tushirilgan 9 va 10 jo'mraklar 1 idishni atmosfera va 7 vakuummetr bilan bog'lash imkoniyatini beradi.



1.8-rasm. Tajriba qurilmasining sxema chizmasi.

1-3 va 8 idishlar; 2-turupka; 4-5-6-manovakuummetrlar; 7-vakuummetr; 9 va 10-jumraklar.

1.5.Tajribani o‘tkazish tartibi

1.5.1. Manometrik bosimni o‘lchash.

9 va 10-jo‘mraklar ochiladi. 3-idishdagi suyuqlik yuqoriga ko‘tariladi. 1 va 3 idishlardagi suv sathlarining tinch holati o‘rnatilgan. Keyin, 4.5.6 manovakuummetrlarning ko‘rsatkichlarini yozib olib, 1,1 jadvalning 1-tajribasiga yozib chiqamiz.

O‘lchash natijalari va manometrik bosimni hisoblash.

1.1-jadval.

| № | O‘lchangan qiymatlar | | | Hisoblangan kattaliklar | | |
|---|--|------------|------------|-------------------------------|------------|------------|
| | Monovakuummetrik ko‘rsatkichlari, m da | | | Monovakuummetrik bosim, Pa da | | |
| 1 | $h_{.M_1}$ | $h_{.M_2}$ | $h_{.M_3}$ | $P_{.M_1}$ | $P_{.M_2}$ | $P_{.M_3}$ |
| 2 | h_{l_1} | h_{l_2} | h_{l_3} | | | |
| 3 | | | | | | |

1.1-jadvaldagi shartli belgilar:

h_{b_1} h_{b_2} h_{b_3} h_{b_4} - 4, 5, 6 monovakuummetrdagi suyuqlik sathi ayirmalari;

P_{b_1} P_{b_2} P_{b_3} - 4, 5, 6 manovakuummetr asboblarining manometrik bosimning ko'rsatkichlari. 2 tajribada 3 idishdagi suv sathi 0,2...0,3 metrga ko'tariladi. Suv sathlari tinchlangandan so'ng 1 va 3-idishdagi bosim qiymatlari 4, 5, 6 monovakuummetrlardagi ko'rsatkichlar 1.1-jadvaliga yozib chiqiladi Tajribalarni bir necha bor takrorlaymiz. Oxirgi tajriba 3 idishdagi suv idishda to'lguncha davom etadi.

1.5.2. Vakuummetrik bosimni o'lchash

9 va 10-jo'mraklar ochiladi. 3-idishdagi suv sathi eng yuqori sathga o'rnatiladi.

1 va 3-idishlardagi suv sathlari o'rnatilib bo'lgandan so'ng 9 jo'mrak yopiladi. Idishdagi suv sathi 0,2...0,3 metrga pasaytiriladi. Shundan so'ng 4, 5, 6 monovakuummetr va 7 vakuummetrlarning ko'rsatkichlari 1.2-jadvalga tushiriladi. Bu ko'rsatkichlar 1-tajriba hisoblanadi. 3-idishdagi suv sathi yana 0,2...0,3 metrga tushiriladi. Suv sathlari tinchlanib, sathlar o'rnatilgandan so'ng 1 va 3-idishdagi 4, 5, 6 monovakuummetr va 7 vakuummetrlarning ko'rsatkichlari 2 tajriba sifatida 1.1.2-jadvalga tushirib olinadi. Tajribalar shu tariqa davom ettiriladi va h.k.

Manometrik bosimni o'lchash va hisoblash natijalari.

1.1-jadval.

| № | O'lchangan qiymatlar | | | Hisoblangan kattaliklar | | |
|---|--|-----------|-----------|-------------------------------|-----------|-----------|
| | Monovakuummetrik ko'rsatkichlari, m da | | | Monovakuummetrik bosim, Pa da | | |
| 1 | h_{m_1} | h_{m_2} | h_{m_3} | P_{m_1} | P_{m_2} | P_{m_3} |
| 2 | h_{l_1} | h_{l_2} | h_{l_3} | | | |
| 3 | | | | | | |

Vakuummetrik bosimni o'lchash va hisoblash natijalari

1.2-jadval

| № | O'lchangan qiymatlar | | | Hisoblangan kattaliklar | | | |
|---|---|-----------|-----------|---------------------------|-----------|-----------|-----------|
| | Monovakuummetr va vakuummetrlarning ko'rsatkichlari, m da | | | Vakuummetrik bosim, Pa da | | | |
| 1 | h_{b_1} | h_{b_2} | h_{b_3} | P_{b_1} | P_{b_2} | P_{b_3} | P_{b_4} |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |

1.2-jadvaldagi shartli belgilar:

$h_{b_1}, h_{b_2}, h_{b_3}, h_{b_4}$ - 4, 5, 6 monovakuummetrdagi suyuqlik sathlari farqi ko'rsatishlari va 7 vakuummetr asbobining ko'rsatishlari, metr suv ustunida;

$P_{b_1}, P_{b_2}, P_{b_3}, P_{b_4}$ - vakuummetrik bosimning hisoblangan qiymatlari.

3 idishdagi suv sathi eng quyi nuqtasiga yetkaziladi. 1, 3 idishlardagi suv sathi tinch holatga kelgandan so'ng 4, 5, 6 manovakuummetr va 7 vakuummetr ko'rsatkichlari 1.2-jadvalga 3 tajriba sifatida qayd etiladi.

1.6. Tajriba ma'lumotlarini tahlil qilish

Idishdagi manometrik bosim qiymatlarini (1.9) formuladan topib, qiymatlarini 1.1.1-jadvalga tushiramiz.

Idishda paydo bo'ladigan vakuummetrik bosimning qiymatini (1.10) formuladan aniqlaymiz va 1.2-jadvalga ko'chiramiz.

Absolyut bosim qiymatini (1.11) formula bo'yicha hisoblab, 1.3-jadvalida keltiramiz.

Suyuqliklar zichliklari qiymatlarini maxsus texnik adabiyotlardan foydalanib topiladi.

Absolyut bosimni hisoblash jadvali

1.3-jadval

| № | Absolyut bosim, Pa da ($P > P_a$) | | | Absolyut bosim, Pa da ($P < P_a$) | | | |
|---|-------------------------------------|-----------|-----------|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| | P_{b_1} | P_{b_2} | P_{b_3} | P_{b_1} | P_{b_2} | P_{b_3} | P_{b_4} |
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |

1.3-jadvaldagi $P_{b_1}, P_{b_2}, P_{b_3}, P_{b_4}$ qiymatlar – 4, 5, 6 manovakuummetrik va 7 vakuummetriklarning ko'rsatishlari.

2– LABORATORIYA ISHI

GIDROSTATIK BOSIM XOSSALARINI TAJRIBADA KUZATISH, B.PASKAL QONUNINI NAMOYISHI

2.1. Sinov savollari

1. Hidrostatik bosim xossalarini tushuntiring.
2. Suyuqliklarda bosimni uzatilishi-Paskal qonuni.
3. Hidrostatik bosim kuchini aniqlash formulasi.
4. Hidrostatik mashinalar.

2.2. Umumiy ma'lumotlar

1. Paskal qonuni

Suyuqlik solingan va og'zi porshen bilan yopilgan biror idish olamiz. Suyuqlik erkin sirtidagi bosim P_0 bo'lsin. U holda ixtiyoriy A nuqtadagi absolyut bosim quyidagiga teng bo'ladi:

$$P_A = P_0 + \gamma h_A.$$

B va C nuqtalarda esa

$$P_B = P_0 + \gamma h_B,$$

$$P_C = P_0 + \gamma h_C.$$

Agar porshenni Δl masofaga siljitsak, u holda suyuqlik erkin sirtidagi bosim Δp ga o'zgaradi. Suyuqlikning solishtirma og'irligi bosim o'zgarishi bilan deyarli o'zgarmaydi. Shuning uchun A , B va C nuqtalardagi bosim quyidagicha bo'ladi:

$$P_A^{\wedge} = P_0 + \Delta p + \gamma h_A,$$

$$P_B^{\wedge} = P_0 + \Delta p + \gamma h_B,$$

$$P_C^{\wedge} = P_0 + \Delta p + \gamma h_C.$$

Bu holda bosimning o'zgarishi hamma nuqtalar uchun bir xil bo'ladi, ya'ni

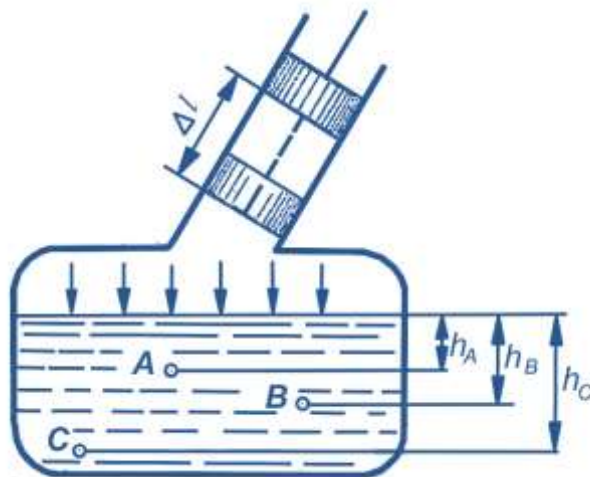
$$P_A^{\wedge} - P_A = \Delta p,$$

$$P_B^{\wedge} - P_B = \Delta p, \quad (2.1)$$

$$P_C^{\wedge} - P_C = \Delta p.$$

Bundan quyidagicha xulosa kelib chiqadi: yopiq idishdagi suyuqlikka tashqaridan berilgan bosim suyuqlikning hamma nuqtalariga bir xil miqdorda

(o'zgarishsiz) tarqaladi. Bu Paskal qonuni sifatida ma'lum (1.2.1-rasm). Ko'pgina gidromashinalarning tuzilishi ana shu qonunga asoslangan (masalan, gidropress, domkratlar, gidroakkumulatorlar, hajmiy gidroyuritma va hokazo)lar.



2.1-rasm. Paskal qonunini tushuntirishga doir chizma

2. Gidrostatik mashinalar

Gidrostatikaning asosiy qonunlari asosida ishlaydigan mashinalar gidrostatik mashinalar deb ataladi. Ularga gidropresslar, gidroakkumulatorlar, domkratlar (gidroko'targichlar) va boshqalar kiradi. Quyida ularning ishlash prinsiplari haqida qisqacha ma'lumot beramiz.

2.3. Ishning maqsadi

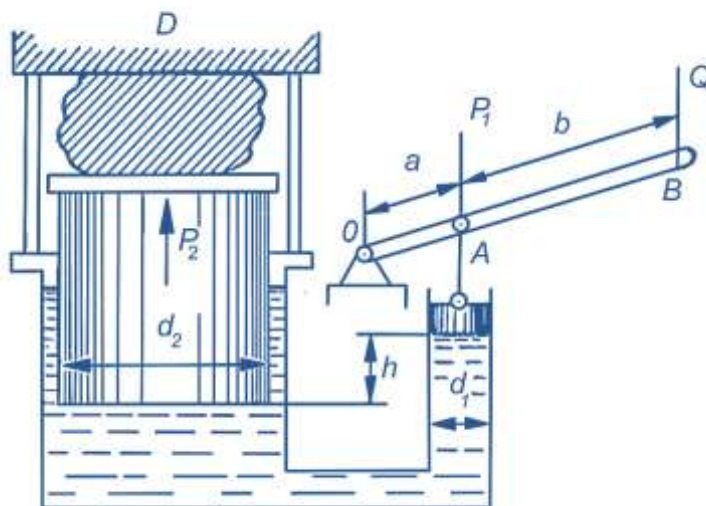
Laboratoriya sharoitida gidrostatika qonunlari va gidrostatik bosim xossalari asosida ishlaydigan gidrostatik mashinalar ishlash jarayoni bilan tanishish.

2.4. Qurilmalar haqida ma'lumot

Gidropress.

Gidropresslardan gidrostatik qonunlar asosida katta kuchlar hosil qilish uchun foydalaniladi. Bu narsa presslash, shtamlash, toblash, materiallarni sinash va boshqa ishlar uchun qo'llaniladi. Ular ikki xil diametrlilik o'zaro tutashtirilgan ikki silindrdan iborat bo'lib, birinchi silindrda diametri d_1 , katta silindrda esa diametri d_2 ga teng bo'lgan ikki porshen harakatlanadi.

Kichik porshenga richag orqali kuch qo'yiladi. Katta porshenga stol o'rnatilib, bu stol bilan devor o'rtasiga presslanuvchi buyum qo'yiladi. Richag qo'l bilan yoki dvigatel yordamida harakatga keltiriladi. Kichik porshen kuch ta'sirida pastga qarab siljiydi va suyuqlikka bosim beradi. Bu bosim katta silindrga ham tarqaladi, natijada porshen harakatga keladi. Bunday harakat stol ustidagi buyum devorga taqalguncha davom etadi. Stolning bundan so'nggi ko'tarilishi natijasida buyum siqila boradi va u presslanadi.



2.2-rasm. Hidroressning sxemasi.

Aytilgan usuldan faqat jismlarni ko'tarishda foydalanilsa, u holda konstruktiv sxemada devor bo'lmaydi. Bu holda bizning mashina gidrostatik ko'targichga aylanadi.

Endi, gidroresslarda kuchlarning munosabatini topamiz. OAB richagining B uchiga Q kuch qo'yilgan bo'lsin. U holda kuch momenti uchun quyidagi tenglamani olamiz:

$$Q(a + b) = P_1 b.$$

Bu tenglamadan kichik porshenga ta'sir qiluvchi kuchni topamiz:

$$P_1 = \frac{a + b}{b} Q.$$

U holda kichik porshen ostidagi suyuqlik bosimi

$$p = \frac{P_1}{S_1} = \frac{a + b}{b} \frac{4Q}{\pi d_1^2}$$

ga teng bo'ladi.

Katta porshen ostidagi bosim esa

$$p + \gamma h = \frac{a + b}{b} \frac{4Q}{\pi d_1^2} + \gamma h.$$

Bu yerda h porshenlarning ostki sirtlari orasidagi geometrik masofa.

Natijada katta porshenga ta'sir qiluvchi kuch quyidagicha topiladi:

$$P_2 = (p + \gamma h) S_2 = \left(\frac{a+b}{b} \frac{4Q}{\pi d_1^2} + \gamma h \right) \frac{\pi d_2^2}{4}.$$

Ko'pgina hollarda gidroresslarda gidrostatik bosim juda katta bo'lgani uchun γh ni tashlab yuborsa ham bo'ladi, ya'ni:

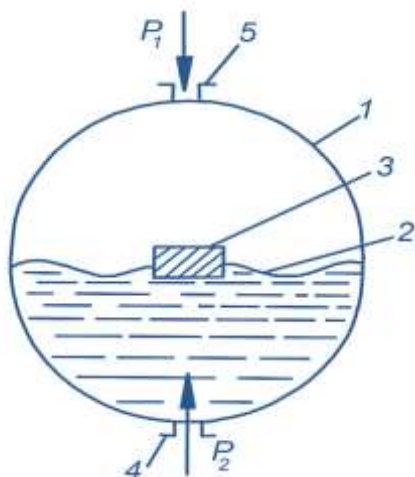
$$P_2 = \frac{a+b}{b} \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2 Q.$$

Biz keltirilgan sxema soddalashtirilgan bo'lib, gidroresslarda juda ko'p yordamchi qismlar bo'ladi. Amalda gidroresslarda suyuqlikni porshen va silindrlar orasidan sizib o'tishi, tutashtiruvchi quvurlardagi qarshilik kuchi hisobiga katta porshenga ta'sir qiluvchi kuch yuqorida keltirilgan nazariy hisobdan farq qiladi va quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

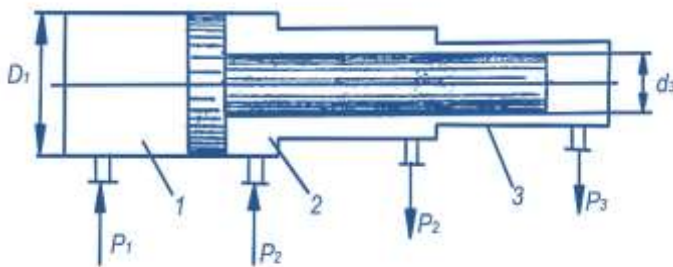
$$P_2^1 = \frac{a+b}{b} \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2 Q \cdot \eta.$$

Bu yerda η yuqorida aytilgan xatoliklarni o'z ichiga oluvchi koeffitsient bo'lib, uni foydali ish koeffitsienti deb ataladi. Amalda bu koeffitsient qiymati 0,75 bilan 0,85 o'rtasida bo'ladi. Keltirilgan hisobdan ko'rinib turibdiki, silindrlarning diametrlari va richagning yelkasini tanlab olish yo'li bilan presslovchi kuchni istagancha katta qilish mumkin. Amalda esa juda katta kuchlar paydo bo'lganda silindrlar devori deformatsiyalanishi va hatto buzilishi mumkin, ayrim hollarda esa (mustahkam materiallarni presslashda) kuch 4000-8000 t ga ham etadi.

b) Gidroakkumulyatorlar. Gidravlik sistemalarda bosim va suyuqlik sarfining ortib ketish yoki kamayish hollari bo'ladi. Bosim va sarfning qiymatini mo'tadil ushlab uchun gidroakkumulyatorlardan foydalaniladi. Ular suyuqlik sarfi yoki bosim ortib ketganda yuqori bosimli suyuqlikning bir qismini o'z ichiga olib, sistemaga berish yo'li bilan bosimni va sarfni mo'tadillashtiradi.



2.3-rasm. Pnevmatik gidroakkumulatorning sxemasi.



2.4-rasm. Hidromultiplikatorning sxemasi.

2.5. Hidrostatik bosim qiymatini aniqlash. Paskal qonuni

2.5.1. Sinov savollari

1. Hidrostatik bosim xossalarini tushuntiring.
2. Suyuqliklarda bosimning uzatilishi Paskal qonuni.
3. Hidrostatik mashinalar.

2.5.2. Ishning maqsadi

Gidrostatik bosim qiymatini turli asbob, qurilmalar bilan o'lchashni o'rganish. Suyuqliklarda bosimning uzatilishini Paskal qurilmasi yordamida kuzatish va mavzuga doir amaliy ko'nikmalarni rivojlantirish.

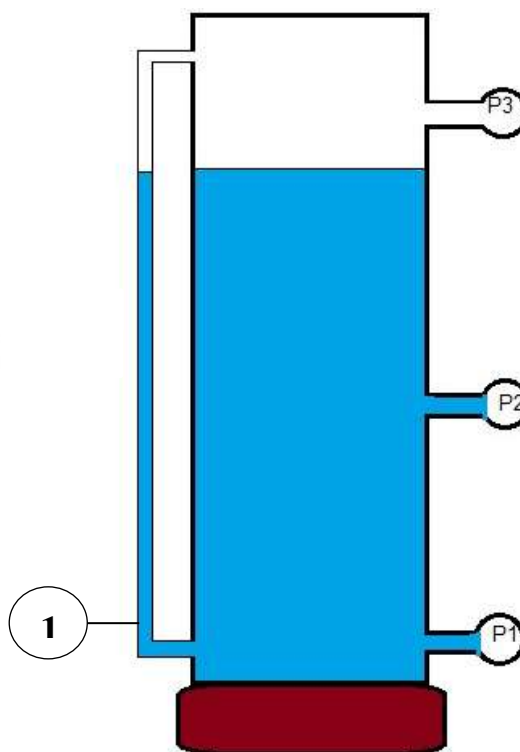
2.5.3. Ishni bajarish tartibi

1. Paskal qurilmasi suv bilan to'ldiriladi;
2. Qurilmaga o'rnatilgan monometr va p'ezometr ko'rsatgichlari yozib olinadi;
3. Qurilmadagi suv satxi ma'lum balandlikga tushiriladi (ΔH) tushiriladi va o'zgargan bosimning hisobiy qiymati aniqlanadi

4. Paskal qurilmasiga o'rnatilgan monometr va p'ezometr ko'rsatgichlari ikkinchi marotaba yozib olinadi;

5. Oxirgi ko'rsatgichlar bilan keyingi ko'rsatgichlar farqi aniqlanadi;

6. Tajribada olingan va hisoblangan qiymatlar farqi solishtiriladi.



2.5-rasm. Paskal qonuni namoyishiga doir sxema.

1-p'ezometr, P₁-P₂-P₃- monometrlar.

Tajriba natijalari quyidagi jadvalga yoziladi:

| № | H, m | P₁ | P₂ | ΔH | $\gamma(\Delta H)$ | ΔP₁ | ΔP₂ | Xulosa |
|----------|-------------|----------------------|----------------------|-----------|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------|
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | |

2.6. Tajriba ma'lumotlarini tahlil qilish

Talaba gidrostatik mashinalarning ishlash jarayoni, Paskal qonunining namoyishi, tajriba o'tkazish jarayonida olingan taassurotlari haqida qisqacha xulosa yozadi. O'qituvchining topshirig'i bo'yicha va sinov savollari va tajriba natijalari bo'yicha mustaqil ma'lumot tayyorlaydi.

II-BOB. GIDRODINAMIKA

3 – LABORATORIYA ISHI

D. BERNULLI TENGLAMASINI LABORATORIYA SHAROITIDA NAMOYISHI

3.1. Sinov savollari.

1. D. Bernulli tenglamasini ideal va real suyuqliklar uchun yozing. Ularning bir - biridan farqini tushuntiring.
2. Koriolis koeffitsientining (α) fizik ma'nosini tushuntiring.
3. Solishtirma to'la energiya deb nimaga aytamiz?
4. D. Bernulli tenglamasida qatnashgan hadlarni sxemada ko'rsating.

D. Bernulli tenglamasi

Bernulli tenglamasi energiyaning saqlanish qonuniga asoslangan. Oqimning ikki kesimi uchun Bernulli tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 g_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 g_2^2}{2g} + h_f$$

Bu yerda:

z_1 va z_2

- solishtirma holat energiyasi (geometrik balandlik), mos ravishda I – I va II – II kesimlar uchun;

$\frac{p_1}{\gamma}$, $\frac{p_2}{\gamma}$

- solishtirma bosim energiyasi (pezometrik balandlik), mos ravishda I – I va II – II kesimlar uchun;

$\left(z_1 + \frac{p_1}{\gamma} \right)$, $\left(z_2 + \frac{p_2}{\gamma} \right)$

- solishtirma potensial energiya (pezometrik dam), mos ravishda I – I va II – II kesimlar uchun;

$\frac{\alpha_1 g_1^2}{2g}$, $\frac{\alpha_2 g_2^2}{2g}$

- solishtirma kinetik energiya (tezlik dami), mos ravishda I – I va II – II kesimlar uchun;

$\left(z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 g_1^2}{2g} \right)$, $\left(z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 g_2^2}{2g} \right)$

- solishtirma to'la energiya (gidrodinamik dam),

mos ravishda I – I va II – II kesimlar uchun;

h_f - I – I va II – II kesimlar orasidagi yo‘qotilgan energiya (dam)

α_1, α_2 - Koriolis koeffitsienti, mos ravishda I – I va II – II kesimlar uchun;

$$\alpha = \frac{\int U^3 d\omega}{g^2 Q} = \frac{\int U^2 dm}{m g^2}$$

Koriolis koeffitsientning ma‘nosi haqiqiy (nuqtadagi) tezlik u orqali hisoblangan oqim kinetik energiyasining o‘rtacha tezlik orqali hisoblangan oqim kinetik energiyasiga nisbatini ifodalaydi va quyidagi qiymatlarga ega $\alpha = 1.02 \dots 1.1$.

γ - hajim og‘irligi, $\frac{H}{M^3}$;

g – erkin tushish tezlanishi, $\frac{M}{c^2}$;

$g = \frac{Q}{\omega}$ - o‘rtacha tezlik, $\frac{cM}{c}; \frac{M}{c}$;

Q - suyuqlik sarfi, $\frac{cM^3}{c}; \left(\frac{l}{c}\right); \frac{M^3}{c}$;

ω - harakatdagi kesim yuzasi, sm^2, m^2 .

3.3. Ishning maqsadi va bajarilishi kerak bo‘lgan vazifalar.

Ishdan maqsad – laboratoriya sharoitida Bernulli tenglamasini tekshirish. Buni amalga oshirish uchun quyidagi vazifalarni bajarish kerak:

1. Olingan natijalar asosida, Bernulli tenglamasida qatnashgan hadlarni solishtirib ko‘rish.
2. Pezometrik va dam chiziqlarini chizish.
3. O‘lchangan va hisoblangan qiymatlarning farqini aniqlash.
4. Bajarilgan ishni baholash.

3.4. Tajribani o‘tkazish va olingan natijalarni tekshirish.

Tajriba quyidagi tartibda bajariladi.

1. Jumrak (j.1) ni ochib idishni suyuqlikka to‘ldiramiz (3.1- rasm).
2. Jumrak (j.2) bilan idishdagi suyuqlik sathini tartibga keltiramiz.

3. Jumrak (j.3) ni sekin-asta ochib, pezometrda suyuqlik sathini tartibga kelishini 3-4 minut kutamiz.

4. Chizg'ich yordamida pezometrda bosim balanligini o'lchaymiz va o'lchov natijalarini jadvalga yozib qo'yamiz.

5. Suyuqlik sarfini o'lchaymiz.

Laboratoriyada suyuqlik sarfini hajmiy usulda va og'irligini o'lchash orqali aniqlash mumkin.

Hajmiy usulda:

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

Bu yerda: W - suyuqlik hajmi, sm^3

t - vaqt, s.

Og'irlikni o'lchash orqali:

$$Q = \frac{G}{\gamma \cdot t} ;$$

Bu yerda: G - suyuqlikning og'irligi, kG;

Har bir tajribada o'lchangan qiymatning aniqligini oshirish uchun 2-3 marta o'lchab, ularning qiymatini olib, natijalarni 3.1. – jadvalda keltiramiz:

Tajriba natijalari

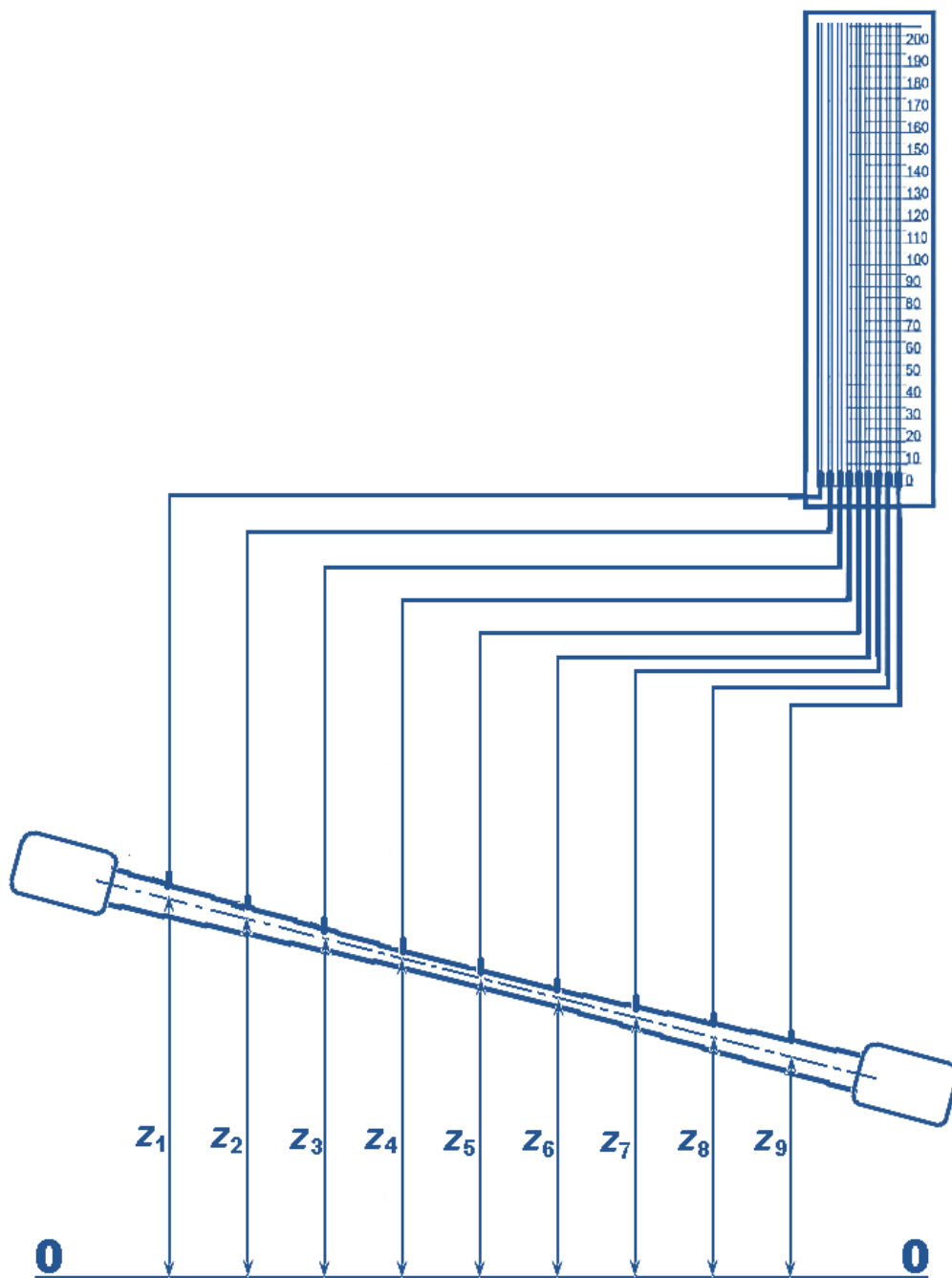
3.1. - jadval

| P'ezometr-lar | O'lchangan qiymatlar | | | | Hisoblangan qiymatlar | | | | | Pezometrik va dam chiziqlari | |
|---------------|----------------------|-------------------------|------------------|------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|---|-----------------------------------|---|
| | d, sm | $\frac{P}{\gamma}$, sm | W, sm^3 | t, s | Q , $\frac{\text{sm}^3}{s}$ | ω , sm^2 | g, $\frac{\text{sm}}{s}$ | $\frac{\alpha g^2}{2g}$, sm | $\frac{p}{\gamma} + \frac{\alpha g^2}{2g}$, sm | $H_p = z + \frac{p}{\gamma}$, sm | $H_E = z + \frac{p}{\gamma} + \frac{\alpha g^2}{2g}$, sm |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 4 | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | |

Qurilma o'lchamlari

| <i>N_o</i> | <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> | <i>8</i> | <i>9</i> |
|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <i>z, (sm)</i> | 60,0 | 54,5 | 49,0 | 43,5 | 38,0 | 32,5 | 27,0 | 21,5 | 16,0 |
| <i>d, (sm)</i> | 4,4 | 3,5 | 2,7 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,7 | 3,5 | 4,4 |



3.1- rasm. Qurilmaning sxemasi

z – taqqoslash tekisligidan quvur og‘irlik markazigacha bo‘lgan masofa;

h_i - pezometrlar ulangan kesimlarning balandligi;

l_i - pezometrlar orasidagi masofa;

$\frac{p}{\gamma}$ - pezometrik balandlik.

3.1-jadval quyidagi tartibda to'ldiriladi:

1. Qurulma o'lchamlaridan h_i va l_i qiymatlari olinadi;
2. Pezometrlardagi suyuqlik balandligi $\frac{P}{\gamma}$ o'lchanib, jadvalga yoziladi;
3. Pezometrlar ulangan harakat kesimlarning yuzasi qo'yidagicha hisoblanadi:

$$\omega = 0,785 d_i^2$$

Har bir kesimdagi o'rtacha tezlik quyidagicha hisoblanadi;

$$g_i = \frac{Q_{o'r.}}{\omega_i}$$

5. Tezlik naporini(damini) hisoblash formulasi;

$$h_v^H = \frac{\alpha g^2}{2g}$$

3.5. Ishni baholash.

Bajarilgan ishni baholash uchun o'lchangan tezlik dami bilan (Pito naychasidan olinadi), hisoblangan tezlik dami qiymatining farqi aniqlanadi. Hisob natijasi jadvalda keltiriladi:

$$\Delta x = \frac{h_v^T - h_v^H}{h_v^T} \cdot 100\%$$

3.6. Pezometrik va napor (dam) chizig'ini chizish.

Buni amalga oshirish uchun jadvalning (11) va (12) ustunlaridan foydalanamiz, ma'lumki

$$H_E = z + \frac{p}{\gamma} + \frac{\alpha g^2}{2g}, \quad H_p = z + \frac{p}{\gamma};$$

Masshtab bilan chizilgan sxemaga, jadvalning 11- ustunidagi qiymatlarni qo'yib pezometrik va 12 – ustunidagi qiymatlarni qo'yib napor (dam) chiziqlarini o'tkazamiz (3.1-rasm).

Talabalar tajriba o'tkazish jarayonida olingan taassurotlari haqida qisqacha xulosa yozadi. O'qituvchining topshirig'i bo'yicha va sinov savollari va tajriba natijalari bo'yicha mustaqil ma'lumot tayyorlaydi.

4– LABORATORIYA ISHI

OQIM HARAKAT TARTIBI (REJIMI)NI TADQIQOTI. REYNOLDS SONINI ANIQLASH.

4.1. Sinov savollari.

1. Laminar va turbulent harakat rejimlarining farqi nimadan iborat?
2. Reynolds soni nimani bildiradi va qaysi formula yordamida aniqlanadi?
3. Reynolds soni suyuqlikning harakatiga bog‘liqmi?
4. Ixtiyoriy ko‘ndalang kesimdagi oqim uchun Reynolds soni qanday aniqlanadi? Kritik Reynolds soni nimani bildiradi?

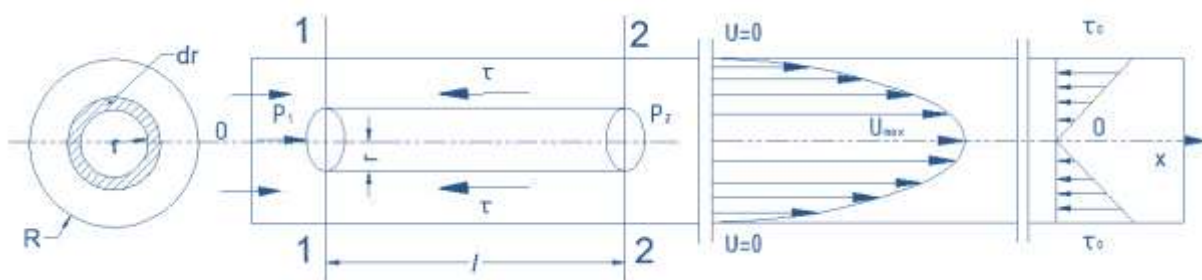
4.2. Suyuklikning harakat rejimlari.

Har qanday harakatdagi suyuqlikda quyidagi rejimlar mavjud: laminar va turbulent.

Laminar harakat davomida suyuqlik zarrachalari qavat-qavat bo‘lib joylashadi va ular bir qavatdan ikkinchi qavatga o‘tmaydi, oqim torlari esa bir-biriga parallel bo‘ladi. Quvur devori sirtidagi qavatning tezligi nolga teng bo‘lib, quvur o‘qiga yaqinlashgan sari tezlik oshib boradi va quvur o‘qida tezlik maksimal qiymatga ega bo‘ladi (4.1-rasm.).

U holda, silindrik quvurdagi harakat tezligi, ko‘ndalang kesim bo‘ylab parabola qonuni asosida taqsimlangan bo‘lib quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$U = \frac{P_1 - P_2}{4\mu l} (r^2 - R_0^2) \quad (4.1.)$$



4.1-rasm. Quvur ko‘ndalang kesimi bo‘yicha harakat tezligining taqsimlanishi

Bu yerda:

p_1, p_2 - mos ravishda I-I va II-II kesimlardagi bosim.

μ - dinamik yopishqoqlik koeffitsienti.

R_0 - quvurning radiusi.

Turbulent harakatda suyuqlik zarrachalari betartib harakat qila boshlaydi va oqim torlarining parallel harakati buziladi. Natijada zarrachalar o'zi harakat qilayotgan qavatdan qo'shni qavatga o'tadi va energiyasining ma'lum qismini yo'qotadi. Suyuqlikning turbulent harakati tabiatda va texnikada eng ko'p tarqalgan bo'lib, gidravlik hodisalar ichida eng murakkablar qatoriga kiradi. Shu boisdan tezlikning taqsimlanishini aniq formula orqali ifodalash murakkabdir.

Suyuqlikning harakat rejimlarini [arakterlovchi kattalikka Reynolds soni deyiladi va silindrik quvurlar uchun quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$Re = \frac{\rho d}{\nu} \quad (4.2.)$$

Turli shakldagi nosilindrik quvurlar va o'zanlar uchun Reynolds soni:

$$Re = \frac{\rho R \omega}{\nu}$$

Bu yerda: ρ - oqimning o'rtacha tezligi; d - quvurning diametri; $R = \frac{\omega}{\chi}$ - gidravlik radius; ω - harakatdagi kesim yuzasi; χ - ho'llangan perimetr; ν - kinematik yopishqoqlik koeffitsienti bo'lib, suyuqlikning xiliga va haroratiga bog'liq ravishda o'zgaradi.

Quyidagi jadvalda suv uchun yopishqoqlikning kinematik koeffitsienti keltirilgan:

Kinematik yopishqoqlik koeffitsienti

| $t, ^\circ\text{C}$ | $\nu, \frac{\text{sm}^2}{\text{s}}$ | $t, ^\circ\text{C}$ | $\nu, \frac{\text{sm}^2}{\text{s}}$ |
|---------------------|-------------------------------------|---------------------|-------------------------------------|
| 0 | 0,0179 | 18 | 0,0106 |
| 2 | 0,0167 | 20 | 0,0101 |
| 4 | 0,0157 | 25 | 0,0090 |
| 6 | 0,0147 | 30 | 0,0080 |
| 8 | 0,0139 | 35 | 0,0072 |
| 10 | 0,0131 | 40 | 0,0065 |
| 14 | 0,0118 | 50 | 0,0055 |
| 16 | 0,0112 | 60 | 0,0048 |

Suyuqlikning laminar harakatdan turbulent harakatga o'tishi Reynolds soni Re – ning ma'lum kritik miqdori bilan aniqlanadi va u Reynolds kritik soni Re_{kr} deb ataladi.

$Re < Re_{kr}$ -rejimi;*

$Re > Re_{kr}$ -rejimi.*

4.3. Ishning maqsadi va bajarilishi kerak bo'lgan vazifalar.

Laboratoriya ishidan maqsad tajribada ikki xil harakat rejimlarining mavjudligini kuzatish. Buning uchun quydagi vazifalarni bajarish kerak:

1. Reynolds qurilmasining shiya naychasida laminar va turbulent harakat rejimini sun'iy ravishda hosil qilish.
2. Kuzatayotgan rejimlar uchun Reynolds sonini aniqlash va kritik Reynolds soni bilan solishtirish.

4.4. Tajribani bajarish va natijalarni tekshirish.

Ishni bajarish uchun quyidagi ishlarni bajarish kerak (4.2 – rasm):

1. Jumrak (j.1) ni burab, 1 – idishni suvga, 2 – idishni esa, rangli suyuqlikka to'ldiramiz.
2. Idishga o'rnatilgan termometr yordamida suyuqlik haroratini o'lchaymiz.
3. Jumrak (2.j) ni asta-sekin ochib, suyuqlikni juda kichik tezlik bilan oqizamiz.
4. 2- idishdagi rangli suyuqlikni shisha naychaga quyib yuboramiz. Agar rangli suyuqlik aralashmasa to'g'ri chiziq bo'ylab, oqimcha ko'rinishida harakat qilsa, demak, suyuqlik harakati laminar (4.2-rasm (b)) bo'ladi.
5. Xuddi shu holatda suyuqlik sarfini o'lchab, jadvalga yozamiz.
6. Shisha naychada turbulent harakat rejimi paydo qilish uchun jumrak (j.2) yordamida tezlikni oshiramiz. Natijada rangli suyuqlik betartib harakat qiladi va bunday harakat turbulent harakat (4.2 -rasm (v)) deyiladi.
7. Xuddi shu holatda suyuqlik sarfini o'lchaymiz va jadvalga yozamiz.
8. Ikkala harakat rejimi uchun ham Reynolds soni hisoblanadi va natijalari jadvalda keltiriladi (jadval 4.1)
9. Xuddi shunday tajriba 3 – 4 marotaba takrorlanadi.

2.2.5. Ishni baholash

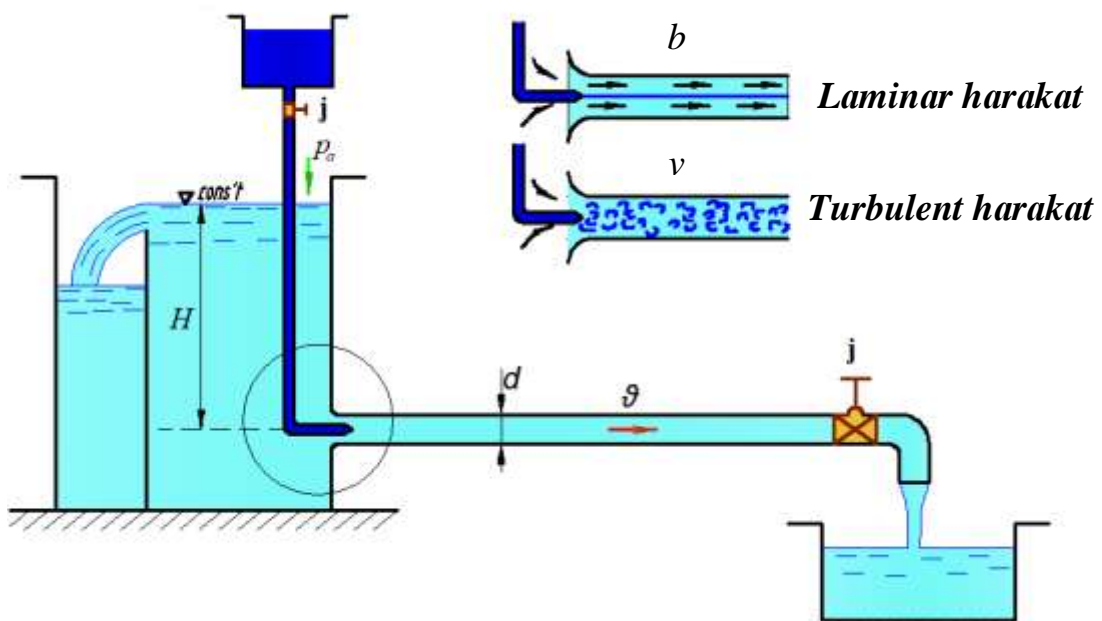
Kuzatilgan harakat rejimi uchun hisoblangan Reynolds sonini kritik Reynolds soni bilan solishtirib, tajriba baholanadi va xulosalar 4.1 – jadvalning xulosa ustuniga yoziladi.

4.1 –jadval

| № tartib soni | O'Ichangan qiymatlar | | | | Hisoblangan qiymatlar | | | | | Xulosa |
|---------------------|----------------------|-------------------|-------------|----------------|-----------------------|---------------------|----------------|-------|------------|-------------------------------|
| | $T,$ $^{\circ}C$ | ν sm^2/s | $t,$ s | $W,$ sm^3 | Q sm^3/s | $\omega,$ sm^2 | $g,$ sm/s | $Re,$ | $Re_{kr},$ | Suyuqlik harakat rejimi |
| 1 | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | |

Eslatma: $T, (^{\circ}C)$ – suyuqlikning harorati;

ω - shisha naychanning ko'ndalang kesim yuzasi.



4.2 – rasm Reynolds qurilmasi

Talabalar tajriba o'tkazish jarayonida olingan taassurotlari haqida qisqacha xulosa yozadi. O'qituvchining topshirig'i bo'yicha va sinov savollari va tajriba natijalari bo'yicha mustaqil ma'lumot tayyorlaydi.

5– LABORATORIYA ISHI

QUVURLAR UZUNLIGI BO‘YICHA YO‘QOTILGAN ENERGIYANI (NAPORNI) ANIQLASH

5.1. Sinov savollari.

1. Quvurning uzunligi bo‘yicha yo‘qolgan energiya qaysi formula yordamida hisoblanadi, formuladagi hadlarning nomini aytib bering.
2. Uzunlik bo‘yicha yo‘qolgan energiya tezlikka bog‘liqmi?
3. Gidravlik silliq sirda gidravlik ishqalanish koeffitsienti qanday aniqlanadi?
4. Gidravlik ishqalanish koeffitsientini λ - kvadrat qarshilik zonasida nega Reynolds soniga bog‘liq emas?

5.2. Energiya (dam)ning uzunlik bo‘yicha yo‘qolishi.

Ishqalanish qarshiligi suyuqlikka quvurning butun uzunligi bo‘yicha ta’sir qiladi. Natijada suyuqlikning ma’lum energiyasi bu qarshilikni engish uchun sarflanadi.

Laminar harakatda uzunlik bo‘yicha yo‘qolgan energiya quyidagicha hisoblanadi:

Nyuton gipotezasiga asosan ichki ishqalanish kuchi:

$$F = \mu S \frac{\partial u}{\partial r} \quad \text{yoki} \quad \tau = \frac{F}{S} = \mu \frac{\partial u}{\partial r} \quad (5.1)$$

$\frac{\partial u}{\partial r}$ - ning o‘rniga laminar harakatdagi tezlik formulasini quyamiz:

$$\frac{\partial u}{\partial r} = \frac{p_1 - p_2}{2\mu l} r$$

U holda:

$$\tau = \frac{p_1 - p_2}{2l} r \quad (5.2)$$

Ma’lumki, silindrik quvurda uzunlik bo‘yicha yo‘qotilgan energiya, ishqalanish kuchi orqali quyidagicha aniqlanadi:

$$h_l = \frac{\tau}{\gamma} \cdot \frac{\pi d}{S} \cdot l \quad (5.3)$$

Bu yerda: τ - urinma kuchlanish; S - qatlamlarning sirti; l – oqim uzunligi; d – quvurning diametri.

Kesimlardagi bosim farqi $p_1 - p_2$ ni tezlik orqali ifodalasak:

$$\delta_1 - \delta_2 = \frac{32 \cdot \mu \cdot l}{d^2} \cdot g \quad (5.4)$$

U holda, laminar harakatda uzunlik bo'yicha yo'qolgan energiyani quyidagicha hisoblaymiz:

$$h_l = \frac{64}{\text{Re}} \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{g^2}{2g} \quad (5.5)$$

$\frac{64}{\text{Re}}$ - ko'rinishdagi miqdor gidrovlikada « λ » orqali belgilanadi va gidravlik ishqalanish koeffitsienti deyiladi.

$\lambda = \frac{64}{\text{Re}}$ - formulasiga **Puazeyl formulasi** deyiladi.

Turbulent harakat uchun uzunlik bo'yicha yo'qolgan energiya, Darsi – Veysbax formulasi yordamida aniqlanadi:

$$h_l = \frac{\lambda l}{d} \cdot \frac{g^2}{2g} \quad (5.6)$$

Bu yerda: l - quvurning uzunligi;

d - quvurning diametri;

g - o'rtacha tezlik;

λ - gidravlik ishqalanish koeffitsienti.

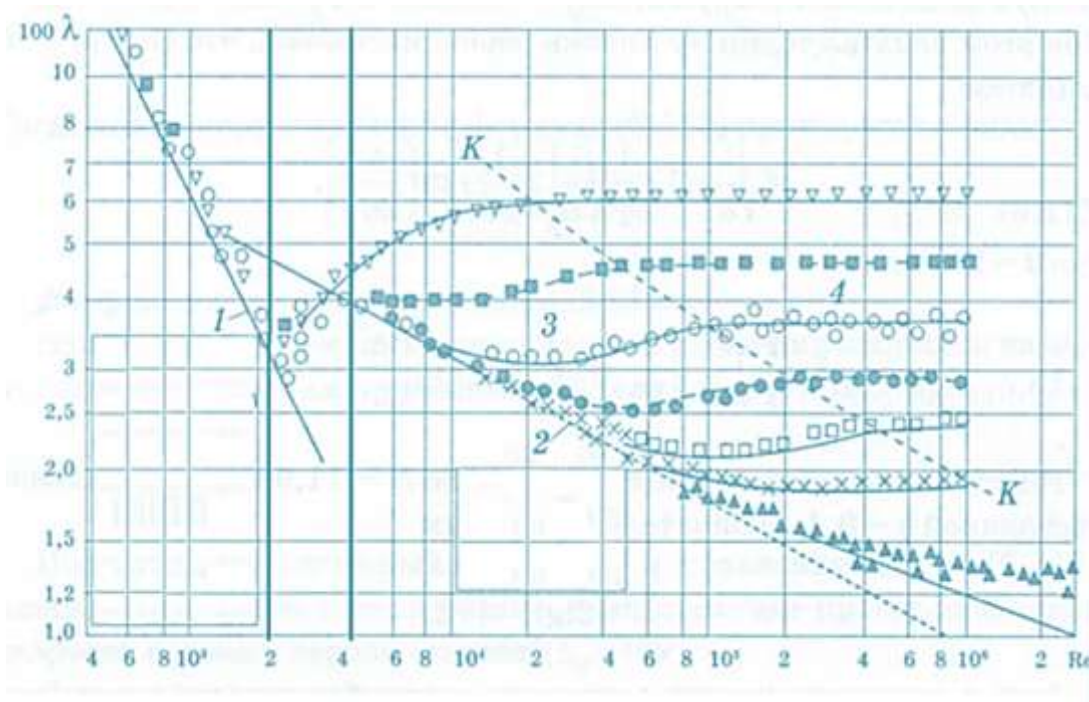
Yuqorida ko'rganimizdek, laminar harakatda « λ » faqat Reynolds soniga bog'liq bo'ladi. Turbulent harakatda esa « λ » Reynolds soniga va quvurning g'adir-budurligi (Δ) ga bog'liqdir:

$$\lambda = f\left(\text{Re}; \bar{\Delta} = \frac{\Delta}{d}\right) \quad (5.7)$$

bu yerda: Δ - quvurning absolyut g'adir-budurligi.

Gidravlik ishqalanish koeffitsienti « λ » haqida to'liq ma'lumotni Nikuradze tajribalaridan olish mumkin (5.1-rasm).

Grafikdan ko‘rinib turibdiki, « λ » va « Re » orasidagi bog‘lanishda uchta zona mavjud.



5.1-rasm. Nikuradze grafigi

I-zona. Laminar harakat zonasi bo‘lib, Reynolds soni $Re \leq 2320$.

$$\lambda = f(Re) - \text{Puazeyl formulasi yordamida aniqlanadi: } \lambda = \frac{64}{Re}.$$

II-zona. O‘tish zonasi deyiladi. $2320 \leq Re \leq 4000$. Bu zonada $\lambda = f(Re)$ - Blazius formulasidan topish mumkin.

III-zona. Turbulent harakat zonasi. Bu zonada uchta soha mavjud (rasmda IV chiziqdan o‘ng tomonda):

a) Hidravlik silliq sirt qarshilik sohasi deyiladi; $4000 \leq Re \leq 100000$ yoki $Re < \frac{10}{\Delta}$. $\lambda = f(Re; \overline{\Delta})$. Blazius yoki Prandtl formulalaridan aniqlanadi:

$$\lambda = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{Re}} \quad (\text{Blazius formulasi}) \quad (5.8)$$

b) Kvadratik qarshilikkacha bo‘lgan soha. $100000 \leq Re \leq \frac{500}{\Delta}$. Bu sohada $\lambda = f(Re; \overline{\Delta})$ - Altshul’ formulasi yordamida aniqlanadi:

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{\Delta}{d} + \frac{68}{\text{Re}} \right)^{1/4} \quad (5.9)$$

v) Kvadratik qarshilik sohasi. $\text{Re} \geq \frac{500}{\Delta}$. Bu sohada $\lambda = f(\bar{\Delta})$ - SHifrinson formulasi yordamida aniqlanishi mumkin:

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{\Delta}{d} \right)^{1/4} \quad (5.10)$$

Shuni ham aytib o'tish kerakki, hamma zonalar uchun to'g'ri keladigan yagona formula ham mavjud. Bu K.SH.Latipov formulasi bo'lib, quyidagi ko'rinishga ega ($0 \leq \text{Re} \leq 10^6$):

$$\lambda = \frac{8x}{\text{Re}} \cdot \frac{J_0(x)}{J_2(x)}$$

bu yerda: J_0, J_2 - mavhum argumentli Bessel funksiyalari.

5.3. Ishning maqsadi va bajarilishi kerak bo'lgan vazifalar.

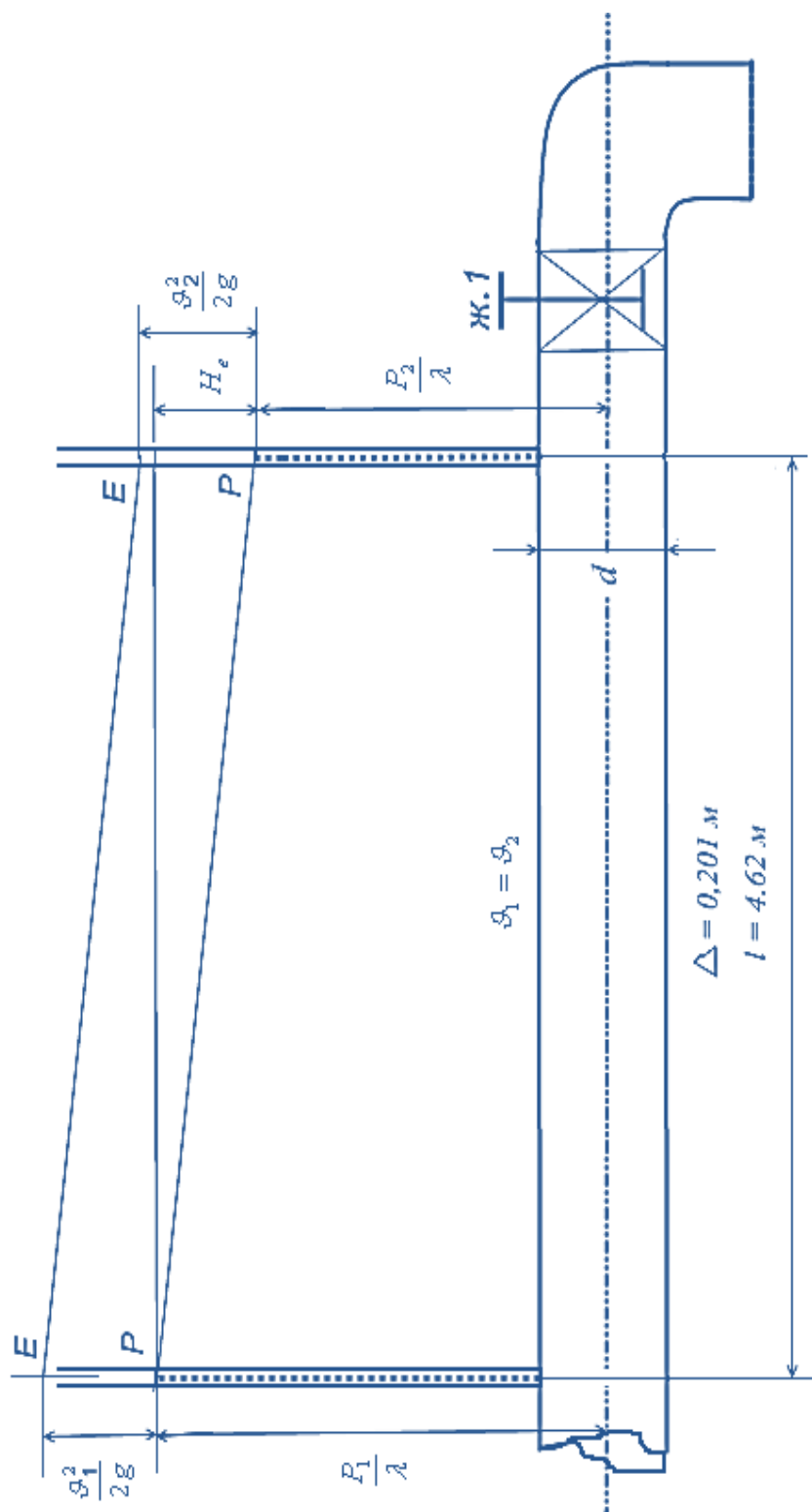
Laboratoriya ishidan maqsad, tajriba asosida, uzunlik bo'yicha yo'qotilgan energiyani aniqlovchi formulalarni tekshirish. Buning uchun quyidagi vazifalarni bajarish kerak.

1. Tajriba asosida, uzunlik bo'yicha yo'qolgan energiya va gidravlik ishqalanish koeffitsientini aniqlash.
2. Formula asosida, uzunlik bo'yicha yo'qolgan energiyani va gidravlik ishqalanish koeffisientini aniqlash.
3. Tajriba va formula asosida aniqlangan qiymatlarni solishtirib, farqini aniqlash.

5.4. Ishni bajarish tartibi.

Ishni uzunlik bo'yicha yo'qotilgan energiyani tajribada aniqlashdan boshlaymiz:

1. 1- va 2- pezometrlarning ko'rsatkichini yozib olamiz (5.2-rasm).
2. Hajmiy usulda quvurdan o'tayotgan suyuqlik sarfini o'lchaymiz.
3. Suyuqlikning haroratini o'lchaymiz.
4. Jumrak (j.1) yordamida suyuqlik sarfini o'zgartiramiz va boshqa sarf uchun yuqoridagi ishlarni takrorlaymiz.



5.2- rasm. Qurulmaning sxemasi.

Olingan natijalar jadvalga tushurilib, quyidagi tartibda tahlil qilinadi:

1. Pezometrlar farqidan, yo‘qotilgan energiyani hisoblaymiz:

$$H_e = \frac{P_1}{\gamma} - \frac{P_2}{\gamma}$$

2. Hidravlik ishqalanish koeffitsienti (λ)ni hisoblaymiz:

$$\lambda' = H_e \cdot \frac{d}{l} \cdot \frac{2g}{g^2};$$

3. Yuqoridagi qiymatlarni (H_e, λ) hisoblash formulalari yordamida hisoblaymiz:

$$\lambda = 0.1 \left(1.46 \cdot \frac{\Delta}{d} + \frac{100}{\text{Re}} \right)^{0.25}, \quad h_e' = \frac{\lambda l}{d} \cdot \frac{g^2}{2g};$$

4. Hisoblangan va tajribada olingan qiymatlarning farqini hisoblaymiz va jadvalda keltiramiz.
5. Olingan qiymatlarning aniqligini oshirish uchun tajriba 2-3 marotaba qaytariladi.

Tajriba natijalari

5.1– jadval

| № Tartib soni | O‘lchangan qiymatlar | | | | Hisoblangan qiymatlar | | | | | | | Xulosa | |
|---------------------|----------------------------|----------------------------|---------|-----------------------|-------------------------|------------|----|-------------------------|----|------------------------|----|---------------------------|--------------|
| | $\frac{p_1}{\gamma}$ sm | $\frac{p_2}{\gamma}$ sm | t, s | W, sm ³ | Q sm ³ /s | g, sm/s | Re | h _e ’, sm | λ | H _e , sm | λ’ | ΔH _e , % | Δλ , % |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 1 | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | |

Talabalar tajriba o‘tkazish jarayonida olingan taassurotlari haqida qisqacha xulosa yozadi. O‘qituvchining topshirig‘i bo‘yicha va sinov savollari va tajriba natijalari bo‘yicha mustaqil ma‘lumot tayyorlaydi.

6 – LABORATORIYA ISHI

MAHALLIY QARSHILIKLARDA YO‘QOLGAN ENERGIYANI (NAPORNI) HISOBLASH.

6.1. Sinov savollari.

1. Mahalliy qarshiliklarda yo‘qotilgan energiyani hisoblovchi formulani yozing.
2. Qarshilik koeffitsienti qaysi kattaliklarga bog‘liq?
3. Qanday mahalliy qarshilikda yo‘qotilgan energiya nazariy formula orqali hisoblanadi?
4. Bosim o‘zgarishi bilan mahalliy qarshiliklarda yo‘qolgan energiya qanday o‘zgaradi?
5. Nega kesimi o‘zgarmas quvur burilishidagi energiya pezometerlar farqiga teng?

6.2. Mahalliy qarshiliklarda energiyaning yo‘qolishi.

Suv quvurda harakat qilganida turli to‘siqlarni aylanib o‘tishi uchun energiya sarflaydi va natijada damning kamayishiga sabab bo‘ladi. Mahalliy qarshiliklarda yo‘qolgan energiya, qarshilikdan oldingi va keyingi solishtirma energiyaning farqiga teng.

$$h_m = \left(z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 g_1^2}{2g} \right) - \left(z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 g_2^2}{2g} \right); \quad (6.1)$$

yoki

$$h_m = (h_{p_1} - h_{p_2}) + \frac{g_1^2 - g_2^2}{2g}; \quad (6.2)$$

bu yerda: $(h_{p_1} - h_{p_2})$ - pezometrik napor (dam)larning farqi;

$\frac{g_1^2 - g_2^2}{2g}$; - tezlik naporlarining (damlarining) farqi.

Amaliy hisoblashda, mahalliy qarshiliklarda energiyaning yo‘qolishi tezlik naporiga bog‘liqdir.

$$h_i = \xi_i \frac{g^2}{2g} \quad (6.3)$$

6.3. Ishning maqsadi va bajarilishi kerak bo'lgan vazifalar.

Ishdan maqsad %, tajribalar asosida mahalliy qarshiliklarda yo'qolgan energiyani hisoblovchi formulalarni tekshirish. Buning uchun quyidagi vazifalarni bajarish kerak bo'ladi:

1. Hisoblash formulalari yordamida keskin kengayishda va burulishda yo'qolgan energiyani hisoblash.
2. Tajriba asosida, keskin kengayishda va burulishda yo'qolgan energiyani aniqlash.
3. Hisoblangan va o'lchangan qiymatlarni solishtirish.
4. Tajribani o'tkazish va olingan natijalarni tekshirish.

Birinchi, keskin kengayishda yo'qolgan energiyani aniqlaymiz.

Qurilma ishga tushirilgandan keyin, tajriba quyidagi tartibda bajariladi va natijalar 6.1- jadvalga yoziladi.

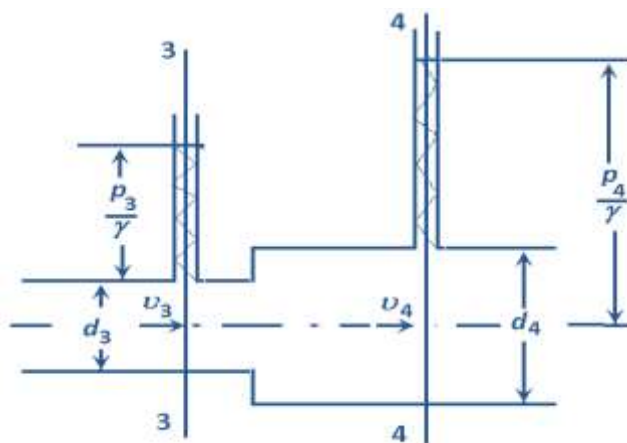
1. 1- va 2- pezometrlardan sanoq olinadi (6.1-rasm).
2. Hajmiy usulda suyuqlik sarfi o'lchanadi.
3. (6.4) formula yordamida keskin kengayishda yo'qotilgan energiya, (6.3) formula yordamida esa qarshilik koeffitsienti hisoblanadi.
4. (6.4), (6.5), (6.6) hisoblash formulalari yordamida keskin kengayishda yo'qolgan energiya va mahalliy qarshilik koeffitsienti hisoblanadi;

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

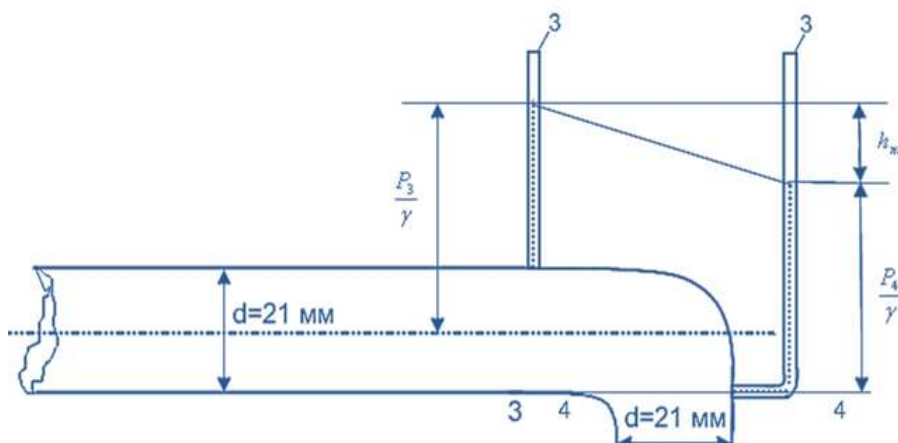
Bu yerda: ξ_m - qarshilik koeffitsienti, qarshilikning turiga qarab har xil qiymatga ega bo'ladi; g - o'rtacha tezlik; g - erkin tushish tezlanishi.

Mahalliy qarshiliklarning juda ko'p turlari mavjud bo'lib, bularning har biri uchun ergiyaning yo'qolishi turlichadir: burilishda, jumrakda, o'lchov asboblarida, keskin torayish va kengayishda va hokazo.

Bu laboratoriya ishida, 2 xil mahaliy qarshilikda yo'qolgan energiyani hisoblaymiz: keskin kengayishda (6.1-rasm) va 90^0 burilishda (6.2-rasm).



6.1- rasm. Keskin kengayishida yo‘qotilgan energiyani aniqlashga doir.



6.2- rasm. Burilishda yo‘qotilgan energiyani aniqlashga doir.

1. Keskin kengayishda yo‘qolgan energiya nazariy formula - Borda formulasi yordamida hisoblanadi:

$$h_m = \frac{(\mathcal{G}_1 - \mathcal{G}_2)^2}{2g}; \quad (6.4)$$

Bu holda, mahalliy qarshilik koeffitsienti - $\xi_{k.k}$ quyidagicha aniqlanadi (6.2-rasm):

$$\xi_{k.k} = \left(1 - \frac{\omega_1}{\omega_2}\right)^2; \quad (6.5)$$

$$\xi_{k.k} = \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} - 1\right)^2; \quad (6.6)$$

2. Burilishda yo‘qolgan energiya, umumiy formula yordamida hisoblanadi:

$$h_b = \xi_b \frac{g^2}{2g}; \quad (6.7)$$

Bu yerda: ξ_b - burilishdagi qarshilik koeffitsienti bo'lib, tajribalar asosida aniqlanadi.

3. Hisoblangan va o'lchangan qiymatlar solishtirilib ko'riladi, ularning farqi esa quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\Delta h_M = \frac{\Delta h_M^H - \Delta h_M^T}{\Delta h_M^T} \cdot 100\%; \quad (6.8)$$

$$\Delta \xi = \frac{\Delta \xi^H - \Delta \xi^T}{\Delta \xi^T} \cdot 100\%; \quad (6.9)$$

Bu yerda: $\Delta h_M^T, \Delta \xi^T$ - tajribada aniqlangan qiymat;

$\Delta h_M^H, \Delta \xi^H$ - nazariy aniqlangan qiymat.

Endi burilishda yo'qolgan energiyani aniqlaymiz.

Tajriba quyidagi tartibda bajariladi va natijalar 6.1 – jadvalga yoziladi:

3 – va 4- pezometrlardan (6.2- rasm) sanoq olinadi.

1. Hajmiy usulda sarf aniqlanadi.
2. Burulishda yo'qotilgan energiya hisoblanadi:

$$h_b = \xi_b \frac{g^2}{2g}; \quad (6.10)$$

$$h_b = \frac{P_3}{\gamma} - \frac{P_4}{\gamma}; \quad (6.11)$$

3. (6.7) hisoblash formulasi yordamida burilishda yo'qolgan energiya va burilishdagi mahalliy qarshilik koeffitsienti aniqlanadi.
4. Hisoblangan va aniqlangan qiymatlar solishtirilib, farqi quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$\Delta h_M = \frac{\Delta h_M^H - \Delta h_M^T}{\Delta h_M^T} \cdot 100\%; \quad (6.12)$$

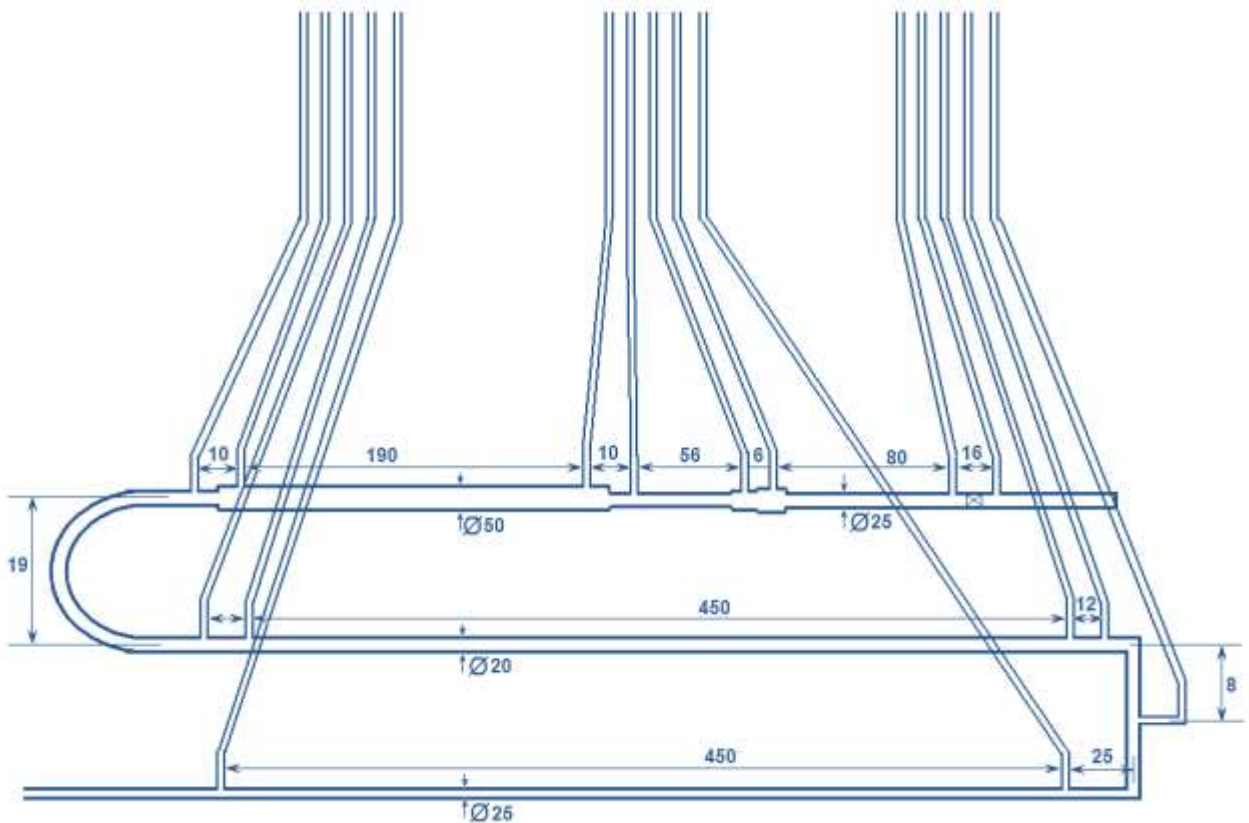
$$\Delta \xi = \frac{\xi_b^T - \xi_b^j}{\xi_b^j} \cdot 100\%; \quad (6.13)$$

Bu yerda: Δh_M^T ,- tajribadan olingan qiymat;

Δh_M^H ,- formula yordamida hisoblangan qiymat;

ξ_b^T - tajriba asosida aniqlangan koeffisient;

ξ_b^j - jadvaldan olingan qiymat bo'lib, $\xi_b^j = 1.1$



6.3-rasm. Tajriba qurilmasining umumiy ko'rinishi.

Talabalar tajriba o'tkazish jarayonida olingan taassurotlari haqida qisqacha xulosa yozadi. O'qituvchining topshirig'i bo'yicha va sinov savollari va tajriba natijalari bo'yicha mustaqil ma'lumot tayyorlaydi.

6.1 | -jadval

Tajriba natijalari

| pyezometrlar | d, mm | qarshilik turi | o'lchangan qiymatlar | | | Hisoblangan qiymatlar | | | | | | | | | | xulosa | | | | | | |
|--------------|----------|-------------------------|----------------------------|---------|-----------------------|--------------------------|-------------------------------|------------|--------------------|-----------------|----|----|----------------------|----|----|--------|---------------------|--------------------------|-----------------------|----|----|--|
| | | | $\frac{P}{\gamma}$, sm | t, s | W, sm ³ | Q, sm ³ /s | ω , sm ² | v, sm/s | $\frac{v^2}{2g}$, | tajriba asosida | | | formula va jadvaldan | | | | Δh_b , % | $\Delta \xi_{kk}$, % | $\Delta \xi_b$, % | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | |
| 1 | | keskin kengayish | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | keskin buri- lish | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

7- LABORATORIYA ISHI

SUYUQLIKNING YUPQA DEVORLI TESHİK VA NAYCHALARDAN OQIB CHIQISHI

7.1 Sinov savollari

1. Oqimchaning (struyaning) siqilgan kesimda oqimning o'rtacha tezligi qaysi formula yordamida aniqlanadi?
2. Qanday sabablar oqimchaning (struyaning) siqilishiga olib kelishi mumkin?
3. Teshik va naychalardan oqayotgan suyuqlik sarf koeffitsientining fizikaviy ma'nosi nimada?
4. Teshik va naychalarning sarf koeffitsienti qanday faktorlarga bog'liq

7.2 Ishning maqsadi

Suyuqlikning teshik va naychalardan o'zgarmas bosim ostida oqib chiqishini o'rganish. Teshik va naychalarning sarf koeffitsientlarini aniqlash.

7.3 Umumiy ma'lumotlar

Barqaror harakat davomida suyuqlikning teshik va naychalardan oqib chiqish jarayonida oqimning murakkab deformatsiyasi, vakuum zonasi hosil bo'lishi va kavitatsiya hodisasi kuzatiladi.

Suyuqlik oqimining tezligi deb struyaning siqilgan kesimdagi eng katta oqim tezligiga aytiladi g , m/s va quyidagi formula orqali ifodalanadi:

$$g = \varphi \sqrt{2gH} \quad (7.1)$$

Bu yerda:

φ – tezlik koeffisienti.

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt{1+\xi}} \quad (7.2)$$

Bu yerda:

ξ – maxalliy qarshilik koeffitsienti

g -erkin tushish tezlanishi, m/s²:

H -teshikning og'irlik markazigacha bo'lgan suyuqlik dami (napori):

Oqimchaning (struyaning) siqilish darajasi quyidagi siqilish koeffitsienti orqali aniqlanadi.

$$\varepsilon = \frac{\omega_s}{\omega} : \quad (7.3)$$

Bu yerda:

ω_s – oqimchaning (struyaning) siqilgan kesimning yuzasi, m^2 ;

ω – chiqish kesimining maydoni, m^2 ;

Teshik va naychalardan oqib chiqayotgan suyuqlik sarfi $Q, (m^3/s)$ quyidagi formula orqali ifodalanadi:

$$Q = \mu\omega\sqrt{2gH} \quad (7.4)$$

Bu yerda: μ – teshik yoki naychaning sarf koeffitsienti.

$$\mu = \varepsilon\varphi$$

Umumiy holda sarf koeffitsienti Reynolds soni bilan suyuqlik harakatining (Reynolds soni orqali aniqlanadi) fizikaviy va kimyoviy xossasiga va gidravlik qurilmaning geometriyasiga bog‘liq.

Laboratoriya sharoitida sarf koeffitsienti (7.4) formulaning elementlarini qayta ko‘rib chiqish natijasida aniqlanadi.

$$\mu = \frac{Q}{Q_T}$$

Bu yerda:

Q – tajriba yo‘li bilan aniqlangan teshik va naychalardan oqib chiqayotgan suyuqlik sarfi, m^3/s .

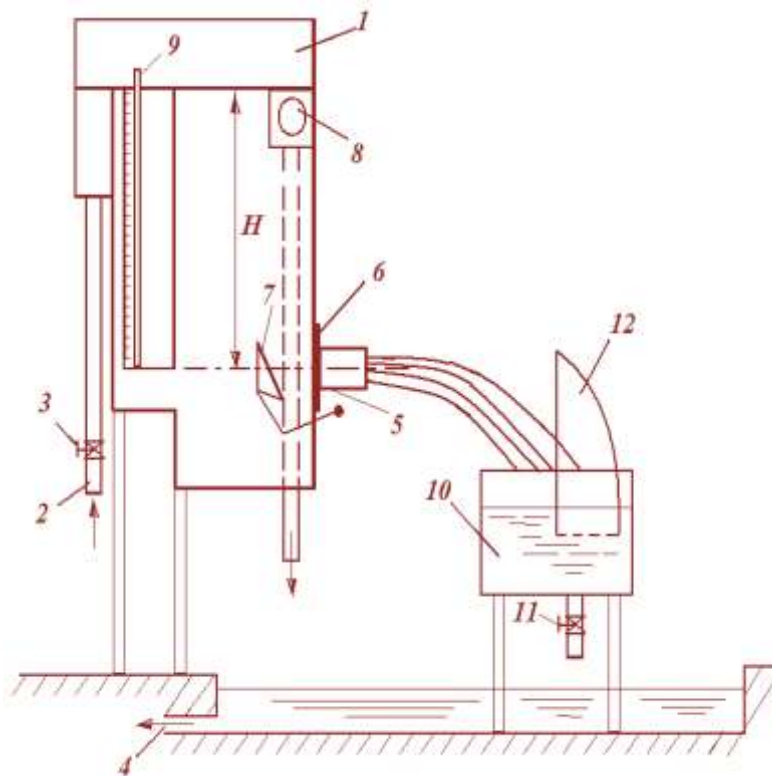
Q_T – Oqimchaning (struyaning) siqilishi ($\varepsilon=1$) va damning (naporining) yo‘qolishi ($\varepsilon=0, \varphi=0$) yoki ($\mu=1$) hisobga olmagan holda (7.4) formula bo‘yicha hisoblangan teshik va naychalardan oqib chiqayotgan suyuqlik sarfi m^3/s .

7.4 Tajriba qurilmasi.

Suyuqlikning teshik va naychalardan oqib chiqish jarayonini o‘rganadigan qurilma (7.1-rasmga qarang) damli rezervuar 1, tashuvchi quvur (2), va unga o‘rnatilgan kalit (3), hamda olib keluvchi quvur (4) dan iborat. Rezervuarining yon qismida ichki rezbali (teshik va naychalarning shaklini o‘zgartirib o‘rganish uchun) teshik (5) joylashtirilgan.

Rezervuarining yon devorida oʻrnatilgan teshik maxsus klapan (7) bilan boshqariladi. Suyuqlikning damini (naporini) bir maromda saqlab turish uchun tartibga keltiruvchi qurilma (8) bilan jihozlangan. Shuningdek qurilma sekundomer, lineyka suyuqlik damini oʻlchash uchun pzoometr (9) oʻlchov rezervuari (10) kalit (11), oqimchani yoʻnaltiruvchi qurilma (12) bilan jihozlangan.

Rezervuarining ichki oʻlchamlari, teshik va naychalarning diametri oʻlchanadi va olingan natijalar jadval 7.1 ga tushuriladi. Kalit (3) oilishi natijasida tashuvchi quvur (2) orqali rezervuar (1) ga suv toʻldiriladi.



7.1-rasm. Qurilmaning sxemasi

Rezervuarining teshigi (5) ga yupqa devorli disk oʻrnatiladi. Oʻlchov rezervuar (10) suvdan boʻshatilib undagi ventil (11) yopiladi. Klapan (7) ochilishi bilan birga sekundomer yordamida oʻlchov rezervuarining (10) suvga toʻlish vaqti aniqlanadi va bir vaqtning oʻzida pezometr (9) orqali suyuqlik dami oʻlchanadi. Oʻlchov rezervuari (10) kalit (11) orqali suvdan boʻshatiladi. Uchta parallel ravishda oʻtkazilgan tajriba natijalari 7.1 jadvalga tushuriladi. Teshik yoki naychaning shakli oʻzgartirilib jarayon yana davom ettiriladi.

O'lchangan qiymatlar

7.1-jadval

| Teshik, naychanning turi | | O'lchangan qiymatlar | | | | | |
|--|-------------------------|----------------------|---------|---------|---------|---------|----------|
| Nomi | Shartli belgilanishlari | l, sm | v, sm | h, sm | d, sm | H, sm | t, sek |
| Yupqa devordagi teshik | | | | | | | |
| Tashqi silindr shaklidagi naycha (Venturi naychasi) | | | | | | | |
| Tashqi uchi torayib boradigan konussimon naycha | | | | | | | |
| Tashqi uchi kengayib boradigan konussimon naycha | | | | | | | |

7.2-jadval

| Teshik va naychanning turi | W, sm^3 | ω, sm^2 | $Q_T, \frac{sm^3}{s}$ | $Q \frac{sm^3}{s}$ | μ | μ_T | $\frac{\Delta\mu}{\mu_T}, \%$ |
|----------------------------|-----------|----------------|-----------------------|--------------------|-------|---------|-------------------------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

7.1 va 7.2-jadvallardagi shartli belgilanishlari:

l, v, h, W - o'lchov rezervuarining uzunligi, eni, balandligi va hajmi;

d, ω - teshik va naychanning chiqish qismi diametri va yuzasi:

t - o'lchov rezervuarining suv bilan to'lish vaqti;

μ_T - teshik yoki naychanning sarf koeffitsienti; (B-ilova)

7.5 Tajriba natijalarini tekshirish va tahlil qilish

O'lchov rezervuarining hajmi quyidagicha aniqlanadi:

$$W = l \cdot b \cdot h \quad (7.7)$$

Teshik va naychanning chiqish kesimi yuzasi

$$\omega = 0,785 \cdot d^2 \quad (7.8)$$

Teshik va naychadan oqayotgan nazariy suv sarfi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$Q_T = \omega \sqrt{2gH} \quad (7.9)$$

Teshik va naychalarning sarf koeffitsientlarini tajribadagi va jadvaldagi qiymatlar farqi aniqlanib haqiqiy qiymatdan og‘ishi o‘lchanadi:

$$\Delta\mu = \mu - \mu_T \quad (7.10)$$

Teshik va naychalarning sarf koeffitsientini tajriba natijalarining nisbiy xatoligi quyidagicha aniqlanadi:

$$\frac{\Delta\mu}{\mu}, \% = \frac{\mu - \mu_T}{\mu_T} \cdot 100\% \quad (7.11)$$

Hisob natijalari 7.2 jadvalga kiritiladi.

Tajriba natijalarining tahlili va bajarilgan ish bo‘yicha umumiy xulosalar o‘tkaziladi.

Talabalar tajriba o‘tkazish jarayonida olingan taassurotlari haqida qisqacha xulosa yozadi. O‘qituvchining topshirig‘i bo‘yicha va sinov savollari va tajriba natijalari bo‘yicha mustaqil ma’lumot tayyorlaydi.

III-BOB. GIDRAVLIK TIZIMLAR (*mashinalar*)

8. Gidravlik tizimlar (gidromashinalar) haqida umumiy tushunchalar

8.1 Nasoslar va gidrodvigatellar

Gidravlik mashinalar suyuqliklarga energiya beruvchi yoki suyuqlik energiyasidan foydalanuvchi mexanizmlar gidravlik mashinalar deyiladi.

Gidromashinalarda harakatlanuvchi turli ish qismlari yordamida suyuqliklarga energiya beriladi va bu energiyadan turli maqsadlarda foydalaniladi yoki suyuqlik energiyasi boshqa mexanizmlarning ish qismlarini harakatga keltiradi.

Gidromashinalar texnikaning suyuqlik bilan ishlaydigan turli qismlarida keng qo'llaniladi. Bular to'g'risida ushbu kitobning kirish qismida to'xtalib o'tgan edik.

Suyuqliklarga energiya beruvchi yoki suyuqlik energiyasidan foydalanuvchi mexanizmlar gidravlik mashinalar deyiladi (8.1-rasm).



8.1-rasm. Gidravlik mashinalar

Gidrostatik mashinalar ular suyuqlikning muvozanat holatidan foydalanib, mexanik kuchni suyuqlikning energiyasiga aylantirish usuli bilan kuchaytirib yoki susaytirib beradi. Gidropress, Gidroakkumulyator va xokazolar (8.2-rasm).



8.2-rasm. Gidrostatik mashinalar

Nasoslar va gidrodvigatellar gidromashinalarning shunday turlariga kiradiki, ularda suyuqlik energiya qabul qilib oluvchi yoki energiya bilan ta'minlovchi ish jismi vazifasini bajaradi. Bunda gidromashinaning ish qobiliyati u orqali o'tgan suyuqlik energiyasining o'zgarish miqdoriga bog'liq. Shuning uchun ishlab chiqarish talabiga qarab gidromashinalarni suyuqlik bilan ko'proq yoki kamroq miqdorda energiya almashadigan qilib quriladi va ular o'zining tuzilishi, turli parametrlarining katta-kichikligi va parametrlarini qanday chegarada o'zgartirish mumkinligiga qarab ishlab chiqarishning tegishli sohalarida foydalaniladi.

Nasoslar Mexanik energiyani suyuqlik energiyasiga aylantirib beradi. Nasoslar suyuqliklarga energiya beruvchi mashinalar turiga kiradi va odatda, suv, neft, benzin, kerosin, turli moylar va boshqa suyuqliklarni chuqurlikdan tortish, yuqoriga ko'tarish, bir yerdan ikkinchi yerga uzatish, ular yordamida boshqa jismlarni ko'chirish, tashish ushun ishlatiladi.

Bunda suyuqliklar nasos orqali o'tganida ularning energiyasi ortadi. Bu energiya yordamida suyuqlik ustida aytilgan ishlarni bajarish mumkin bo'ladi. Nasoslar suyuqlikka bergan energiyasiga yoki o'zidan qancha suyuqlik o'tkaza olishiga qarab turli gruppalariga bo'linadi va bajargan vazifasini qaysi usulda amalga oshirishiga qarab turlicha nomlanadi.

Nasoslarning ba'zi turlaridan suyuqlik yoki gazni boshqa joyga ko'chirish yo'li bilan siyraklanish hosil qilish uchun foydalaniladi. Bunday nasoslarda suyuqlikka energiya berish kabi asosiy vazifadan ko'ra vakuum hosil qilish xossasi muhim bo'lib, ular vakuum nasoslar deyiladi.

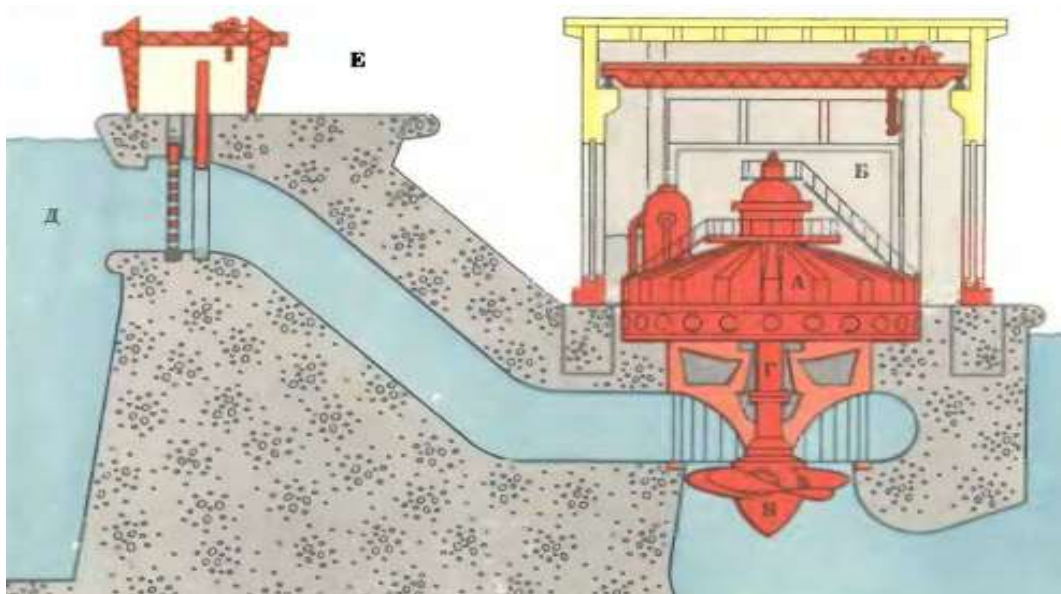
Ventilyatorlarning ishlash prinsiplari markazdan qochma nasoslarga o'xshagan bo'lib, ular havoni harakatga keltirish, turli narsalarni havo yordamida tashish (pnevmotransport), ifloslangan havoni toza havo bilan almashtirish, qizdirilgan havoni issiqlik zarur bo'lgan yerga uzatish (quritish ishlari) va boshqa vazifalarni bajaradi. Bunda ventilyator havoning energiyasini ko'p oshirmasa ham, o'zidan juda ko'p miqdorda havo o'tkaza oladi. Sanoatda va qishloq xo'jaligida ularning ana shu xususiyatidan foydalaniladi. Nasoslarga teskari ish bajaruvchi, ya'ni suyuqlikdan energiyani olib uni harakat ko'rinishida boshqa mexanizmlarga uzatuvchi mashinalar **gidrodvigatellar** deyiladi. Suyuqlik energiyasini mexanik energiyaga aylantirib beruvchi mexanizmlar ham **gidrodvigatellar** deb ataladi. Gidravlik dvigatellar asosan dinamik va hajmiy gidrodvigatellarga ajratiladi. Hajmiy gidrodvigatellarga ilgari qaytma harakatlanuvchi va burilma porshenli kabi gidrosilindrlar kiradi va h.k. Dinamik gidrodvigatellarga gidromotorlar va gidrotrubinalar kiradi. Gidrodvigatellardan suyuqlik o'tganda uning energiyasi kamayadi. Bu kamaygan energiya hisobiga gidrodvigatelning ish qismi harakatga kelib, bu harakat boshqa mexanizmga beriladi va biror ish bajaradi yoki elektr energiyasi hosil qilishda foydalaniladi. Bir xil turga kirgan nasoslar va gidrodvigatellarning harakatlanuvchi

qismlari asosan turlicha bo'lib, ba'zi hollarda bir xil bo'lishi mumkin. Bunda bitta qurilmaning o'zi, qo'yilgan talabga qarab, nasos yoki gidrodvigatel sifatida ishlashi mumkin. Bunda albatta nasos yoki gidrodvigatel teskari vazifa bajarganida uning foydali ishi kamayadi. Suvning energiyasini elektr energiyasiga aylantirishda ishlatiladigan gidrodvigatellar **turbinalar** deb atalib, ular ayrim mustaqil gruppaga ajraladi.

Gidroturbina (GT) – suv oqimining mexanik energiyasini valning energiyasiga aylantiradi va shu orqali elektr energiya xosil qiladi (GES) (8.3, 8.4-rasmlar). Bu mashinalar juda katta miqdordagi energiyani qabul qilib va uni harakatga aylantirib generatorga berishi bilan farq qiladi. Hozirgi zamon turbinalari ichida o'zidan juda ko'p miqdorda suv o'tkazishga mo'ljallangan turlari mavjud bo'lib, ularning quvvati 700 mVt dan ortadi.



10.3-rasm. Gidroturbina (GT)



8.4-rasm. GES sxemasi

Gidrotexnika, energetika tog' sanoati va boshqa sohalarida nasoslar va gidrodvigatellar juda ko'p qo'llaniladi. Ulardan nasos stansiyalari va elektrostansiyalar tashkil qilinadi. Bu stansiyalarda bir nasha nasos yoki gidrodvigatellar birga ishlatiladi.

8.2 Nasoslarni guruhlash

Nasoslarni guruhlash turlicha bo'lib, ularni tuzilishi, turli parametrlari, suyuqlikka energiya berish usuli va boshqalarga qarab guruhlash usullari mavjud. Eng ko'p tarqalgan usul ishlash prinsipiga qarab guruhlashdir. Bunda nasoslar asosan ikki katta guruhga bo'linib, ular kurakli va hajmiy nasoslar bo'ladi. Bu nasoslar deyarlik barcha nasoslarni o'z ichiga oladi, bir qancha boshqacha prinsipda ishlaydigan nasoslar bu ikki guruhga kirmay qoladi. Bularga oqimchali nasoslar (uchinchi klass sifatida ajratish mumkin) va boshqa ko'targichlar (monteju, erliftlar va boshqalar) kiradi.

Kurakli nasoslar markazdan qoshma, o'qiy, propellerli, buyurtma asoslarga bo'linadi. Tuzilishi va ishlash prinsipi bir xil bo'lgani uchun ventilyatorlarni ham kurakli nasoslar guruhiga kiritish mumkin. Ventilyatorlarning ham markazdan qochma, o'qiy, propellerli turlari mavjud. Kurakli nasoslarni bitta valda yoki bir yoki necha ish g'ildiragi o'rnatilishiga qarab, bir pog'onali va ko'p pog'onali nasoslarga ajratish mumkin. Markazdan qoshma nasoslar so'rish usuliga qarab bir tomonlama so'ruvchi va ikki tomonlama so'ruvchi nasoslarga bo'linadi.

Hajmiy nasoslar ikki katta guruhga bo'linib, ular porshenli va rotorli nasoslar deyiladi. Bular yana bir qancha kichik guruhchalarga bo'linadi (ular to'g'risida tegishli bo'limda to'xtalamiz).

Oqimchali nasoslar esa struyali suv ko'targichlar, ejektor, injektor va gidroelevatorlarni o'z ichiga oladi. Nasoslarni bunday guruhlashga ishlab chiqarishda eng ko'p tarqalgan ikki tur (markazdan qochma va porshenli) nasoslar atrofida barcha nasoslarni guruhlashga intilish asos bo'lgan bo'lsa kerak.

Nasoslarni suyuqlikka bergan bosimining katta-kichikligiga qarab, past bosimli (20 m suv ust. gacha), o'rtacha bosimli ($20 \div 60$ m suv ust. ga teng), yuqori bosimli (60 m suv ust. yuqori) nasosga ajratish mumkin. Ularni bergan sarfiga qarab past, o'rta va yuqori sarfli nasoslarga guruhlash mumkin.

Energiyaning nasosga qanday berilishiga qarab guruhlashga intilish ham bo'lgan. Bu aytilgan oxirgi uch tur guruhlashning har biriga ham barcha mavjud nasoslarni kiritish mumkin bo'lgani bilan bu uch usulda juda katta kamchilikka ega. Chunki bu usullarda bir guruhga porshenli, markazdan qochma, rotorli, propellerli va ishlash prinsipi tamoman bir-biridan farqlanuvchi boshqa nasoslar kirishi mumkin. Nasosni D.Bernulli tenglamasi asosida klassifikatsiya qilinadigan bo'lsa, quyidagi guruhlarga bo'lish mumkin:

Suyuqlikka berilgan energiya turiga qarab guruhlash ancha qulay bo'lsa kerak. Nasosdan o'tayotgan suyuqlikka berilgan energiya uch xil bo'lishi mumkin: holat energiyasi (z), bosim energiyasi $\left(\frac{p}{\gamma}\right)$, kinetik energiya $\left(\frac{\alpha v^2}{2g}\right)$.



8.6-rasm. Nasoslar klassifikatsiyasi

Faqat holat energiyasi beruvchi mashinalar *suv ko'targichlar* deyiladi. Agar ko'tarilayotgan suyuqlik faqat suv bo'lmay, neft, turli moylar va boshqa xil suyuqliklar bo'lishi mumkinligini hisobga olsak, bu mashinalarni suyuqlik ko'targichlar deyish kerak bo'ladi. Bu guruhga suv ko'tarish uchun ishlatilgan barcha qurilmalar (8.7-rasm): charxpalak, chig'ir, Arximed vinti va boshqalar kiradi.



8.7-rasm. Suv ko'targichlar

Zamonaviy qurilmalardan bu guruhga kiradiganlari qatoriga kam debitli (kam sarfli) quduqlardan neft chiqaruvchi tortish qurilmalari, chuqur quduqlardan gaz va havo yordamida suyuqlik (suv, neft) ko'taruvchi ko'targichlar kiradi.

Ikkinchi guruhga suyuqlikka bosimni orttirish yo'li bilan energiya beruvchi nasoslar kiradi. Suyuqlikni porshen bosimi (porshenli nasoslar), aylanuvchi qismlar (rotorli nasoslar), siqilgan havo, gaz yoki bug' (pnevmatik suv ko'targichlar, Gemfri nasosi va h.) yordamida siqib chiqarish mumkin. Bularga suyuqlikka gidravlik zarba orqali impuls beruvchi mexanizmlar, gidravlik taran ham kiradi. Ushinchi guruh nasoslarda suyuqlikka kinetik energiya berilib, so'ngra u bosim energiyasiga aylantiriladi. Bularga birinchi gilda kurakli (markazdan qochma, parrakli, o'qiy) nasoslar kiradi (ularda ish qismi valda aylanuvchi kurakli g'ildiraklardir). Ikkinchidan, oqimchali nasoslar (ejektorlar, injektorlar, gidravlik elevatorlar) kiradi (ularda suyuqlikka energiya beruvchi boshqa suyuqlik, gaz yoki bug'dir). Nasoslar va suv ko'targichlarning uch gruppaga taqsimlanishini sxema ko'rinishida tasvirlanishi mumkin. Nasoslarda suyuqlik qaysi tipdagi kuchlardan (dinamik kuchlar yoki statik kuchlar) foydalanib so'rilishiga qarab, ular dinamik yoki hajmiy nasoslarga bo'linadi. Bunda yuqoridagi klassifikasiyaga kirgan nasoslarning porshenli va rotoriy turlari hajmiy nasoslarga, qolganlari esa dinamik nasoslarga kiradi.

8.3 Nasoslarning asosiy parametrlari

Nasoslardan ishlab chiqarishda foydalanishda uning qayerda va qanday sharoitlarda ishlatilishi mumkinligini aniqlaydigan eng muhim parametrlari asosiy parametrlar deyiladi. Bularga nasosning so'rishi (sarfi), hosil qiladigan bosimi, quvvati va foydali ish koeffitsiyenti kiradi.

1. Nasos vaqt birligida so'rgan suyuqlik hajmi Q uning *so'rishi* yoki *sarfi* deb ataladi. So'rish m^3/s , l/s va boshqa birliklarda o'lchanadi.

Markazdan qochma nasoslarning sarfi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$Q = w_1(\pi d_1 - \delta z) b_1 \sin \beta_1$$

yoki

$$Q = w_2(\pi d_2 - \delta z) b_2 \sin \beta_2 \quad (8.1)$$

bu yerda w_1, w_2 -ish g'ildiragiga kirish va chiqishdagi nisbiy tezliklar; d_1, d_2 -ish g'ildiragining ichki va tashqi diametrlari; δ -nasos kuraklarining qalinligi; z -kuraklar soni; b_1, b_2 -kuraklarning kirish va chiqishdagi eni; β_1, β_2 - kuraklarning kirish va chiqishdagi egrilik burchaklari.

Boshqa turdagi nasoslarning sarfi to'g'risida tegishli nasos ustida to'xtalganda gapiriladi.

2. Nasosdan o'tayotgan suyuqlikning birlik og'irlikdagi miqdoriga berilgan energiya (boshqacha aytganda nasosdan o'tayotgan suyuqlik oqimi olgan solishtirma energiyasiga) nasosning nabori (bosimi) deb ataladi va suyuqlik ustunining metrlari hisobida o'lchanadi. va suyuqlik ustunining metrlari hisobida o'lchanadi.

Nasosning napori (bosimi) ikki xil usulda aniqlanadi:

- 1) Nasos qurilmasining o'lchov asboblari ko'rsatuvi bo'yicha (nasos ishlab turganda);
- 2) Suyuqlikka nasos qurilmasi qismlarida berilgan solishtirma energiyalar yig'indisi bo'yicha.

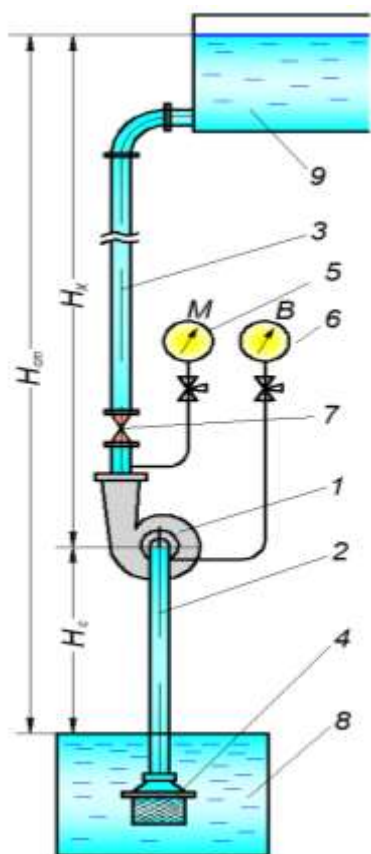
B i r i n c h i u s u l d a bosim quyidagicha hisoblanadi. Avval nasosga kirishdagi energiya hisoblanadi:

$$e_1 = H_c + H_o + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{g_1^2}{2g}, \quad (8.2)$$

bu yerda H_s , P_1 , g_1 - so'rish balandligi bosimi va tezligi.
So'ngra nasosdan chiqishdagi energiyani hisoblanadi.

$$e_2 = H_c + H_o + \frac{p_x}{\gamma} + \frac{g_x^2}{2g} \quad (8.3)$$

bu erda: H_o – kirishdagi vakuummetr bilan chiqishdagi manometrlar o'rnatilgan sathlar farqi; P_x , g_x – haydash bosimi va tezligi.



- 1-nasos;
- 2-so'rish quvuri;
- 3-haydash quvuri;
- 4-setka;
- 5-manometr;
- 6-vakuummetr;
- 7-jumrak;
- 8-suv manbai;
- 9-suv qabul qilish baki;

H_c -suv manbaidagi suv sathidan nasos o'qigacha balandlik (so'rish balandligi);
 H_x -nasos o'qidan suv qabul qilish bakidagi suv sathigacha balandlik (haydash balandligi);
 H_{cm} -statik napor.

8.8-rasm. Nasos qurilmasi

Oxirida chiqish va kirishdagi solishtirma energiyalar farqini hisoblab, nasosdan o'tayotganda suyuqlik olgan energiya topiladi. Bu farq nasosning bosimiga teng bo'ladi:

$$H = e_2 - e_1 = \left(H_c + H_0 + \frac{p_x}{\gamma} + \frac{g_x^2}{2g} \right) - \left(H_e + \frac{p_c}{\gamma} + \frac{g_c^2}{2g} \right) = H_0 + \frac{p_x - p_c}{\gamma} + \frac{g_x^2 - g_c^2}{2g} \quad (8.4)$$

Surish bosimini vakuummetr ko'rsatkichi bo'yicha topish mumkin:

$$p_c = p_a - p_{vak}$$

Haydash bosimini esa manometr ko'rsatuvidan aniqlanadi:

$$p_x = p_a + p_m$$

Bu munosabatlardan foydalanib va vakuummetrik hamda manometrik bosimlarni tegishli bosim miqdorlari orqali ifodalab nasosning bosimi uchun quyidagi munosabatni olamiz:

$$H_{vak} = \frac{p_{vak}}{\gamma}; \quad H_m = \frac{p_m}{\gamma}$$

$$H = H_m + H_{vak} + H_0 + \frac{g_x^2 - g_c^2}{2g} \quad (8.5)$$

Ko'pincha, tezlik bosimlarining ayirmasi kichik miqdor bo'lgani uchun ularni hisoblashlarda nazarga olinmaydi.

Ikkinchi usul bilan bosimni hisoblash uchun avval ta'minlovchi idishdagi suyuqlik sathidagi kesim (1—1) va nasosga kirishdagi kesim (2—2) uchun Bernulli tenglamasi yoziladi:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{g_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_c}{\gamma} + \frac{g_c^2}{2g} + h_c.$$

So'ngra nasosdan chiqishdagi kesim (3—3) va suyuqlikning eng yuqori ko'tarilgan sathidagi kesim (4—4) uchun Bernulli tenglamasi yoziladi:

$$z_3 + \frac{p_x}{\gamma} + \frac{g_x^2}{2g} = z_4 + \frac{p_4}{\gamma} + \frac{g_4^2}{2g} + h_x.$$

bu tengliklarda: z_1, z_2, z_3, z_4 – tegishli kesimlarning geometrik balandligi; h_c, h_x - so'rish va haydash trubalaridagi gidravlik qarshiliklar. Eng yuqori kesim (4 — 4) qabul qiluvchi idishdagi suyuqlik sathida desak, idishlarning kesimi trubalar kesimiga qaraganda katta bo'lgani uchun v_1 va v_4 larni v_c va v_x larga nisbatan kichik miqdor deb tashlab yuboramiz. Oxirgi ikki tenglamaga $z_2 - z_1 = H_1$, $z_4 - z_2 = H_2$ belgilashlarni kiritib, ulardan so'rish va haydash bosimlarini topamiz:

$$\frac{p_c}{\gamma} = \frac{p_1}{\gamma} - H_1 - \frac{g_c^2}{2g} - h_c$$

$$\frac{p_x}{\gamma} = \frac{p_4}{\gamma} - H_2 - \frac{g_x^2}{2g} - h_x$$

Olingan miqdorlarni (8.4) tenglamaga qo'yib, ushbu tenglikni olamiz:

$$H = \frac{p_4 - p_1}{\gamma} + H_0 + H_2 + H_1 + h_c + h_x \quad (8.6)$$

Nasos qurilmasidan (8.8-rasm) dan ko'rinadiki $H_0 + H_2 = H_x$, $H_1 = H_c$. Bunga asosan

$$H_0 + H_2 + H_1 = H_x + H_c = H_{st}$$

Ta'minlovchi va qabul qiluvchi idishlarda bosim, odatda, atmosfera bosimiga teng bo'ladi: ($p_1 = p_a$; $p_4 = p_a$). Shunga asosan bosim uchun yozilgan oxirgi tenglama quyidagi ko'rinishga keladi

$$H = H_{st} + h_c + h_x \quad (8.7)$$

Bu tenglikdan ko'rinadiki, ochiq idishlarda nasosning bosimi suyuqlikni ko'tarish hamda so'rish va haydash trubalaridagi qarshilikni yengishga sarflanadi.

3. Nasosning vaqt birligida bajargan ishi uning **quvvati** deyiladi. Quvvat kgm/s , o.k. , kVt va boshqa birliklarda o'lchanadi. Nasosning biror vaqtda ko'targan suyuqligi $Q \text{ kg}$, bosimi H bo'lsa, uning bajargan ishi quyidagiga teng:

$$A = GH$$

Yuqorida aytilganga asosan

$$N = \frac{GH}{t}$$

lekin

$$\frac{G}{t} = \gamma Q$$

shunga asosan quvvat quyidagicha topiladi:

$$N_f = \gamma QH \text{ kgm/s} \quad (8.8)$$

Quvvatni o.k. larda ifodalasak:

$$N_f = \frac{\gamma QH}{75} \quad (8.9)$$

kVt larda ifodalasak

$$N_f = \frac{\gamma QH}{102} \quad (8.10)$$

Bu olingan quvvat formulalari nasosning suyuqlikka bergan energiyasini ifodalovchi foydali quvvatni beradi. Amalda esa dvigatelning valni aylantirishga sarflagan quvvati bu formulalar bo'yicha hisoblangan miqdoridan ancha ko'p bo'ladi. Dvigatelning valga bergan quvvati bilan foydali quvvatning farqi suyuqlikni ko'tarishda turli qarshiliklarni yengishga sarf bo'ladi.

4. Foydali quvvatning valga berilgan quvvatga nisbati nasosning **foydali ish koeffisienti (FIK)** deb ataladi:

$$\eta = \frac{N_f}{N} \quad (8.11)$$

Buni nazarga olganda suyuqlikni so'rish uchun sarf bo'lgan umumiy quvvat dvigatel sarflagan quvvatga teng ekanligini tushunish qiyin emas. Umumiy quvvat quyidagi formulalar yordamida hisoblanadi:

$$N = \frac{\gamma Q H}{\eta} \text{ kgm/s}$$

$$N = \frac{\gamma Q H}{75 \eta} \text{ o.k} \quad (8.12)$$

$$N = \frac{\gamma Q H}{102 \eta} \text{ kVt}$$

Yuqoridagilardan xulosa qilib aytish mumkinki, FIK suyuqlikni ko'tarishdagi barcha energiya yo'qotishlarini ifodalovchi miqdordir. Bu yo'qotishlar uch xil turga bo'linadi: *gidravlik, mexanik va hajmiy*.

1. Gidravlik yo'qotishlar – nasosdagi gidravlik qarshiliklar (gidravlik ishqalanish, nasosga kirish va chiqishda, uyurmalar hosil bo'lishida va h.) ni yengishga sarflanadigan energiyadir. Bu yo'qotishlarni gidravlik FIK hisobga oladi;

$$\eta_g = \frac{H}{H + \sum h_{onas}} \quad (8.13)$$

Bunda $\sum h_{onas}$ n – nasosdagi yo'qotishlar yig'indisi. Gidravlik FIK nasos ish g'ildiragi va kurakchalari, umuman nasosning tayyorlanish sifatiga bog'liq.

2. Mexanik yo'qotishlar – nasosning podshipnik va maydonlaridagi ishqalanishga, krivoship-shatunli mexanzmlarga sarflangan quvvat yo'qotishlari bo'lib, uni mexanik FIK hisobga oladi:

$$\eta_m = \frac{N_n}{N_v} \quad (8.14)$$

bu yerda: N_n – nasosning indikator quvvati bo'lib, nasos validagi quvvat va mexanik yo'qotishlarga sarflangan quvvatlarning ayirmasiga teng.

Mexanik FIK podshipnik, maydon va ishqalanish ro'y beradigan boshqa qismlarning tayyorlanish sifatini va moslanganligini xarakterlaydi.

3. Hajmiy yo'qotishlar-suyuqlikning nasosdagi zichlagichlar, klapanlar orqali sirqib ketishi va nasos ish kameralarini yetarli to'ldirmasligi natijasida ro'yobga keladi. Hajmiy FIK η_v – quyidagicha ifodalanadi:

$$\eta_v = \frac{Q}{Q + \Delta Q} \quad (8.15)$$

bunda ΔQ – nasosdagi suyuqlikning hajmiy yo'qotishlari.

Hajmiy FIK nasosning geometriklik darajasini va ishlash sharoitini xarakterlaydi.

To'liq FIK yuqoridagi ush FIK larning ko'paytmasiga teng:

$$\eta = \eta_g \eta_v \eta_M \quad (8.16)$$

Porshenli nasoslarda $\eta = 0,7 \div 0,9$, markazdan qochma nasoslarda esa $\eta = 0,6 — 0,8$.

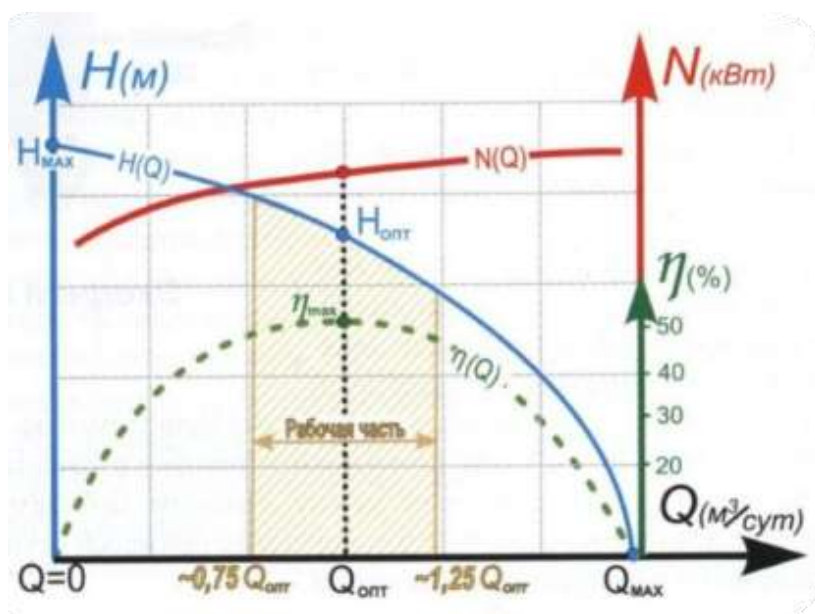
Nasos dvigateliga kerakli quvvat N_{dv} ushbu formula bilan aniqlanadi

$$N_{dv} = \frac{N_v}{\eta_{uzat}} a \quad (8.17)$$

bu erda: η_{uzat} – uzatish FIK; a – dvigatelning tasodifiy o'ta zo'riqishiga qarshi zapas koefitsientidir, u dvigatel quvvatiga qarab 1,1 – 1,5 chegarasida bo'ladi.

8.4 Nasoslarning ishchi xarakteristikalari

Nasoslarni ishlatishda ulardan berilgan sharoitda eng yaxshi foydalanish maqsadga muvofiqdir. Buning uchun turli sharoitda nasosning qanday ishlashi to'g'risida ma'lumot bo'lishi kerak. Bunday ma'lumot nasoslarning xarakteristikalari ko'rinishida beriladi. Odatda, xarakteristika nasosni sinash (tajriba) yordamida tuziladi. Buning uchun nasosning aylanish sonini o'zgartirmasdan, haydash trubasiga o'rnatilgan berkitkichni o'zgartirish yo'li bilan bosimni o'zgartirsak, uning ishlash tartibi ham o'zgaradi. Natijada quvvat va foydali ish koefitsienti ham o'zgaradi (8.9-rasm).



8.9-rasm. Nasos ishchi xarakteristikalari

($Q = 0$) nasos ma'lum bosim hosil qiladi va u berkitgichning ochilishi bilan kamayib boradi (boshlanishda bosim bir oz ortib borib, maksimumga yetishi va so'ngra kamayib ketishi mumkin). Quvvat esa ortib boradi va chiziqli ortishga yaqin bo'ladi. Sarfning katta qiymatlarida bu ortish bir oz susayishi mumkin. FIK grafigi noldan boshlanadi va sarfning ma'lum bir miqdorlarida maksimumga ega bo'ladi.

Napor, quvvat va foydali ish koefitsientlarining sarfga bog'liqlik grafiklari nasosning xarakteristika grafiklari deyiladi:

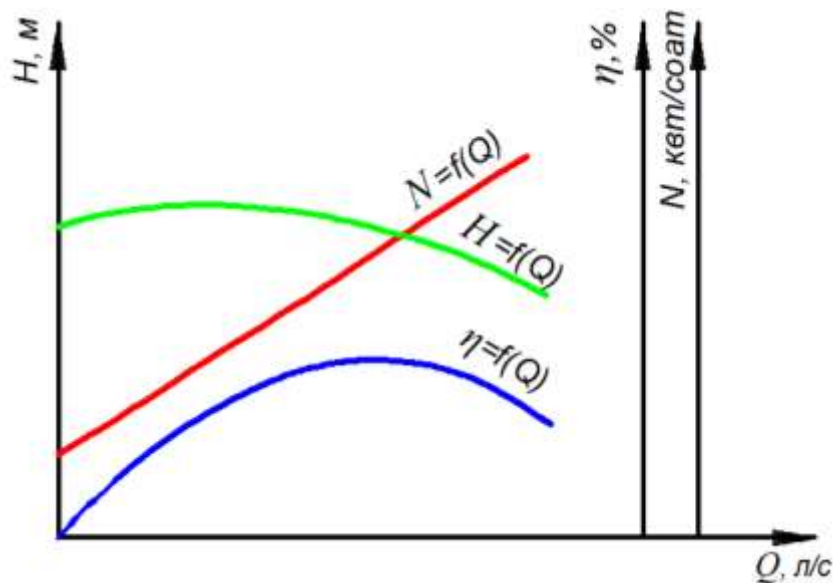
Nasosning napor xarakteristikasi $H = f_1(Q)$;

Nasosning quvvat xarakteristikasi

$$N = f(Q) ;$$

Nasosning FIK xarakteristikasi

$$\eta = f(Q) ;$$



8.10-rasm. Nasoslarining taxminiy ish xarakteristikasi

Nasoslarni xarakteristikani tuzish uchun sinav ishlarini berkitgich to'liq yopilgan holatdan boshlab, ochib boramiz va napor, quvvat va FIKning sarf bo'yicha o'zgarishini 8.10- rasmida ko'rsatilgandek grafiklar tuzamiz.

Nasoslarni tanlashda asosan ikkita kattalik: uzatish kerak bo'lgan sarf - Q va berilishi kerak bo'lgan dam (napor)- H hamda aylanishlar chastotasi - P asosida amalga oshiriladi. Yuqorida keltirilgan kattaliklar asosida tezkorlik koeffitsiyenti hisoblanadi va umumlashgan kataloglar yig'ma grafigida nasos tamg'asi tanlanadi. Tanlangan tamg'aga qarab, nasos katalogidan kerak bo'lgan nasos xarakteristikalari yozib olinadi.

8.6 Nasoslarni quvurga ulash. nasoslarni ketma-ket va parallel ulash.

Nasoslarning parallel ishlashi

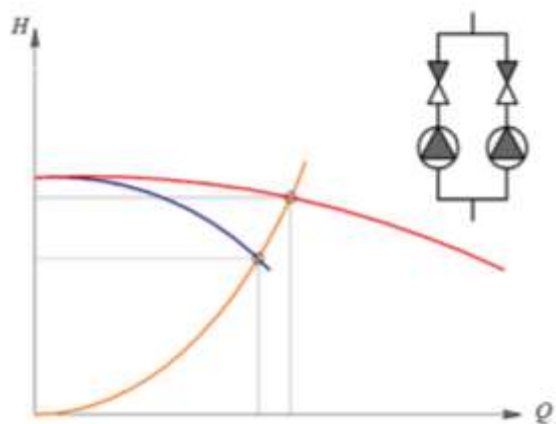
Bir nasos kerakli suv sarfini uzata olmaganda, ikki yoki undan ortik nasosni ishlatishga to'g'ri keladi. Bir necha nasosning umumiy haydash quvuriga suv uzatishiga nasoslarni parallel ulab ishlatish deyiladi.



8.11 - rasm. Nasoslarning parallel ishlashi

Parallel ishlayotgan nasoslarni xarakteristikalari odatda bir xil bo'lishi kerak (8.11-rasm), lekin har xil xarakteristikali nasoslarni ham parallel ishlatish mumkin (8.12-rasm). Agar bir xil markali nasoslar bir biriga ta'sir qilmasa sarfi va nabori quyidacha bo'ladi:

$$\sum Q = Q_1 + Q_2; \quad \sum H = H_1 + H_2;$$



8.12-rasm. Bir xil markali nasoslarning parallel ishlashi

Nazariy suv sarfi: $Q_{quv} = Q_1 + Q_2 = 2Q$.

Parallel ulashning asosiy shartlari:

$$Q_{um} = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n \quad H_{um} = H_1 = H_2 = \dots = H_n$$

Gidravlik qarshiliklar natijasida, ma'lum miqdorda napor yo'qotiladi. Shuning uchun, umumiy quvurdagi suv sarfi, ikkala nasosning suv sarflari yig'indisiga teng emas, balki kichikroq bo'ladi.

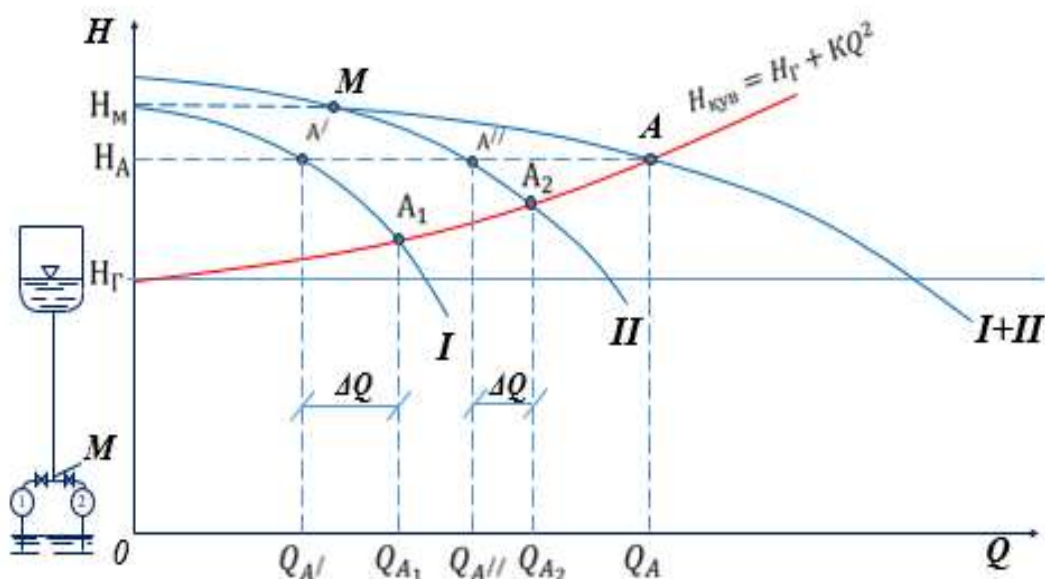
$$Q_{quv} = Q_1 + Q_2 < 2Q \text{ yoki } Q_{quv} = (1,7 \dots 1,8)Q_{1,2} \quad (8.18)$$

Umumiy haydash quvurida tezlik oshganligi tufayli, gidravlik qarshiliklar ko'payadi, natijada ko'p miqdorda napor yo'qotiladi. Yo'qotilgan umumiy naporni topish uchun bir nasos ishlaganda yo'qotilgan napor miqdorini, parallel ishlayotgan nasoslar soni kvadratiga ko'paytirish kerak.

$$\Delta h_{n+i} = \Delta h_n \cdot n^2 \quad (8.19)$$

bu yerda: n – parallel ishlayotgan nasoslar soni.

Bu holda ham, nasoslardan umumiy haydash quvurigacha bo'lgan masofadagi gidravlik qarshiliklarni yo'q deb faraz qilamiz.



8.13-rasm. Har xil xarakteristikali nasoslarni parallel ulash

Ulardagi napor bir xil bo'lmaganligi sababli, nasoslarni quyidagicha ishga tushiramiz: napori katta bo'lgan nasosni ishga tushiramiz, u suv hayday boshlaydi va suv sarfi oshgan sari napori kamayib boradi; ishlayotgan nasosning napori, ishlab turgan, ammo zadviykasi yopiq turgan ikkinchi nasosning maksimal naporiga tenglashgandan so'ng, zadviykani ochamiz. Shu (M) nuqtadan boshlab, ikkala nasos parallel ishlay boshlaydi, chunki $H = H_1 = H_2$ (8.13-rasm).

Napori katta bo'lgan nasosdan uzatilayotgan suv, napori kichik bo'lgan nasosning haydash quvuri orqali teskari oqmasligi uchun, napori kichik quvurga teskari klapan o'rnatish kerak. Nasoslar parallel ishlagunga kadar, umumiy quvurdan o'tayotgan suv sarfi, faqat napori katta bo'lgan nasosga tegishlidir. Umumiy (M) nuqtadan so'ng, nasoslar parallel ishlay boshlaydi va umumiy quvurdagi suv sarfi, ikki barobar ko'payadi.

Ikkala nasos alohida ishlab uzatayotgan suv sarfi ular parallel ishlab umumiy bitta quvurga uzatayotgan suv sarfidan kattadir, ya'ni

$$Q_A = Q_A^I + Q_A^{II} < Q_{A1} + Q_{A2} . \quad (8.20)$$

bu erda: Q_A – ikkala nasosning umumiy suv sarfi; Q_A^I ; Q_A^{II} – har bir nasosning umumiy quvurga uzatayotgan suv sarfi; Q_{A1} ; Q_{A2} – har qaysi nasos alohida ishlaganidagi suv sarfi.

Nasoslarning ketma–ket ishlashi

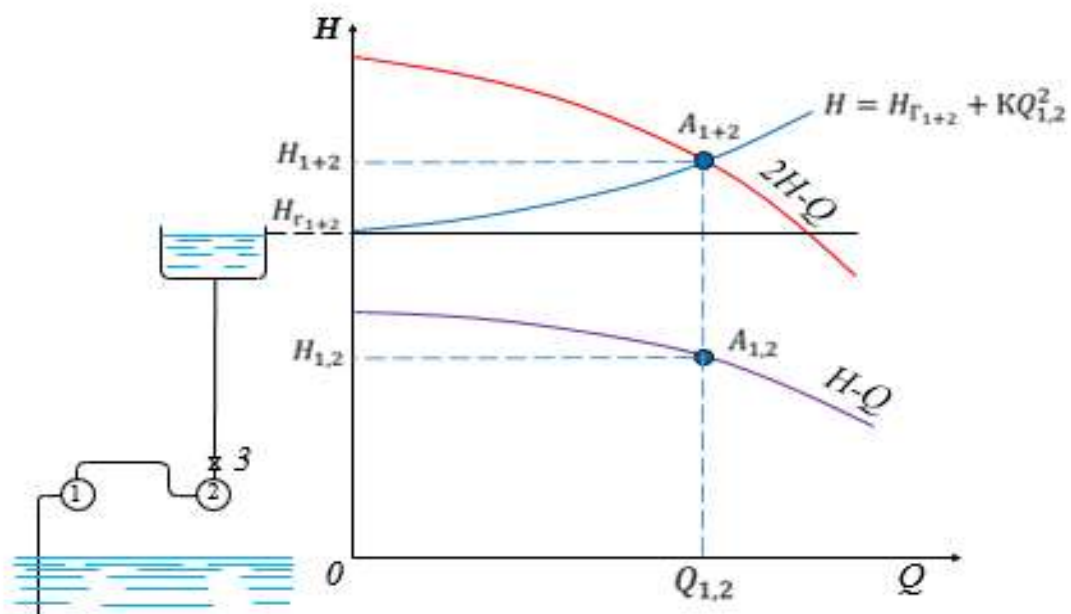
Bir nasos kerakli balandlikka suvni chiqarib bera olmaganda, ikki yoki undan ortiq nasos ishlashiga to'g'ri keladi. Suvni birinchi nasos napor quvuri orqali ikkinchi nasosning so'rish patrubkasiga uzatilishi, nasoslarni ketma – ket ulab ishlatish deyiladi. Nasoslarni ketma – ket ulash, umumiy naporini oshirish uchun qo'llaniladi.

Ketma – ket ulashning asosiy shartlari:

$$Q_{um} = Q_1 = Q_2 = \dots = Q_n \quad H_{um} = H_1 + H_2 + \dots + H_n$$

Ikkita ketma – ket ishlayotgan bir xil xarakteristikali nasos-larning umumiy napor xarakteristikasini qurish uchun, bitta na-sosning har bir suv sarfiga mos naporini ikki barobar ko'paytirish kerak. Ketma – ket ishlayotgan ikki nasosning ishchi nuqtasi, umumiy napor xarakteristikasining quvurlar sistemasi xarakteristikasi bilan kesishgan nuqtasi bo'ladi. Bir xil xarakteristika-li nasoslarning ketma-ket ishlash shartlari: suv sarfi $Q_{um}=Q_1=Q_2=\dots=Q_n$ naporini $H_{um}=H_1+H_2+\dots+H_n=nH_1$

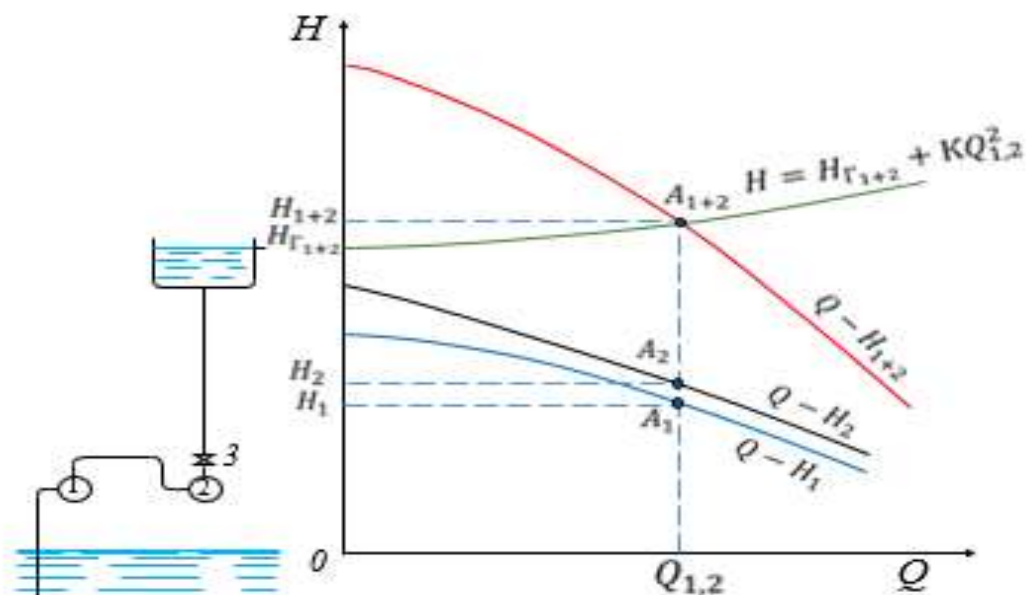
bu yerda: n – nasoslar soni.



8.14-rasm. Bir xil xarakteristikali nasoslarni ketmaket ulash

Ketma – ket ishlayotgan har xil xarakteristikali nasoslarning har bir suv sarfiga mos naporlarni topish uchun nasoslar naporini bir – biriga qo‘shish kerak. Har xil xarakteristikali nasoslarning ketma-ket ishlash shartlari:

$$\text{suv sarfi} - Q_{\text{um}} = Q_1 = Q_2 = \dots = Q_n \quad \text{nabori} - H_{\text{um}} = H_1 + H_2 + \dots + H_n$$



8.15-rasm. Har xil xarakteristikali nasoslarning ketma-ket ishlashi

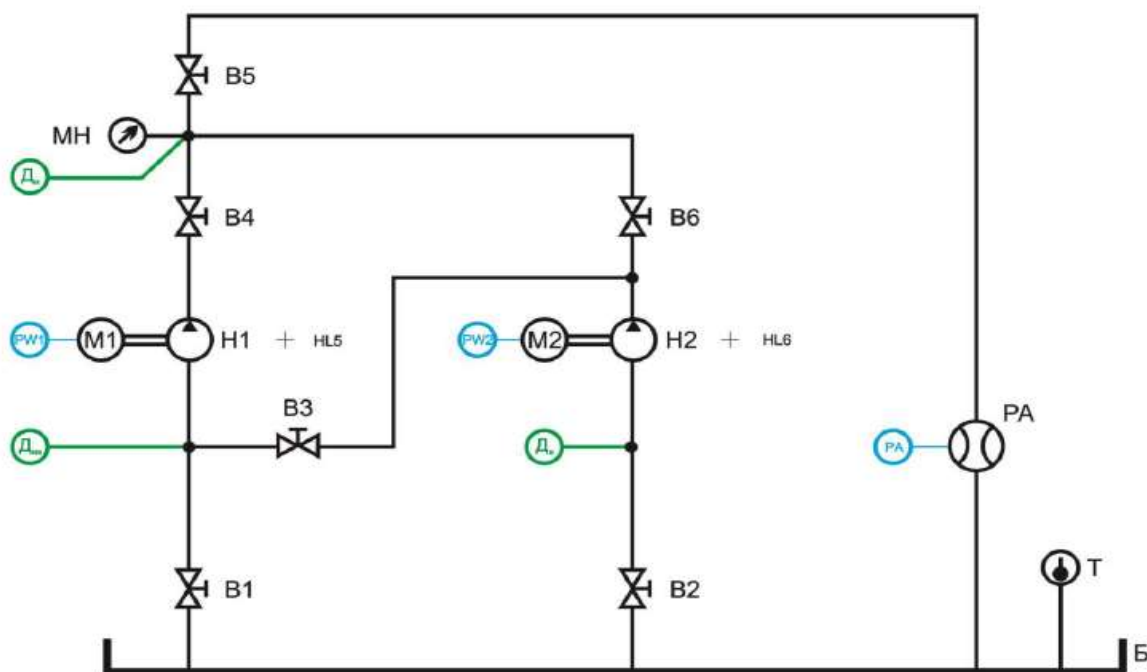
Nasoslar nabori yig‘indisi bilan birinchi nasos suv sarfi orasidagi bog‘lanish ularning umumiy napor xarakteristikasini beradi. Umumiy napor xarakteristikasidan biror nuqtaga mos keladigan har bir nasosning naporini topish uchun, umumiy ishchi nuqtasidan absissa o‘qiga perpendikulyar tushiramiz. Nasoslarning napor xarakteristikasi bilan perpendi-kulyarning kesishgan nuqtasidagi napor har bir nasosning A nuqtasi-dagi naporini beradi.

8- LABORATORIYA ISHI

NASOSLAR ISHCHI XARAKTERISTIKASINI QURISH

Tajriba ishi uchta bosqichda o'tkaziladi. Birinchi bosqichda – bitta nasos ishlagan holat uchun $H = f(Q)$, $N = f(Q)$ va $\eta = f(Q)$ larning o'zaro bag'lanishli grafigi quriladi. Ikkinchi bosqichda – ketma-ket ulangan nasoslarning $H = f(Q)$, $N = f(Q)$ va $\eta = f(Q)$ larning o'zaro bag'lanishli grafigi quriladi. Uchinchi bosqichda- parallel ulangan nasoslar $H = f(Q)$, $N = f(Q)$ va $\eta = f(Q)$ larning o'zaro bag'lanishli grafigi quriladi.

Ushbu tajriba ishini o'tkazishda tadqiqot ob'ekti sifatida Belarusiya Respublikasida ishlab chiqarilgan ITM-11.60 markali nasoslarning ishchi xarakteristikalarini qurishga mo'ljallangan laboratoriya uskunasi olingan (tajribani o'tkazish vaqtida 1-va 2- nasos agregatlariga M1 va M2 deb nom beriladi).



1-rasm. Tajriba qurilmasining sxematik chizmasi

Tajribalar 8-10 talabadan ko'p bo'lmagan guruhlar bilan o'tkaziladi. Tajriba ishini bajarishdan avval, talabalar fanning mazkur ishga doir mavzuini o'zlashtiradilar va ishni bajarish tartibi bilan tanishadilar. Tajriba o'tkazishga ruxsat berishdan oldin, talabalardan har bir ish uchun berilgan sinov savollariga javob olinadi. Tajriba natijalari uslubiy ko'rsatmada keltirilgan jadvallarga tushiriladi, ular asosida grafiklar quriladi va natijalar tahlil qilinib, xulosalar yoziladi.

8.1. Sinov savollari

- 1) Gidromashinalar tavsifini bering?
- 2) Nasos deb nimaga aytiladi?
- 3) Nasoslarning ishlash jarayonini tushuntirib bering?
- 4) Nasoslar asosan qanday texnik parametrlar asosida tanlanadi?
- 5) Nasoslarning tasnifi?

8.2. Ishning maqsadi

Qurilmani o'rganish, markazdan qochma nasoslarning ishchi xarakteristikalarini va asosiy parametrlarini aniqlashdan iborat.

a. Tajribani o'tkazish tartibi

Tadqiqot ob'ekti M1 nasos (zarurat bo'lganda M2 nasos ham qo'llanishi mumkin) qurilmasi hisoblanadi.

Ishni bajaraish tartibi:

- I. Qurilma ishchi holatga keltiriladi;
- II. Qurilma elektr taminotiga ulanadi;
- III. M1 elektrodvigatellar yoqiladi;
- IV. B5 jumrakning har-xil yopilishiga qarab (jumrakning eng kamida 7 xil ochilish holati bo'yicha) quyidagilar yozib borilishi talab etiladi *.

b. O'lchov ishlari quyidagi tartibda olib boriladi:

1. M1 elektrodvigatelning kirish qismidagi quvvati N_1 (PW1-raqamli indikator qo'rsatgichidan) olinadi;
2. Nasosning so'rish quvuridagi bosimi P_{vl} (D_{iv} -raqamli indikatoridan) olinadi;
3. Nasosning napor quvuridagi bosimi P_n (D_i -raqamli indikatoridan) olinadi;
4. Suv sarfi Q (PA raqamli indikatoridan) olinadi.

O'lchangan qiymatlar 8.1-jadvalga kiritiladi.

* *tajriba o'tkazib bo'lingandan so'ng:*

- B5 va B1 jumraklar to'liq ochiq holda qoldiriladi;
- M1 elektrodvigatel o'chiriladi (Stop);
- Qurilma elektr ta'minotidan uziladi.

8.3. Tajriba natijalarining tahlili.

Nasosning (kirish qismidagi) quvvati

$$N_{n1} = \eta_{\vartheta} \cdot N_1, vt$$

bu yerda: η_e – *elektrodvigatelning FIK* ($\eta_e=0,82$).

* *eslatma B5 jumrak to'liq yopiq holati bir minutdan uzoq davom etishiga yo'l qo'yilmasin.*

Nasosning so'rish va napor quvuridagi tezliklar ϑ_s va ϑ_n quyidagi ifoda orqali topiladi:

$$\vartheta = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2}, m/s$$

bu yerda: *d-quvurning diametri* ($d_v=50mm, d_n=40mm$).

Nasosning to'la nabori quyidagicha aniqlanadi:

$$H = (z_H - z_B) + \left(\frac{P_H}{\gamma} + \frac{P_{B1}}{\gamma}\right) + \left(\frac{\vartheta_H^2}{2g} - \frac{\vartheta_{B1}^2}{2g}\right) *, m$$

bu yerda: z_H, z_B - *geometrik napor, (m)*

Hisoblash vaqtida taqqoslash tekisligini so'rish quvurining og'irlik markazidan o'tkazish talab etiladi. $z_H = 0,47m, z_B = 0$

Nasosning to'la p'ezometrik nabori aniqlanganda kirish va chiqish qisimlarida $\frac{P_H}{\gamma}$ va $\frac{P_{B1}}{\gamma}$ larning yig'indisi olinadi. p_{B1} - vakummetrik bosim, p_H - monometrik bosim. Yig'indini hisoblashda $\frac{P_{B1}}{\gamma}$ qiymati (+) ishora bilan olinadi (indikatorida uning qiymati (-) manfiy ishora bilan ko'rsatilsaham).

Nasosning foydali quvvati:

$$N_f = \gamma \cdot Q \cdot H, vt$$

Nasosning foydali ish koefitsenti (FIK):

$$\eta_H = \frac{N_f}{N_{H1}}$$

Nasosning so'rish balandligi:

$$H_v = \frac{P_{B1}}{\gamma}$$

Barcha hisoblar amalga oshirilib jadval to'ldirilgandan so'ng, quyidagi grafiklarni qurish talab qilinadi.

$$H = f(Q), N_{H1} = f(Q), \eta_H = f(Q)$$

**Bunda oqim turbulent deb qaraladi va Korriolis koefitsenti 1 ga teng deb qarash mumkin.*

8.1-jadval

| № | O'lchangan kattaliklar | | | | Hisoblangan qiymatlar | | | | | | | | | | |
|---|------------------------|-------------------|----------------|--------------------|-----------------------|-----------------|--------------------|-----------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------------|------------------------------|-------------|----------------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| | $N_1,$ Wt | $p_{B1},$ Pa | $p_h,$ Pa | $Q,$ $m^3/soat$ | $N_{h1},$ Vt | $Q,$ m^3/s | $g_{B1},$ m/s | $g_H,$ m/s | $\frac{g_{B1}^2}{2g},$ m | $\frac{g_H^2}{2g},$ m | $\frac{p_{B1}}{\gamma},$ m | $\frac{p_H}{\gamma},$ m | $H,$ m | $N_f,$ Vt | η_h |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | |

1.1-jadval

9-LABORATORIYA ISHI

NASOSLAR KETMA-KET ULANGANDA NASOS QURILMASINING XARAKTERISTIKASINI QURISH

9.1. Sinov savollari

- 1) Qanday holatlarda nasoslar ketma-ket ulanadi?
- 2) Nasoslar ketma-ket ulanganda umumiy napor xarakteristikasi qanday o'zgaradi?
- 3) Nasoslar ketma-ket ulanganda umumiy sarf xarakteristikasi va foydali ish koefitsenti qanday o'zgaradi?

9.2. Ishning maqsadi

Nasoslar ketma-ket ulanganda nasos qurilmasining xarakteristikalarini qurish metodikasini o'rganish. Nasoslar ketma-ket ulanganda nasos qurilmasining xarakteristikalarini tajribada aniqlashdan iborat.

9.3. Tajribani o'tkazish tartibi

Tadqiqot ob'ekti ketma-ket ulangan N1 va N2 nasoslardan iborat nasos qurilmasi hisoblanadi.

Qurilmani ishga tushirishdan oldin B1 jumrak (*ventil*) va B6 jumrakni yopib qo'yishi, B2 jumrak va B3, B4, B5 jumraklar esa ochiq holga keltirilishi kerak.

9.3.1. Ishni bajaraish tartibi:

- I. Qurilma elektr taminotiga ulanadi;
- II. M2 va M1 elektrodvigatellar yoqiladi;
- III. B5 jumrakning har-xil yopilishiga qarab (jumrakning eng kamida 7 xil ochilish holati bo'yicha) quyidagilar yozib borilishi talab etiladi:

9.3.2. O'lchov ishlari quyidagi tartibda olib boriladi:

1. M1 va M2 elektrodvigatellarning kirish qismlaridagi quvvatlari N1 va N2 (PW1 va PW2- raqamli indikatorlardan) olinadi;
2. H1 nasosning napor quvurdagi bosim P_n (D_i raqamli indikatoridan) olinadi;
3. H1 nasosning kirish qismidagi bosim P_{v1} (D_{iv} raqamli indikatoridan) olinadi;
4. H1 nasosning chiqishidagi bosim P_{v2} (D_v raqamli indikatoridan) olinadi;
5. Tizimdagi suv sarfi (PA raqamli indikatoridan) olinadi.

O'lchash natijasini quyidagi 9.1-jadvalga kiritiladi.

* *tajriba o'tkazib bo'lingandan so'ng:*

- B5 va B1 jumraklar to'liq ochiq holda qoldiriladi;
- M1 va M2 elektrodvigatel o'chiriladi (Stop);
- Qurilma elektr ta'minotidan uziladi.

* eslatma B5 jumrak to'liq yopiq holati bir minutdan uzoq davom etishiga yo'l qo'yilmasin.

9.4. Tajriba natijalarining tahlili.

Nasoslarning umumiy quvvati:

$$N_{n.s.} = \eta_{\Sigma} (N_1 + N_2) , vt$$

bu yerda: η_e – elektrodvigatelning FIK, ikkala elektrodvigatellar ham bir xil FIK ga yega deb hisoblaymiz ($\eta_e=0,82$).

Nasosning so'rish va napor quvuridagi oqimning o'rtacha tezliklari ($\mathcal{G}_s, \mathcal{G}_n$) quyidagi ifoda orqali topiladi:

$$\mathcal{G} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2} , m/s$$

bu yerda: d -quvurning diametri ($d_v=50mm, d_n=40mm$).

Qurilmaning to'la napor quyidagicha aniqlanadi:

$$H_s = (z_H - z_{B2}) + \left(\frac{P_H}{\gamma} + \frac{P_{B2}}{\gamma} \right) + \left(\frac{\mathcal{G}_H^2}{2g} - \frac{\mathcal{G}_{B2}^2}{2g} \right) , m$$

bu yerda: z_H, z_{B2} -geometrik napor, (m)

Hisoblash vaqtida taqqoslash tekisligini so'rish quvurining og'irlik markazidan o'tkazish talab etiladi. $z_H = 0,47m, z_{B2} = 0$

P'ezometrik napor $\frac{P_{B2}}{\gamma}$ ning qiymatini hisoblashda P_{B2} vakumetrik bosimning qiymati (+) ishora bilan olinadi (indikatorda uning qiymati (-) manfiy ishora bilan ko'rsatilsaham).

Nososlarning umumiy foydali quvvati:

$$N_f = \gamma \cdot Q \cdot H_c , vt$$

Nasoslarning foydali ish koefitsenti (FIK):

$$\eta_y = \frac{N_f}{N_{n.s.}}$$

Barcha hisoblar amalga oshirilib jadval to'ldirilgandan so'ng, quyidagi grafiklarni qurish talab qilinadi.

$$H_s = f(Q), N_{n.s.} = f(Q), \eta_y = f(Q)$$

9.1-jadval

| № | O'lchangan kattaliklar | | | | | | Hisoblangan qiymatlar | | | | | | | | | | |
|---|------------------------|----------------|-------------------|-------------------|----------------|--------------------|-----------------------|-----------------|--------------------|-----------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------|----------------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| | $N_1,$ Vt | $N_2,$ Vt | $P_{B1},$ Pa | $P_{B2},$ Pa | $P_h,$ Pa | $Q,$ $m^3/soat$ | $N_{h.c.},$ Vt | $Q,$ m^3/s | $g_{B2},$ m/s | $g_H,$ m/s | $\frac{g_{B2}^2}{2g},$ m | $\frac{g_H^2}{2g},$ m | $\frac{P_{B2}}{\gamma},$ m | $\frac{P_H}{\gamma},$ m | $H_s,$ m | $N_f,$ Vt | η_y |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

2.1-jadva

10-LABORATORIYA ISHI

NASOSLAR PARALLEL ULANGANDA NASOS QURILMASINING XARAKTERISTIKASINI QURISH

10.1. Sinov savollari

- 1) Qanday holatlarda nasoslar parallel ulanadi?
- 2) Nasoslar parallel ulanganda umumiy sarf xarakteristikasi qanday o'zgaradi?
- 3) Nasoslar parallel ulanganda umumiy napor xarakteristikasi va foydali ish koefitsenti qanday o'zgaradi?

10.2. Ishning maqsadi

Nasoslar parallel ulanganda nasos qurilmasining xarakteristikalarini qurish metodikasini o'rganish. Nasoslar parallel ulanganda nasos qurilmasining xarakteristikalarini tajribada aniqlashdan iborat.

10.3. Tajribani o'tkazish tartibi

Tadqiqot ob'ekti parallel ulangan N1 va N2 nasoslardan iborat nasos qurilmasi hisoblanadi.

Qurilmani ishga tushirishdan oldin B3 jumrakni yopib qo'yishi, B1, B2 jumrak va B4, B5 va B6 jumraklar esa ochiq holga keltirilishi kerak.

10.3.1. Ishni bajaraish tartibi:

- I. Qurilma elektr taminotiga ulanadi;
- II. M2 va M1 elektrodvigatellar yoqiladi;
- III. B5 jumrakning har-xil yopilishiga qarab (jumrakning eng kamida 7 xil ochilish holati bo'yicha) quyidagilar yozib borilishi talab etiladi.

10.3.2. O'lchov ishlari quyidagi tartibda olib boriladi:

1. M1 va M2 elektrodvigatellarning kirish qismlaridagi quvvatlari N1 va N2 (PW1 va PW2- raqamli indikatorlardan) olinadi;
2. H1 nasosning napor quvurdagi bosim P_n (D_i raqamli indikatoridan) olinadi;
3. H1 nasosning kirish qismidagi bosim P_{v1} (D_{iv} raqamli indikatoridan) olinadi;
4. H1 nasosning chiqishidagi bosim P_{v2} (D_v raqamli indikatoridan) olinadi;
5. Tizimdagi suv sarfi (PA raqamli indikatoridan) olinadi.

O'lchash natijasini quyidagi 10.1-jadvalga kiritiladi.

* *tajriba o'tkazib bo'lingandan so'ng:*

- B5 va B1 jumraklar to'liq ochiq holda qoldiriladi;
- M1 va M2 elektrodvigatel o'chiriladi (Stop);
- Qurilma elektr ta'minotidan uziladi.

* eslatma B5 jumrak to'liq yopiq holati bir minutdan uzoq davom etishiga yo'l qo'yilmasin.

10.4. Tajriba natijalarining tahlili.

Nasoslarning umumiy quvvati:

$$N_{n.s.} = \eta_{\Theta} (N_1 + N_2) , vt$$

bu yerda: η_e – elektrodvigatelning FIK, ikkala elektrodvigatellar ham bir xil FIK ga yega deb hisoblaymiz ($\eta_e=0,82$).

Nasosning so'rish va napor quvuridagi oqimning o'rtacha tezliklari ($\mathcal{G}_s, \mathcal{G}_n$) quyidagi ifoda orqali topiladi:

$$\mathcal{G} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2} , m/s$$

bu yerda: d -quvurning diametri ($d_v=50mm, d_n=40mm$).

Qurilmaning to'la nabori quyidagicha aniqlanadi:

$$H_s = (z_H - z_{B2}) + \left(\frac{P_H}{\gamma} + \frac{P_{B2}}{\gamma} \right) + \left(\frac{\mathcal{G}_H^2}{2g} - \frac{\mathcal{G}_{B2}^2}{2g} \right) , m$$

bu yerda: z_H, z_{B2} -geometrik napor, (m)

Hisoblash vaqtida taqqoslash tekisligini so'rish quvurining og'irlik markazidan o'tkazish talab etiladi. $z_H = 0,47m, z_{B2} = 0$

Резометрик napor $\frac{P_{B2}}{\gamma}$ ning qiymatini hisoblashda P_{B2} vakumetrik bosimning qiymati (+) ishora bilan olinadi (indikatorida uning qiymati (-) manfiy ishora bilan ko'rsatilsaham).

Nasoslarning umumiy foydali quvvati:

$$N_f = \gamma \cdot Q \cdot H_s , vt$$

Nasoslarning foydali ish koefitsenti (FIK):

$$\eta_y = \frac{N_f}{N_{n.s.}}$$

Barcha hisoblar amalga oshirilib jadval to'ldirilgandan so'ng, quyidagi grafiklarni qurish talab qilinadi.

$$H_s = f(Q), N_{n.s.} = f(Q), \eta_y = f(Q)$$

10.1-jadval

| № | O'Ichangan kattaliklar | | | | | | Hisoblangan qiymatlar | | | | | | | | | | |
|---|------------------------|----------------|-------------------|-------------------|----------------|--------------------|-----------------------|-----------------|--------------------|-----------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------|----------------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| | $N_1,$ Vt | $N_2,$ Vt | $p_{B1},$ Pa | $p_{B2},$ Pa | $p_h,$ Pa | $Q,$ $m^3/soat$ | $N_{h.c.},$ Vt | $Q,$ m^3/s | $g_{B2},$ m/s | $g_H,$ m/s | $\frac{g_{B2}^2}{2g},$ m | $\frac{g_H^2}{2g},$ m | $\frac{P_{B2}}{\gamma},$ m | $\frac{P_H}{\gamma},$ m | $H_s,$ m | $N_f,$ Vt | η_y |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

3.1-jadval

11- LABORATORIYA ISHI

OQIMCHALI NASOSLARNING ISH PRINSIPINI O'RGANISH

11.1. Sinov savollari.

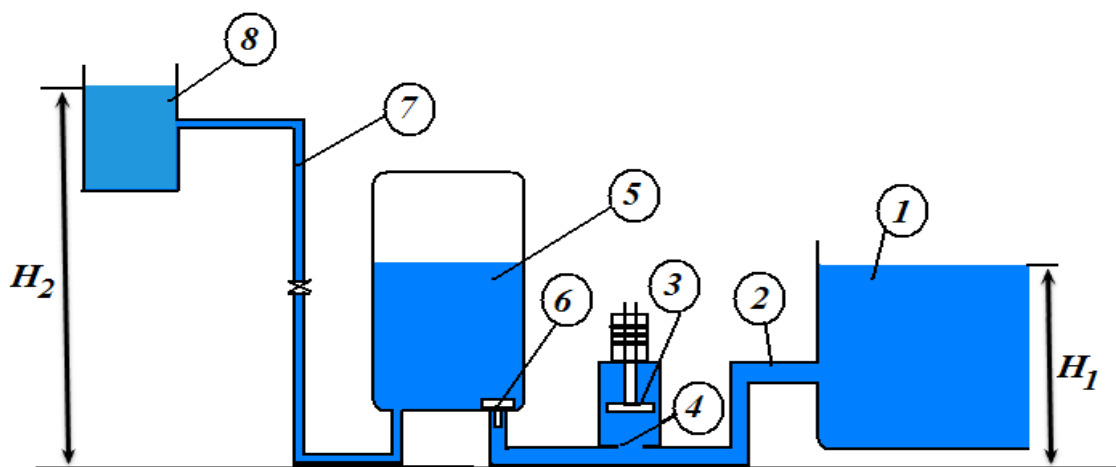
1. Struyali suv ko'targichlar haqida nimani bilasiz?
2. Oqim energiyasidan foydalanib suv uzatuvchi moslamalar haqida nimani bilasiz?
3. Sifonning qaysi nuqtasida vakuum maksimum qiymatga erishadi?
4. Sarf koeffitsienti nimani bildiradi?
5. Quvurning napor xarakteristikasi qanday quriladi?

11.2. Suv ko'targichlar

Ma'lumki , kerakli masofaga suvni ko'tarish uchun suv bosimini o'zgartirish kerak. Suv bosimini o'zgartirish uchun har xil moslamalar qo'llaniladi. Quyida oqim energiyasini o'zgartirib suv ko'tarish moslamalarini ko'rib chiqamiz.

11.3 Gidravlik taran

Texnikada ba'zi hollarda gidravlik zarbadan foydalanish ham mumkin. Masalan, gidravlik zarba energiyasidan suyuqliklarni yuqoriga ko'tarish uchun ham foydalaniladi. Shu maqsadda ishlatiladigan qurilma gidravlik taran deyiladi. Gidravlik taranning tuzulishi juda sodda bo'lib, uning asosiy qismlari havo qalpog'i va xabarchi klapandan iboratdir. (11.1 rasm).

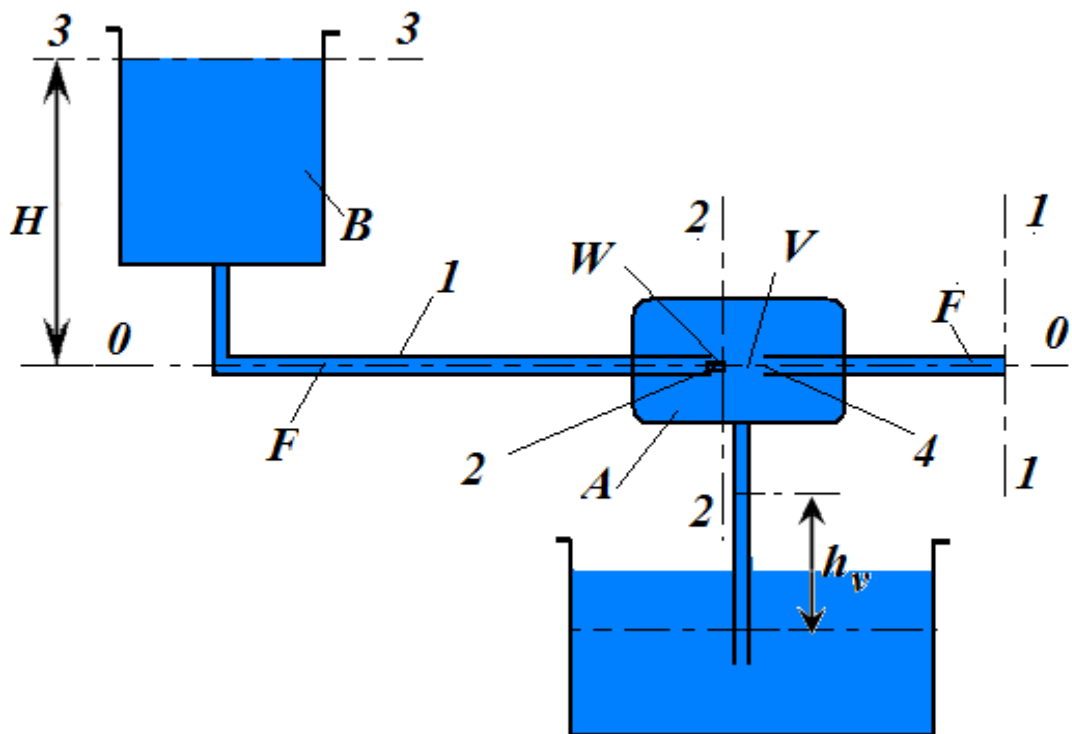


11.1-rasm. Gidravlik taranning umumiy ko'rinishi.

1-ta'minlovchi idish; 2-ta'minlovchi quvur; 3-ta'minlovchi quvurga o'rnatilgan klapan; 4- tirqish; 5- qabul qiluvchi bak; 6-bakka kirishdagi klapan; 7-haydash turubkasi; 8-ko'tarilgan suvni qabul qiluvchi bak; ta'minlovchi idish (1) dan truba (2) orqali oqayotgan suyuqlik klapan (3) orqali o'tayotgan bo'ladi. Hidrotaran ish siklining davri tezlanish davri deyiladi. Klapan (3) ga kirishda oqimning kesimi torayib boradi (tirqish 4) va Bernulli prinsipiga asosan suyuqlikning tezligi ortib, bosimi kamayib boradi. Natijada kesimning eng toraygan yerida bosim shunchalik kamayadiki, klapan (3) prujinaning qarshiligini engib, tirqish (4) ni yopib qo'yadi. Bu yopilish bir onda (sekundning kichik ulushlarida) bo'lgani uchun sistemada gidravlik zarba tarqaladi. Gidravlik zarba bosimi ta'sirida klapan (6) ochilib, havo qalpog'iga suyuqlik zarb bilan kiradi va undagi havoni siqadi. Shu bilan birga zarba kuchi suyuqlikning bir qismini haydash trubasi (7) orqali qabul qiluvchi idish (8) ga chiqarib beradi. Hidrotaran ish siklining bu davri haydash davri deyiladi. Zarba bosimi havo qalpog'ida so'nib va trubada ta'minlovchi idishdagi sath balandligi H_1 bilan ifodalanuvchi normal bosim tiklanadi yoki teskari zarba hosil bo'lib, trubada bosim kamayadi. Natijada klapan (3) ochilib, gidrotaranda sikl yana davom etishi uchun sharoit vujudga keladi.

11.4 Struyali suv ko'targich- nasos

Struyali suv ko'targichlarning ishlash prinsipi suyuqlikni so'rish va tortish uchun yordamchi suyuqlik oqimchasining energiyasidan foydalanishga asoslangan. Bu asboblarda vakuum ish suyuqligi oqimchasining torayishi hisobiga hosil bo'ladi. Struyali suv ko'targichlarning umumiy ko'rinishi 11.2-rasmda ko'rsatilgan. Truba (1) dan Q_1 sarfli ish suyuqligi P_1 bosim bilan kelsin. Bu suyuqlik soplo 2 ga kirganida torayish hisobiga tezligi v ga ortib, bosim P_2 ga kamayadi. Suyuqlik sopoldan chiqqanidan keyin o'z energiyasi bilan aralashtirish bo'limi (3) dan o'tib, soplo (4) ga kiradi, so'ngra sekin kengayuvchi diffuzor orqali haydash trubasi (6) ga o'tadi. Soplo (2) dan chiqib P_2 bosim bilan P_2 dan yuqori bo'lgan aralashtirish bo'limidan o'tgani uchun (2) va (4) soplolar o'rtasida ikkinchi suyuqlik so'riladi. Shunday qilib, ish suyuqligining aralashtirish kamerasidagi bosimi bilan ta'minlovchi idish sathidagi bosimlar farqiga mos ravishda so'rish trubasidan ikkinchi suyuqlikning sarfi Q_2 ga teng bo'lgan qismi aralashtirish bo'limiga ko'tarilib, so'rilgan suyuqlikning o'rnini egallaydi. Natijada haydash trubasiga sarfi Q_1 ga teng ish suyuqligi bilan, sarfi Q_2 ga teng so'rilayotgan suyuqliklar aralashmasi kiradi. Demak unda sarfi $Q_1 + Q_2$ ga teng bo'lgan aralashma harakat qiladi.



11.2-rasm. Struyali suv ko'targichning umumiy ko'rinishi.
1-uzatish quvuri; 2-4-sopla; 3-aralashtirish bo'limi.

11.5 Kam energiya sarflaydigan kichik naporli suv ko'targich

Mazkur suv ko'targich Gidravlika kafedrasida olimlari tomonidan taklif etilgan. Qurilmani ishlatish uchun 11.3-rasmda ko'rsatilgan sifon ishga tushiriladi va sifon quvurga ulangan naycha bakka ulangan bo'ladi. Bakning yuqori sathiga o'rnatilgan ikkinchi naycha asosiy suv ko'taruvchi quvur hisoblanadi. Ko'tarilgan suvdan foydalanish uchun sifon ishlash jarayonida bakka va sifon quvurga ulangan naycha kalit orqali boshqariladi. Natijada sifon quvur va naycha o'rnatilgan joyda vakuum hosil bo'lib bakning ichidagi havoni so'ra boshlaydi va havo o'rnini suv egallaydi. Qurilma huddi shunday tartibda suv ko'taradi. Qurilma davriy ishlash xususiyatiga ega. Qurilmani ishga tushurish uchun, 11.2-rasmda ko'rsatilgan qurilma germetik mahkamlanganligi tekshirib ko'riladi. Tajribani quyidagi tartibda bajaramiz: bakka suv to'ldiriladi va uning chiqish qismida o'rnatilgan kalit asta sekin ochiladi. Natijada idishdagi suv o'z og'irligi bilan pastga harakatlana boshlaydi. Bu jarayon davomida A bakning yuqori qismida bosimning o'zgarishi, ya'ni vakuum hosil bo'ladi. Bizga ma'lumki, atmosfera bosimi ostidagi suyuqlik bosimi kam bo'lgan muhitga qarab harakatlana boshlaydi (11.2.-rasm). Ma'lum vaqt o'tgandan keyin A bakdagi suv sathi pasayadi va so'ngra sathi o'zgarmasdan ushbu jarayon davom etadi. Suv olish baki-V

bak A bakning yuqori qismiga o'rnatilgan. Natijada V bakning ichidagi havoni A bak so'rib olib V bakga suv to'la boshlaydi. Qurilmaning gidravlik hisobi quyidagi tartibda amalga oshiriladi: Berilgan sxema (11.1-rasm) uchun Bernulli tenglamasini 1-1 va 2-2 kesimlar uchun yozamiz:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha v_2^2}{2g} + h_f$$

Bu yerda: $z_1 = H$

$$z_2 = H$$

$$p_1 = p_{at}$$

$$p_2 = p_{at}$$

$$v_1 = 0$$

$$v_2 = 0$$

Aniqlangan hadlarni tenglamaga qo'ysak quyidagi natijaga erishamiz:

$$h_f = h_f$$

Bu yerda: h_f birinchi va ikkinchi kesimlar orasidagi yo'qotilgan napor.

$\sum h_m, \sum h_l$ – mahalliy va uzunlikda yo'qotilgan napor bo'lib, bizning hisobimizda quvurning uzunligi kichik bo'lgani uchun uzunlikda yo'qotilgan naporni hisobga olmaymiz, ya'ni

$$h_f = \sum h_m \text{ bo'lsa,}$$

Suv sarfini quyidagi formula orqali aniqlashimiz mumkin

$$Q = \mu \omega \sqrt{2gH}$$

Bu yerda: μ - sarf koeffitsienti bo'lib, quyidagicha aniqlaymiz.

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{\xi_{sis}}}$$

ξ_{sis} – sistemaning qarshilik koeffitsienti, ya'ni:

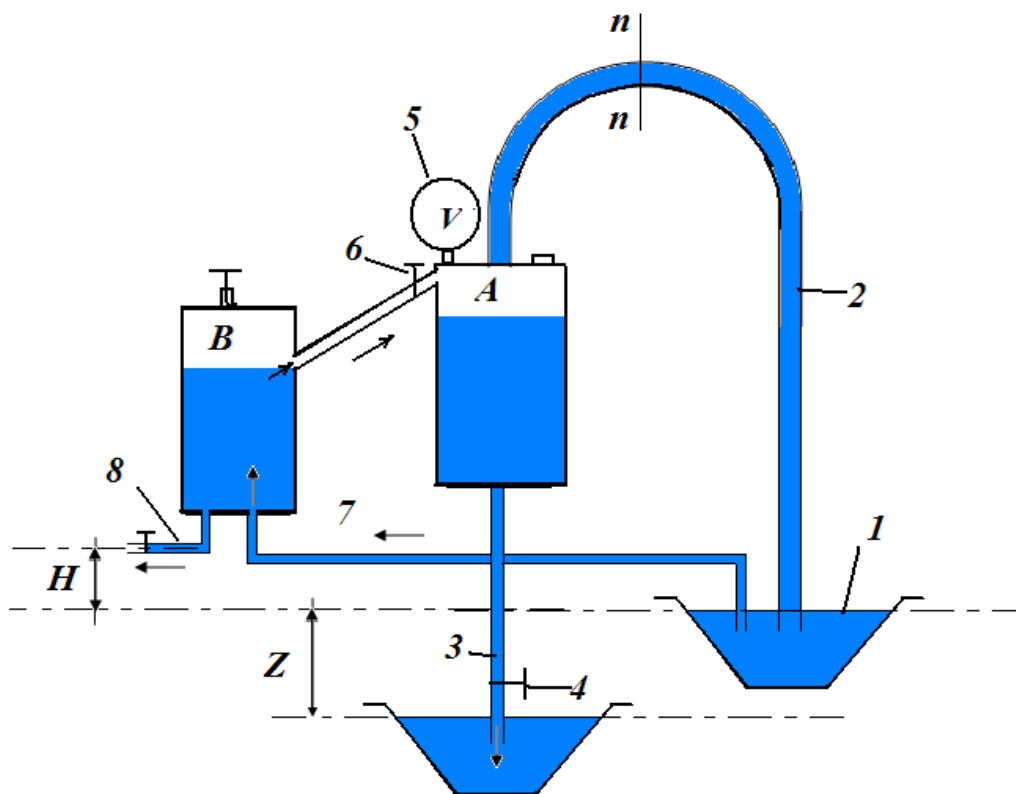
$$\xi_{sis} = \xi_{kir} + 2\xi_{bur}^{90} + \xi_{chiq}$$

$\xi_{kir}, \xi_{bur}^{90}, \xi_{chiq}$ -mahalliy qarshilik koeffitsientlari (kirish, burilish, chiqish) bo‘lib, ularning qiymati maxsus adabiyotlardan olinadi va quyidagiga teng:

$$\xi_{kir} = 0,5 \quad \xi_{bur}^{90} = 0,15 \quad \xi_{chiq} = 1,0$$

Biz suv sarfini laboratoriya sharoitida hajmiy usulda aniqlab olamiz $\left(Q = \frac{W}{t}\right)$ va quvurning diametri ma'lum bo'lsa quvurdagi suv tezligini quyidagicha aniqlaymiz:

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



11.3-rasm. Qurilmaning umumiy sxemasi.

- 1-suv manbai; 2-so‘rish quvuri; 3-uzatish quvuri; 4-so‘rish quvuriga o‘rnatilgan kalit;
5-A idishga o‘rnatilgan vakuummetr; 6-A va B baklarni tutashturuvchi quvur; 7- B
bakga suv ko‘tarish quvuri; 8-B bakdagi uzatish quvuri.

11.6. Ishning maqsadi va bajarilishi kerak bo'lgan vazifalar

Ishdan maqsad laboratoriya sharoitida suv ko'targichning ish rejimini tekshirish. Suv ko'targichning napor xarakteristikasini qurish.

Buni amalga oshirish uchun quyidagi vazifalarni bajarish kerak:

1. Sifon quvur yordamida suv ko'tarish jarayoni kuzatiladi.
2. Sifon quvur orqali suv uzatish moslamasi o'rganiladi.
3. Suv ko'targichning suv ko'tarish qobiliyatini aniqlash.
4. Sifon quvurning sarf harakteristikasini qurish.
5. Suv ko'targich sarf harakteristikasini qurish.
6. Qurilmaning qarshilik koeffisientini aniqlash.

11.7. Tajribani o'tkazish va olingan natijalarni tekshirish.

Tajribani bajarish uchun 11.3.-rasmida ko'rsatilgan qurilma germetik mahkamlanganligini tekshirib tajribani quyidagi tartibda bajaramiz. Bakka suv to'ldiriladi va uning chiqish qismida o'rnatilgan kalit asta-sekin ochiladi. Natijada idishdagi suv o'z og'irligi bilan pastga harakatlana boshlaydi. Bu jarayon davomida A bakning yuqori qismida bosimning o'zgarishi, ya'ni vakuum hosil bo'ladi. Bizga ma'lumki atmosfera bosimi ostidagi suyuqlik bosimi kam bo'lgan muhitga qarab harakatlana boshlaydi (11.3.rasm). Ma'lum vaqt o'tgandan keyin A bakdagi suv sathi o'zgarimasdan ushbu jarayon davom etadi. Biz bu jarayon davomida qo'shimcha V bakni A bakning yuqori qismiga o'rnatamiz. Natijada V bakning ichidagi havoni A bak so'rib olib V bakning ichidagi havoni A bak so'rib olib V bakga suv ko'tarila boshlaydi.

Tajriba quyidagi tartibda bajariladi.:

1. 3.1.3-rasmida ko'rsatilgan 4-jo'mrak ochilib qurilma ishga tushuriladi.
2. A-idishdagi suv sathi pasayib vakuum hosil bo'ladi. Suv ko'targichning (J-2) jumragi asta ochilib idishga suv ko'tarilish jarayoni kuzatiladi.
3. Sifon moslamasi va suv ko'targichning suv sarflarini hajmiy usulda aniqlanadi.
4. Olingan natijalar jadvalga yoziladi.

O'lchangan qiymatlar asosida hisoblash ishlari

1. Laboratoriya sharoitida suv sarfi hajmiy usulda aniqlanadi.

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

Bu yerda: W-suyuqlik hajmi, sm³, t-vaqt, sek

2. Quvurning geometrik parametrlari aniqlanadi.

3. Nazariy suv sarfi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$Q = \mu \omega \sqrt{2gH}$$

Bu yerda: μ – sarf koeffitsienti bo'lib, quyidagicha aniqlaymiz.

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{\xi_{chiq}}}$$

ξ_{sis} – sistemaning qarshilik koeffitsienti.

4. Suv ko'targichning napor va bosim xarakteristikasi quriladi.

| № | O'lchangan qiymatlar | | | | | | Hisoblangan qiymatlar | | | | | | |
|---|------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|---|---|--|--|
| | H ₁ (sm) | H ₂ (sm) | d ₁ (mm) | d ₂ (mm) | t ₁ (sek) | t ₂ (sek) | ϑ_1 sm/ s | ϑ_2 sm/ s | ξ_{sis} | W ₁ (sm ³) | W ₂ (sm ³) | Q ₁ (sm ³ /s) | Q ₂ (sm ³ /s) |
| 1 | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | |

Sifon quvur va suv ko'targichning ishchi xarakteristikasi $Q_1 = f(H_1)$ va $Q_2 = f(H_2)$ grafigi quyidagi ma'lumotlar asosida quriladi. (11.1-jadval)

| № | H ₁ (sm) | H ₂ (sm) | Q ₁ (sm ³ /sek) | Q ₂ (sm ³ /sek) |
|---|------------------------|------------------------|--|--|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |

12- LABORATORIYA ISHI

VENTURI SUV O'LCHAGICHINING ISH REJIMINI O'RGANISH

12.1. Sinov savollari

1. Suv o'lchash qurilmalari haqida ma'lumot bering ?
2. Venturi suv o'lchagichning ishlash prinsipini tushuntiring ?
3. Suv o'lchashning qanday usullarini bilasiz ?
4. Suv o'lchash qurilmasida nega "naycha"dan foydalaniladi ?
5. Sarf koeffitsienti deb nimaga aytiladi ?

12.2. Venturi suv o'lchagichi

Suv sarfini o'lchashning gidrometrik, gidravlik-gidrometrik, fizik va h.k, usullari mavjud.

Venturi suv o'lchagichi yordamida suv o'lchash –gidravlik suv o'lchash usuliga kiradi. Naporli quvurlarda gidravlik suv o'lchashni amalga oshirish uchun har xil o'zgaruvchan kesimli moslamalar (diafragma, diffuzor, konfuzor ko'rinishidagi naychalar, Venturi naychalari va h.k.) dan foydalanadilar. Venturi suv o'lchagichi ikkita konussimon quvurlardan iborat (12.1-rasm).

Venturi naychasida suv o'lchashning nazariy asosi quyidagicha:

Naychanning pezometrlar ulangan qismlarini kesimlar sifatida (1-1, 2-2) tanlab olib, bu kesimlar uchun Bernulli tenglamasini yozamiz:(12.1-rasmga qarang)

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 g_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 g_2^2}{2g} + h_f \quad (12.1)$$

Taqqoslash tekisligini truba o'qidan o'tkazamiz, u holda $z_1=z_2=0$ bo'ladi. U holda kesimlar orasida yo'qolgan energiya h_f quyidagicha topiladi (oqim harakatini turbulent deb qarab, $\alpha_1 = \alpha_2 = 1$ deb olamiz):

$$h_f = \frac{p_1}{\gamma} - \frac{p_2}{\gamma} + \frac{g_1^2}{2g} - \frac{g_2^2}{2g} \quad (12.2)$$

$h = \frac{p_1}{\gamma} - \frac{p_2}{\gamma}$ ligidan, hamda uzluksizlik tenglamasidan

$\omega_1 \cdot g_1 = \omega_2 \cdot g_2$ bu yerdan

$$g_1 = \frac{\omega_1}{\omega_2} g_2$$

1-1 va 2-2 kesimlar orasida yo‘qolgan energiya:

$$h_f = \xi \frac{g_1^2}{2g};$$

U holda yuqoridagi tenglama quyidagi ko‘rinishga keladi:

$$\xi \frac{g_1^2}{2g} = h + \frac{g_1^2}{2g} - \left(\frac{\omega_1}{\omega_2} \right)^2 \cdot \frac{g_1^2}{2g}$$

Bu yerdan:

$$h = \left(\xi + \left(\frac{\omega_1}{\omega_2} \right)^2 - 1 \right) \cdot \frac{g_1^2}{2g}$$

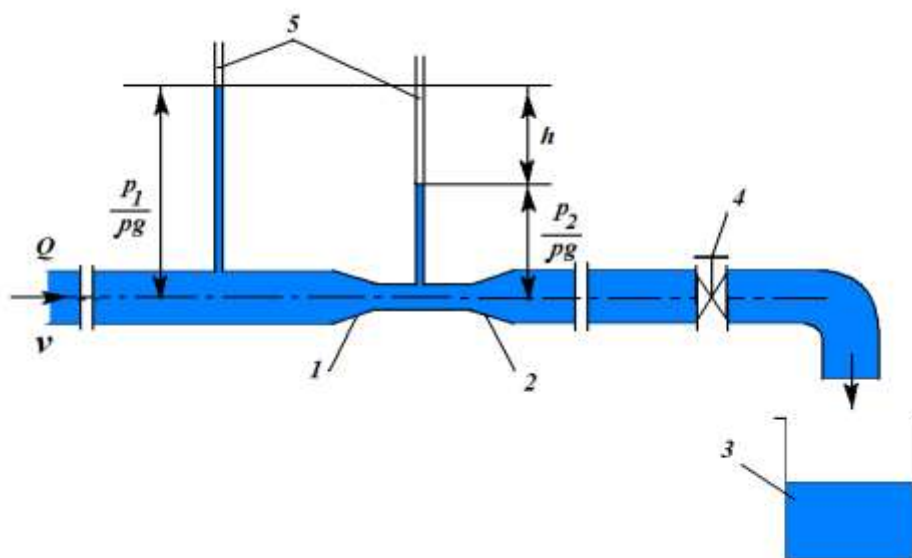
$$g_1 = a\sqrt{2gh}; \quad a = \left(\xi + \left(\frac{\omega_1}{\omega_2} \right)^2 - 1 \right)$$

Venturi naychasidan o‘tayotgan sarfni quyidagi formula orqali aniqlaymiz.

$$Q = a\omega_1\sqrt{2gh} = A\sqrt{h} \quad (12.3)$$

Bu yerda: A- suv o‘lchagich sarf koeffitsienti:

Oxirgi (12.3) ifodadan xulosa shundan iboratki, h-qiymatini topib, sarf miqdorini aniqlash mumkin.



12.1- rasm. Venturi suv o‘lchash qurilmasining sxemasi.

1-konfuzor (bir maromda torayib boruvchi quvur); 2- diffuzor (bir maromda kengayib boruvchi quvur); 3-o‘lchov idishi; 4-kalit; 5-pezometrlar.

12.3. Ishning maqsadi va bajarilishi kerak bo'lgan vazifalar

Ishning maqsadi: Venturi suv o'lchagichining ish rejimini o'rganish. Naychanning sarf koeffitsientini aniqlash va $Q = f(h)$ grafigini qurish.

Buni amalga oshirish uchun quyidagilarni amalga oshirish kerak:

1. Tajribada pezometrlar sathini aniqlash.
1. P'ezometrlar sathining har xil qiymatida hajmiy usulda sarf miqdorini aniqlash.
2. Venturi suv o'lchagichining koeffitsientini aniqlash.
3. Sarf koeffitsientini aniqlash.
4. Olingan natijalar asosida $Q = f(h)$ grafigini qurish.
5. Naychanning pezometrlar ulangan qismidagi geometrik parametrlarni aniqlash.

12.4. Tajribani bajarish va natijalarni tekshirish

1. Jumrak (1) ochilib, pezometrlar (2) qiymati jadvalga yoziladi.

2. Quvurdan o'tayotgan suv sarfini hajmiy usulda aniqlash uchun, ma'lum vaqtda o'lchov idishga suv olinadi va quyidagi formula yordamida suv sarfi aniqlanadi:

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

bu yerda: V - suv hajmi; t - vaqt

12.5. O'lchangan qiymatlar asosida quyidagi tartibda hisob ishlari bajariladi.

1. Venturi naychasining p'ezometrlar ulangan qismining geometrik o'lchamlari aniqlanadi.

2. Venturi naychasining koeffitsienti aniqlanadi:

$$a = \left(1 - \xi + \left(\frac{\omega_1}{\omega_2} \right)^2 + \xi \right)$$

3. Venturi naychasidan o'tayotgan hisobiy suv sarfi aniqlanadi:

$$Q_x = \mu_x \cdot \omega_1 \cdot \sqrt{2gh} :$$

4. Venturi naychasining hisobiy sarf koeffitsienti aniqlanadi:

$$\mu_x = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{\omega_1}{\omega_2}\right)^2 + \xi}}$$

O'lchov natijalari

| № | O'lchov idishidagi suvning hajmi V, sm^3 | O'lchov idishining to'lish davomiyligi t, sek | Pezometrlar ko'rsatgichi | |
|---|---|--|-----------------------------|--------------------------|
| | | | $1 - \frac{p_1}{\rho g}$ | $2 - \frac{p_2}{\rho g}$ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |

Hisoblash natijalari quyidagi jadvalga kiritiladi

| № | Kattaliklar nomi | Tajribalar soni | | | | | |
|---|---|-----------------|---|---|---|---|---|
| | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | 2 | | | | | | |
| 1 | Naporli (damli) tizimning ko'ndalang kesim yuzasi $\omega_1 = \frac{\pi d_1^2}{4}, \text{sm}$ | | | | | | |
| 2 | Suv o'lchagichning toraygan qismining ko'ndalang kesim yuzasi $\omega_2 = \frac{\pi d_2^2}{4}, \text{sm}$ | | | | | | |
| 3 | Pezometrlar ko'rsatishining farqi $h = \frac{p_1}{\gamma} - \frac{p_2}{\gamma}$ | | | | | | |
| 4 | O'lchangan (haqiqiy) suv sarfi $Q_x = \frac{V}{t}, \text{sm}^3 / \text{s}$ | | | | | | |

| | | | | | | | |
|---|---|--|--|--|--|--|--|
| 5 | Suv o'lhagich doimiysi $A = \omega_1 \sqrt{\frac{2g}{\left(\frac{\omega_1}{\omega_2}\right)^2 - 1}} = \omega_1 \cdot \omega_2 \sqrt{\frac{2g}{\omega_1^2 - \omega_2^2}}$ | | | | | | |
| 6 | Nazariy suv sarfi (yo'qolishlar hisobga olinmagan) $Q_H = A\sqrt{h}, \text{ sm}^3 / \text{s}$ | | | | | | |
| 7 | Suv o'lhagichning sarf koeffitsienti $\mu = \frac{Q_D}{Q_H}$ | | | | | | |
| 8 | Nazariy suv sarfi (yo'qolishlar hisobga olinmagan) $Q_H = A\sqrt{h}, \text{ sm}^3 / \text{s}$ | | | | | | |
| 9 | Suv o'lhagichning sarf koeffitsienti $\mu = \frac{Q_D}{Q_H}$ | | | | | | |

13- LABORATORIYA ISHI

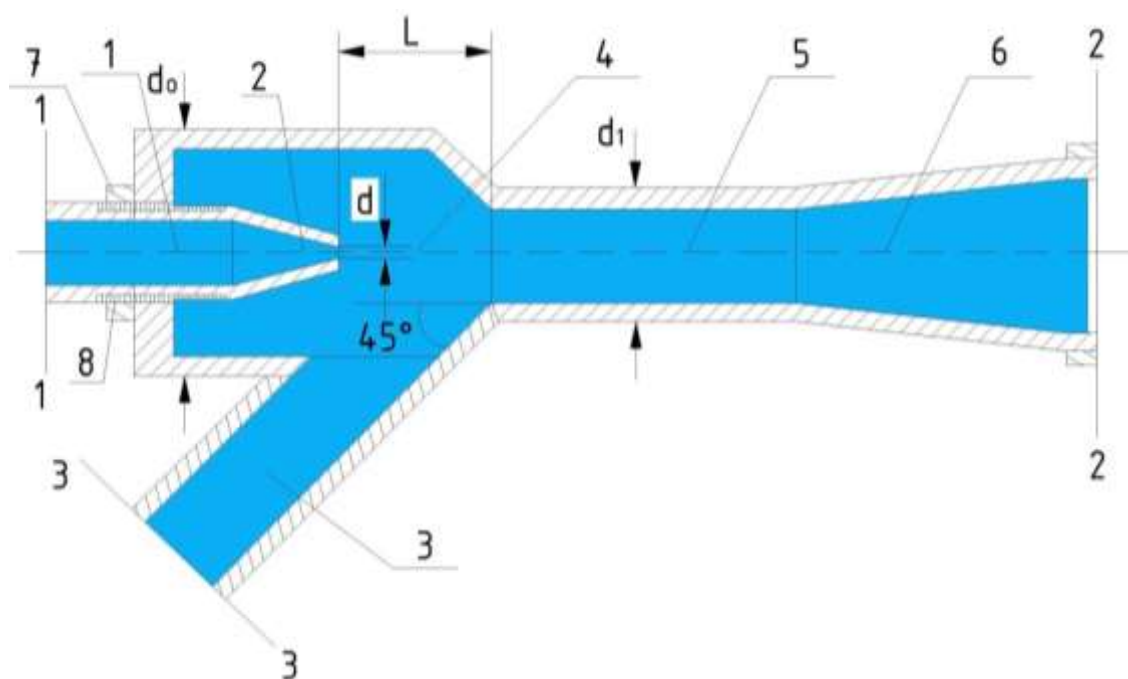
STRUYALI SUV KO'TARGICH QURILMASINING ISH REJIMINI O'RGANISH

Umumiy ma'lumotlar

Suv ko'targichning parametrlarini asoslashda laboratoriya tadqiqotlari natijalari keltirilgan. Struyali suv ko'targichlarning parametrlarini aniqlashda qurilmada oqim harakati qonuniyatlari, jumladan harakat miqdorini o'zgarishi hamda oqim kinetik energiyasini o'zgarishi haqidagi qonuniyatlardan foydalangan holda, bu yo'nalishdagi qator olimlarning ishlanmalariga asoslanib, quyidagi hisobiy parametrlarni aniqlash metodlaridan foydalanildi.

13.1 Tajriba qurilmasi.

Keltirilgan struyali suv ko'targichning sxemasi uchun ishchi napor - suv ko'targich moslamani ishga tushiruvchi manba, ishchi kameraning kirish (1-1) va chiqish (2-2) qismidagi naporlar farqi asosida aniqlanadi (13.1-rasm). (Struyali suv ko'targich qurilmasi "TIQXMMI" MTU, "Gidravlika va gidroinformatika" hamda "Irrigatsiya va melioratsiya" kafedrasida hodimlari tomonidan ishlab chiqilgan "PATENT № FAP 01137")



13.1- rasm. Struyali suv ko'targich qurilmasining sxemasi.

*1-ishchi suyuqlik quvuri; 2-aktiv naycha (soplo); 3-suv keltiruvchi quvur;
4-qabul kamerasi; 5-oqimlarning aralashish kamerasi; 6- diffuzor; 7-gayka; 8-ulanish qismi*

$$H_p = \frac{p_1}{\gamma} + \frac{g_1^2}{2g} - \frac{p_2}{\gamma} - \frac{g_2^2}{2g}, \quad (13.1)$$

bu yerda: $\frac{p_1}{\gamma}, \frac{p_2}{\gamma}$ - mos ravishda 1-1 va 2-2 kesimlardagi bosim balandliklari;

$\frac{g_1^2}{2g}, \frac{g_2^2}{2g}$ - mos ravishda 1-1 va 2-2 kesimlardagi tezlik naporlari.

Suv ko'targich moslamasida hosil qilinadigan napor:

$$H_k = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{g_2^2}{2g} - \frac{p_3}{\gamma} - \frac{g_3^2}{2g} \quad (13.2)$$

Ishchi oqim sarfi:

$$Q_1 = g_1 \cdot \omega_1 = g_1 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d_1^2 \quad (13.3)$$

bu yerda: d_1 - soploning chiqish qismining diametri;

Uzatilayotgan suv sarfi:

$$Q_3 = g_3 \cdot \omega_3 = g_3 \cdot \frac{\pi(d_0^2 - d_1^2)}{2}, \quad (13.4)$$

bu yerda: d_0 - oqimlarni aralashish kamerasing diametri;

Bu turdagi suv ko'targichlarda gidravlik qarshiliklar hisobiga energiya yo'qolishlari ko'p bo'ladi.

Napor yo'qolishlari oqimlarning qo'shilish jarayonlarida, suv ko'targich ishchi qismining devorlarida ishqalanish hisobiga hamda oqim kinetik energiyasini kamaytirish natijasida (diffuzorda) yuzaga keladi.

Modellashtirish talablari asosida jarayonni o'rganishda asosiy parametrlarni o'lchov birliklarsiz shaklida yozamiz. Yuqorida keltirilgan

(1, 2, 3,4) tenglamalar sistemasini birgalikda yechib tahlil uchun qulay bo'lgan ifodalarni olamiz. Bu parametrlar.

Nisbiy napor:
$$H = \frac{H_k}{H_k + H_p} \quad 13.(5)$$

Nisbiy sarf (injeksiya koeffitsienti):
$$q = \frac{Q_3}{Q_1} \quad (13.6)$$

Yuqorida keltirilgan parametrlarning optimal qiymatlarini aniqlashda laboratoriya sharoitida izlanishlar olib borishni taqozo etadi.

Struyali suv ko'targichning ish unumdorligi oqimning kameralardagi harakati bilan bog'liq. Soplodan chiqayotgan oqimning uchish uzunligi (L) asosida struyali suv ko'targichning konstruktiv parametrlari aniqlanadi. Oqimning uchish uzunligi injeksiya koeffitsienti bilan bog'liq. Demak, injeksiya jarayoni o'zgarishi bilan struyali suv ko'targichning konstruksiyasini o'zgartirish kerak bo'ladi. Buni amalga oshirish uchun struyali suv ko'targichning qabul qilish kamerasiga maxsus gayka o'rnatilgan va soploni kamera bilan bog'lovchi rezba ochilgan.

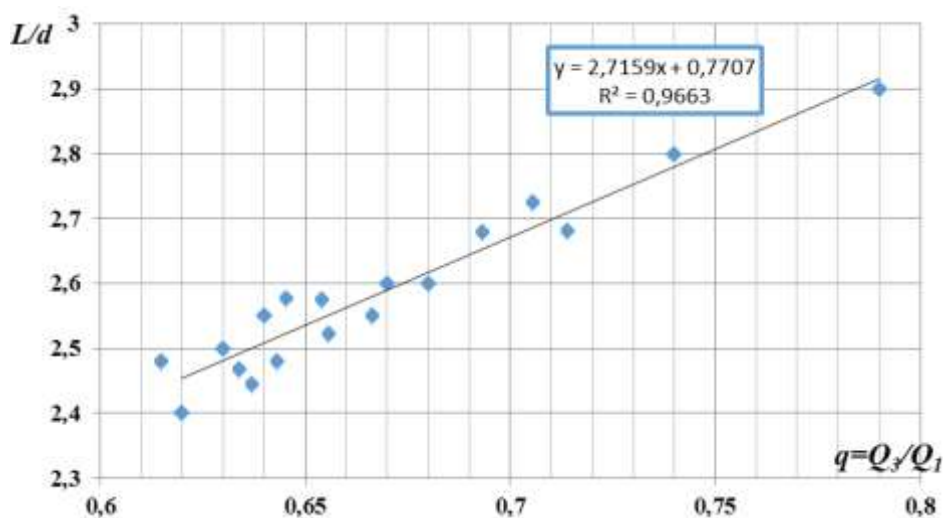
13.2 Tajriba ma'lumotlarni qayta ishlash va ularni tahlil qilish

Tajribalar suv ko'taruvchi moslamaning optimal parametrlarini aniqlashga qaratilgan bo'lib, aktiv naycha va aralastiruvchi kamera orasidagi masofa (L) ni har xil qiymatlari uchun suv ko'targichning gidravlik parametrlarini aniqlash bo'yicha o'lchov ishlari olib boriladi. Tajribalarda uzatilayotgan suv sarfini eng yuqori qiymatiga erishish holatlari o'rganiladi.

Tajribalarda injeksiya koeffitsientining naporga bog'liq ravishda o'zgarib, ma'lum qiymatlarda injeksiya koeffitsienti eng yuqori miqdorlarga yaqinlashadi. Optimal rejimda ishlash parametri tajriba natijalari bo'yicha injeksiya koeffitsientining 0,64-0,78 oralig'idagi qiymatlariga to'g'ri kelmoqda.

Laboratoriya tadqiqotlari natijalarining statistik tahlili asosida (korrelyatsiya koeffitsienti $r=0,95$) taklif etilgan struyali suv ko'targichning optimal parametrlari aniqlandi (13.2-rasm). Olib borilgan izlanishlar asosida olingan ma'lumotlar bo'yicha oqimning uchish uzunligini aniqlash uchun yangi bog'lanish olindi:

$$L/d = 2,71 \cdot q + 0,78 \quad (13.7)$$



13.2-rasm. Struyaning uzunligini injeksiya koeffitsientiga bog'lik grafigi

14- LABORATORIYA ISHI

SIFON QURILMASINING ISH REJIMINI O'RGANISH

14.1. Umumiy malumotlar

Yuqorida bayon etilganidek bu suv ko'targichlardan foydalanish uchun tashqaridan energiya manbalaridan foydalanish lozim bo'ladi. Taklif etilayotgan sifonli suv ko'targichda, suv ko'tarish jarayoni oqimning energiyasidan foydalangan holda amalga oshiriladi. Mazkur suv ko'targich mohiyati oqimning vakuum hosil qilish qobiliyatidan foydalanib amalga oshirilishi asoslangan.

Qurilmaning o'ziga xos tomoni shundan iboratki, suv ko'tarish uchun tashqaridan alohida energiya manbaiga zarurat qolmaydi.

Ma'lumki suvning balandlikga ko'tarilishi bosim o'zgarishi bilan bog'liq. Qurilmada sifon quvur ishga tushirilganda uning pasayib boruvchi tarmog'ida suv bosimining doimiy ravishda past bo'lishi havo so'rish quvuri ulangan joyda hamda suv yig'iladigan idish ichida havoning so'rilishi vakuum hosil bo'lishiga sabab bo'ladi va natijada suvning suv manбайдan suv yig'iladigan idishga so'rilishi, ya'ni suvning idishga ko'tarilishi ta'minlanadi.

Sifonli suv ko'targichning ish rejimini va hisoblash usulini ishlab chiqishda gidromexanikaning qonuniyatlari, jumladan energiyaning saqlanish qonunidan foydalandik. Umumiy ko'rinishda dV hajmdagi suyuqlik uchun energiyaning saqlanish qonunini quyidagi tenglama orqali ifodalash mumkin:

$$dE = \int_{\omega} \bar{P}_n d\omega dl + \int_V \bar{F} \rho dV dl + \int_V \rho g dV dt \quad (14.1)$$

bu yerda: dE -suyuqlik energiyasining o'zgarishi;

$\int_{\omega} \bar{P}_n d\omega dl$ - yuza kuchlarining umumiy bajargan ishi; $\int_V \bar{F} \rho dV dl$ - massa kuchlarining umumiy bajargan ishi; $\int_V \rho g dV dt$ - energiyaning ichki kuchlar ta'sirida kamayishi;

dl -suyuqlikning siljish masofasi.

Bir o'lchamli barqaror harakat uchun massa kuchlaridan faqat og'irlik kuchini, yuza kuchlaridan bosim va ishqalanish kuchlarini inobatga olib tenglamadan sifonli suv ko'targichning parametrlarini aniqlaymiz.

Ma'lum matematik o'zgartirishlardan so'ng, sifonli suv ko'targich orqali uzatilayotgan sarfni aniqlashga quyidagi hisoblash ifodasi olindi:

$$Q = \omega \cdot \frac{1}{\sqrt{\xi_c}} \sqrt{2g \left(\frac{P_3}{\gamma} - H \right)} \quad (14.2)$$

bunda: H -suvni ko'tarilish balandligi; $\frac{P_3}{\gamma}$ - idishdagi bosim balandligi; ξ_c - sistemaning qarshilik koeffitsienti.

Sifonli suv ko'targichlar orqali suv uzatishda, suv ko'tarish balandligini suv sarfiga bog'liqligini hisoblash formulasi taklif etildi:

$$H = 0,523Q^{-0,22} \quad (14.3)$$

Xozirgi vaqtda, asosan xo'jalik ichki sug'orish tarmoqlari nov va quvurlar bilan jixozlanmoqda. Bu holatda suv isrofgarchiligi 96-98% gacha kamayibgina qolmasdan, bu tizimlarda hosil qilinadigan bosimdan qishloq xo'jaligi ekinlarini sug'orishda foydalanish mumkin.

Hozirgi mahalliy va xorijdan keltirilgan suv o'lchash qurilmalardan sug'orma dehqonchilikda foydalanishda ma'lum qiyinchiliklar mavjud. Bularning sababi suv o'lchash aniqligining pastligi suv o'lchash joylari elektr bilan ta'minlanmaganligi, moslamalarning qimmatligi va foydalanishda murakkabligidir.

Suv xo'jaligida o'tkazilayotgan islohotlar zamirida suv resurslaridan maqsadli va oqilona foydalanishni tashkil etishda birinchi navbatda SIU va fermer xo'jaliklari hududida gidromeliorativ tarmoqlarda suvni boshqarish, taqsimlash va hisobga olish moslamalari bilan jihozlanishi kerak bo'lsa, ikkinchi navbatda o'lchov-ko'zatuv ishlarini tashkil etishda zamonaviy moslamalarini ishlatish bo'yicha aniq tavsiyalar lozimligi nuqtai nazaridan tadqiqotlar olib borildi. Hozirda suv o'lchash moslamalariga qator talablar quyilmoqda, jumladan har xil suv uzatish sharoitlarda ishonchli va yuqori aniqlikda suv o'lchash moslamalariga tashqi ta'sirlarsiz foydalanish, tezkor suv o'lchash imkoniyatiga ega va doimiy nazorat qilish mumkinligi talab qilinmoqda.

14.2. Sifonning gidravlik hisobi quyidagi formula bo'yicha amalga oshiriladi:

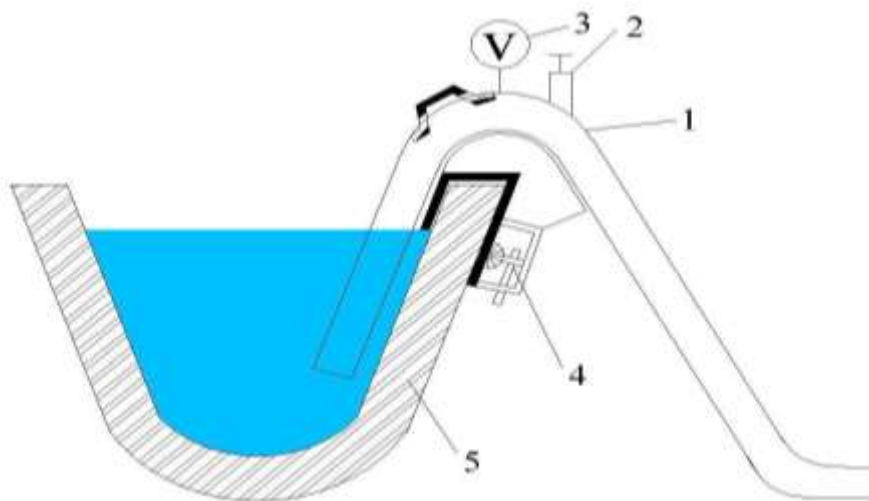
$$Q = \mu \cdot \omega \cdot \sqrt{2gh};$$

Bu yerda: μ – sifonning sarf koeffitsienti:

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{\xi_{sis}}};$$

ξ_{sis} - sifon quvurining umumiy qarshilik koeffitsienti.

Laboratoriyada ishlab chiqarishda foydalanilayotgan nov ariqlarda o'tkazilgan tadqiqotlarda, sifon quvurlarning optimal parametrlarini aniqlash bo'yicha o'tkazilgan tajribalar asosida sifon quvurning yangi konstruksiyasi yaratildi (14.1-rasm) va hisoblash metodi takomillashtirildi. Olingan natijalar taklif etilayotgan qurilma orqali suvni ma'lum balandlikka ko'tarish imkoniyatiga ega ekanligi asoslandi. (Sifonli suv ko'targichqurilmasi "TIQXMMI" MTU, "Gidravlika va gidroinformatika" hamda "Irrigatsiya va melioratsiya" kafedrası hodimlari tomonidan ishlab chiqilgan "PATENT № FAP 00733")



14.1-rasm. Ko'chma sifon suv o'lchagich sxemasi

1-sifon quvur; 2-havo bo'shatish qalpog'i; 3-vakuummeter;

4-vint; 5-nov (lotok)

14.3 Tajribalarni o'tkazish tartibi

1. Manovakuummeter o'lchagichning turli ko'rsatkichlarida suyuqlikning oqim tezligini aniqlaydi.
2. Suv hisoblagichining S doimiy qiymatini aniqlash.
3. Olingan natijalar asosida $Q = f(P)$ grafigi quriladi.
4. Olingan natijalarni statistik qayta ishlash amalga oshiriladi (14.2-rasm).

Sifon quvur yordamida suv olish bilan bir qatorda olinayotgan suvning haqiqiy miqdorini aniqlash maqsadida uning yuqori qismiga vakuummetr o'rnatilib, vakuummetr ko'rsatishining sarfga bog'liqlik $Q = f(P)$ grafigi tuzildi (14.2-rasm).

15. GIDRAVLIK O'LCHOV NATIJALARINI QAYTA ISHASH BO'YICHA TAVSIYALAR

15.1 Asosiy ma'lumotlar.

Gidravlik o'lchovlar *massa, bosim, tezlik va suyuqlik sarfi* kabi fizik kattaliklarni o'lchashni o'z ichiga oladi. Ushbu o'lchovlar gidravlik jarayonlarni tavsiflovchi boshqa fizik kattaliklarni aniqlash uchun zarur: yopishqoqlik koeffitsientlari, filtrlash, mahalliy qarshiliklar, gidravlik ishqalanish va boshqalar.

Gidravlik kattaliklar o'lchovlari texnologik jarayonlarni nazorat qilish, uskunaning ishlashining ishonchliligini ta'minlash va uning samaradorligini oshirish maqsadida keng qo'llaniladi. Ular suv ta'minoti tizimlari, kanalizatsiya, melioratsiya, gidroyuritmai va boshqalarni ekspuatatsiyasi va sozlashida qo'llaniladi.

O'lchov - qabul qilingan o'lchov birliklarida o'lchangan miqdorning sonli qiymatini topish maqsadida o'lchov asboblari yordamida bajariladigan harakatlar to'plami. O'lchov - o'lchov birligi sifatida qabul qilingan kattalikni boshqa bir hil miqdor bilan taqqoslash.

O'lchovli kattaliklar o'lchash natijalari ishlatilgan birliklarning belgilanishini ko'rsatadigan sonli qiymatlar sifatida ifodalanadi. Misol uchun, o'lchash joyidagi bosim 100 Pa ni tashkil qiladi. Bu shuni anglatadiki, 1 Pa ga teng bosim birligiga nisbati o'lchangan bosim 100 baravar katta.

O'lchovsiz miqdorlar uchun o'lchov natijalari bir xil sonli qiymatlar bilan tavsiflanadi. O'lchovsiz nisbiy qiymatlar ko'pincha foizlar (%) va promillarda ppm (% o) ifodalanadi. Promil *Ppm* – fizik kattalikning mingdan bir qismi. Masalan, kanal tubining nishabligi 0,003 ni tashkil etadi, ya'ni 0,3% yoki 3‰.

O'lchangan miqdorning sonli qiymatini olish usuliga ko'ra, to'g'ridan-to'g'ri va bilvosita o'lchovlar farqlanadi.

To'g'ridan-to'g'ri o'lchovlar - o'lchov qiymati to'g'ridan-to'g'ri shkalaga tegishli birliklarda o'qiladigan o'lchovlar. Shunday qilib, haroratni o'lchash termometr bilan, bosimni mexanik manometr bilan, vaqtni sekundomer va boshqalar bilan amalga oshiriladi.

Bilvosita o'lchovlar bilan kerakli sonli qiymat o'lchangan miqdor va to'g'ridan-to'g'ri o'lchovlar yordamida sonli qiymatlarini olish mumkin bo'lgan miqdorlar o'rtasidagi ma'lum funktsional bog'liqlik asosida aniqlanadi. Bilvosita o'lchovlar, masalan, to'rtburchakning yon tomonlari bo'ylab o'lchovlari, modda zichligi uning massasi va geometrik o'lchamlari bo'yicha zichligi, kuchlanish va tok kuchi bo'yicha

elektr isitgichning quvvati, suyuqlik sarfi bosimning o'zgarishi va toraytiruvchi qurilmaning geometrik o'lchamlari bo'yicha va boshqalar.

Har qanday fizik miqdorni o'lchash, qanchalik ehtiyotkorlik bilan amalga oshirilmasin, uning haqiqiy qiymatini olishga imkon bermaydi. O'lchov natijalarining haqiqiy qiymatdan chetga chiqishi qo'llaniladigan usul va vositalarning nomukammalligi, o'lchangan qiymat va o'lchash sharoitlarining o'zgarishi, tajribaatorning individual xususiyatlari bilan izohlanadi.

Og'ish manbalariga qarab, farqlanadi:

qo'llaniladigan o'lchash asboblari tufayli instrumental xatolar;

qo'llaniladigan o'lchash usulini tavsiflovchi uslubiy xatolar;

tajribaator tomonidan kiritilgan sub'ektiv xatolar (masalan, qurilma shkalasida o'qiyotganda).

O'lchashda haqiqiy (aniq) qiymat emas, balki faqat taxminiy qiymat aniqlanadi. O'lchov texnikasi rivojlanishining har qanday darajasida har doim o'lchangan miqdorning haqiqiy qiymatidan halokatli, muqarrar og'ishlar mavjud.

Haqiqiy qiymat - bu fizik miqdorning shunday qiymati bo'lib, u fizik ob'ektning tegishli xususiyatini miqdoriy va sifat jihatidan ideal tarzda aks ettiradi. Fizik miqdorning haqiqiy qiymatini topish mumkin emas, shuning uchun uning o'rniga tajribaal ravishda topilgan haqiqiy qiymatga yaqinlashadigan haqiqiy qiymat qo'llaniladi.

O'lchangan qiymatning haqiqiy qiymati qabul qilinadi: bitta o'lchov bilan - bu o'lchov natijasi x , *bir nechta o'lchovlar bilan* - alohida o'lchovlar (kuzatishlar) natijalaridan o'rtacha arifmetik \bar{x} :

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (15.1)$$

Bu erda: n - o'zgarmagan tajriba sharoitida o'lchovlar soni ;
 x_i - bitta o'lchov natijasidir.

Shunday qilib,

$$A = x \quad \text{yoki} \quad A = \bar{x} \quad (15.2)$$

Xatolik - bu kattalikning o'lchangan qiymatining haqiqiy qiymatidan chetlanishi. Miqdoriy baholash uchun absolyut va nisbiy xatolardan foydalaniladi.

Absolyut xatolik - o'lchangan miqdorning o'lchangan va haqiqiy qiymatlari o'rtasidagi farq:

$$\Delta_x = x - A \quad (15.3)$$

bu yerda: Δ_x - o'lchovning absolyut xatosi.

Absolyut xatolik o'lchangan qiymat bilan bir xil o'lchamga ega.

Nisbiy xatolik - absolyut xatoning o'lchangan qiymatning haqiqiy qiymatiga nisbati

$$\delta_x = \frac{\Delta_x}{A} \quad (15.4)$$

Nisbiy xatolik o'lchovsiz kattalik bo'lib, ko'pincha foiz sifatida ifodalanadi.

O'lchangan qiymat va xatoni tavsiflovchi sonlar har doim taxminiydir. Shuning uchun ular qoidalarga muvofiq yaxlitlanishi kerak. O'lchangan qiymat bilan matematik bog'lanish turiga qarab, tizimli, tasodifiy va qo'pol xatolar farqlanadi. Tizimli xatolar o'lchangan qiymatga aniq funktsional bog'liqlikka ega bo'lgan yoki uning har qanday qiymatlarida doimiy bo'lib qoladigan xatolar deyiladi. Bir xil o'lchov asboblari bilan bir xil miqdorni takroriy o'lchashda tizimli xato o'zgarmaydi.

Tizimli xatolarning manbai asosan instrumental va uslubiy xatolardir. Ular qurilmaning noto'g'ri ishlashi, uning noto'g'ri o'rnatilishi, o'lchash usulining nomukammalligi tufayli yuzaga kelishi mumkin. Tizimli xatolarni o'lchash usulini takomillashtirish yoki tuzatishlar kiritish orqali yo'q qilish mumkin.

Tuzatish - tizimli xatolikni bartaraf etish uchun o'lchov natijalari bilan algebraik yig'indi bir xil nomdagi o'lchangan miqdorning qiymati. Masalan, tortish paytida og'irliklardan birining massasi nominal massasidan kamroq bo'lsa, unda har qanday massani o'lchash natijasi har doim tizimli xato miqdori bo'yicha haqiqiy qiymatdan katta bo'ladi. O'lchov natijalariga nuqsonli og'irlikning nominal va haqiqiy massasi o'rtasidagi farqqa teng tuzatish kiritilishi kerak.

Suyuqlik bosimini o'lchash nuqtasidan vertikal bo'yicha siljigan manometr bilan o'lchashda tizimli xatolik yuzaga keladi. U gidrostatikaning asosiy tenglamasidan aniqlanishi va o'lchov natijalariga tuzatish ko'rinishida kiritilishi mumkin.

Ko'rib chiqilgan holatlarda tizimli absolyut xatolik qurilmaning har qanday ko'rsatkichlarida doimiy bo'lib qoladi va mos keladigan nisbiy xatolik o'lchangan qiymatning oshishi bilan kamayadi.

Agar vaqt bir tekis orqada (yoki tez) bo'lgan sekundomer yordamida o'lchansa, u holda tizimli absolyut xatolik o'lchov vaqtiga proporsional ravishda ortadi, nisbiy xatolik esa doimiy bo'lib qoladi.

O'lchovlarni davom ettirishdan oldin, mumkin bo'lgan tizimli xatolarning sabablarini aniqlash, ularning paydo bo'lish muntazamligini o'rnatish va o'lchov natijalariga tuzatishlar kiritish metodikasini ishlab chiqish kerak.

Tizimli xatolarni bartaraf etish usullarini biri - faqat davlat tekshiruvi guvohnomasiga ega bo'lgan qurilmalardan foydalanish hisoblanadi. GOST 8.002-71 ga muvofiq, barcha o'lchov vositalarini majburiy davriy tekshirish ta'minlanadi, o'quv o'lchovlari bundan mustasno.

Tasodifiy xatolar - bu matematik statistika va ehtimollik nazariyasi qonunlari bilan belgilanadigan qiymatlar. Ularning mavjudligi bir xil sharoitlarda takroriy o'lchovlar paytida o'lchangan miqdorning turli xil sonli qiymatlari bilan tasdiqlanadi. Tasodifiy xatolar nazoratsiz omillarning o'lchov natijasiga ta'siri bilan bog'liq bo'lib, ularni o'lchash jarayonida aniqlab bo'lmaydi. Shuning uchun tasodifiy xatolarni o'lchov natijasidan chiqarib bo'lmaydi, lekin faqat ma'lum bir ehtimollik bilan ularning qiymatlarini baholash mumkin.

Tasodifiy xatolar qurilma shkalasi bo'yicha noto'g'ri ko'rsatkichlar, qurilma podshipniklarida lyuft mavjudligi, uning harakatlanuvchi qismlarining ishqalanishi, o'lchash sharoitlarining o'zgarishi va boshqalar tufayli yuzaga keladi.

O'qish xatolari paralaks va yaxlitlash tufayli yuzaga keladi. Parallaks (og'ish) - kuzatuvchining ko'zining harakati tufayli predmetning nisbiy holatining aniq o'zgarishi. Uning ta'sirini bartaraf etish uchun ko'z qorachig'i va qurilma ko'rsatgichi orqali o'tadigan to'g'ri chiziq uning shkalasiga perpendikulyar bo'lishi kerak.

Aniqlanishicha, hatto tajribali kuzatuvchilar ham o'qishda shkalaning kamida 0,2 bo'linmasida xato qilishadi. Shuning uchun o'qishning aniqligini oshirish uchun oyna tarozilari, noniuslar, shuningdek, kattalashtiruvchi linzalar orqali o'qish qo'llaniladi. - Biroq, ko'p hollarda shkala bo'linmasining ko'z bilan hisoblash muvofiq emas va o'qishlar eng yaqin shkala bo'linmasiga yaxlitlangan bo'lishi kerak.

Qo'pol xatolar (o'tkazib yuborilgan) odatda noto'g'ri o'qish, tajriba shartlarining keskin o'zgarishi, o'lchash vositalarining noto'g'ri ishlashi va boshqalar natijasida paydo bo'ladigan xatolarga aytiladi. Qo'pol xatolar xatolarning kutilgan qiymatidan sezilarli darajada farq qiladi. Qo'pol xatolarni o'z ichiga olgan o'lchov natijalari aniq noto'g'ri va ishonchsiz deb, ko'rib chiqishdan chiqarib tashlanadi.

Tasodifiy xatolarni baholash uchun tasodifiy ma'lum bir qiymatining nisbiy chastotasi va yuzaga kelish ehtimoli bilan tavsiflanadigan ehtimollar nazariyasidan foydalaniladi.

Berilgan qiymat paydo bo'lishining nisbiy chastotasi tasodifiy qiymatning ushbu qiymati olingan kuzatuvlar sonining kuzatuvlar (o'lchovlar) umumiy soniga nisbati.

Ko'rib chiqilayotgan qiymatning paydo bo'lish ehtimoli - bu nisbiy chastotaning cheksiz ko'p sonli kuzatuvlarga moyil bo'lgan chegarasi.

Tasodifiy xatolar uzluksiz tasodifiy qiymatlardir, chunki ular ko'rib chiqilgan oraliqda (masalan, $-\infty$ dan $+\infty$ gacha bo'lgan chegarada ∞) istalgan sonli qiymatni olishi mumkin.

Tasodifiy xatoning ma'lum bir sonli qiymatining paydo bo'lish ehtimoli cheksiz kichik nolga intiladi. Shuning uchun uzluksiz tasodifiy qiymatlarni tahlil qilishda uning qiymatlarining berilgan (ko'rib chiqilayotgan) oralig'ida miqdorning paydo bo'lish ehtimoli aniqlanadi.

Uzluksiz tasodifiy miqdorlarni taqsimlash xususiyatlari ularning paydo bo'lish ehtimolining ko'rib chiqilayotgan qiymatlar oralig'iga nisbati bilan hisobga olinadi. Bu nisbatning chegarasi, qiymat oralig'i nolga intilganda, ehtimollik taqsimoti zichligi deyiladi. Shunga ko'ra, tasodifiy qiymatning x_1 dan x_2 gacha bo'lgan qiymatlari oralig'ida paydo bo'lish ehtimoli formula bilan aniqlanadi.

$$p = \int_{x_1}^{x_2} f(x) dx \quad (15.5)$$

bu yerda: $f(x)$ - ehtimollik taqsimoti zichligi.

Tasodifiy xatolarni tavsiflashda odatda uning qiymati oralig'ining chegaralarini (chegaralarini) ushbu oraliqda miqdorning paydo bo'lishining qabul qilingan (talab qilingan) ehtimoli bilan aniqlash talab qilinadi. Bu holatlardagi interval va ehtimollik ishonch oraliqlari deyiladi.

O'lchov natijalarining takrorlanuvchanlik darajasini va xatoning qiymatini tavsiflovchi ishonch oralig'i ishonch darajasiga qarab turli xil qiymatlarga ega bo'lishi mumkin.

Ishonch oraliqlari va ehtimollar o'rtasidagi munosabat (15.5) tenglama bilan o'rnatiladi, bunda kattalikning taqsimlanish zichligini tavsiflovchi va tasodifiy miqdorning taqsimot qonunini ifodalovchi funktsiya ko'rinishini bilish kerak.

Ko'pgina o'lchovlar uchun tasodifiy xatolarning normal taqsimlanishi qonuni mavjud. Normal taqsimot grafigi bitta maksimal qiymatga ega bo'lgan simmetrik qo'ng'iroq shakliga ega. Yuqoridan o'ngga yoki chapga uzoqlashganda, asimptotik tarzda nolga yaqinlashib, taqsimot zichligining doimiy pasayishi kuzatiladi.

Normal taqsimot qonuni bo'yicha kattalikning taqsimot zichligiga integralning sonli qiymatlari ehtimollar nazariyasi va matematik statistika bo'yicha adabiyotlarda keltirilgan jadvallardan aniqlanadi.

Ba'zi turdagi xatolar, masalan, yaxlitlash va o'qish, to'rtburchaklar taqsimoti bilan tavsiflanadi (grafik shakli nomi bilan ataladi). Bu holatda maksimal xatolik cheklangan va ehtimollik zichligi butun xato oralig'ida bir xil bo'ladi.

Xatolarning normal taqsimlanish qonunini tavsiflovchi parametrlar, o'lchangan qiymatning o'rtacha arifmetik qiymati, o'rtacha kvadratik og'ish, shuningdek ularga bog'liq bo'lgan ishonch oralig'i va ehtimollik faqat taxminan aniqlanishi mumkin, chunki aniq aniqlash uchun cheksiz miqdordagi o'lchovlar bo'lishi kerak.

15.1-jadval. Standart koeffitsientlari

| Sonli o'lchovlar | Ishonch ehtimoli | | | |
|---------------------|------------------|-------|-------|-------|
| | 0,90 | 0,95 | 0,99 | 0,997 |
| 2 | 6.31 | 12.71 | 63.66 | 234.8 |
| 3 | 2.92 | 4.303 | 9.925 | 19.2 |
| 4 | 2,35 | 3.182 | 5,841 | 9.2 |
| 5 | 2.13 | 2.776 | 4.604 | 6.6 |
| 6 | 2.02 | 2.571 | 4.032 | 5.5 |
| 7 | 1.94 | 2.447 | 3.707 | 4.9 |
| 8 | 1.90 | 2.365 | 3.499 | 4.5 |
| 9 | 1.86 | 2.306 | 3.355 | 4.3 |
| 10 | 1.83 | 2.262 | 3250 | 4.1 |
| 12 | 1.80 | 2.20 | 3.11 | 3.8 |
| 11 | 1.77 | 2.16 | 3.01 | 3.7 |
| 16 | 1.75 | 2.13 | 2.95 | 3.6 |
| 18 | 1.74 | 2.11 | 2.90 | 3.5 |
| 20 | 1.73 | 2.09 | 2.86 | 3.4 |
| 50 | 1.68 | 2.01 | 2.68 | 3.2 |
| 100 | 1.66 | 1.98 | 2.63 | 3.1 |

Bu parametrlar, o'z navbatida, tasodifiy qiymatlardir.

Cheklangan miqdordagi o'lchovlar bilan tasodifiy xatolarni taqsimlash qonuni Styudent (ingliz matematigi V. Gossetning taxallusi) tomonidan o'rnatildi. Styudent taqsimlash egri chiziqlari normal taqsimot egri chizig'idan tekisroq. Bu kam sonli o'lchovlar bilan katta xatolar ehtimoli ortishi va shunga mos ravishda kichik xatolar paydo bo'lish ehtimoli kamayishi bilan izohlanadi. Ko'p sonli o'lchovlar bilan (200 dan ortiq) Styudent taqsimlanishi normal taqsimotga to'g'ri keladi.

Student bo'yicha ishonch oralig'ining chegaralari (maksimal tasodifiy xato) formula bo'yicha topiladi

$$\varepsilon = t \cdot \sigma,$$

bu erda t – student koeffitsienti, o'lchovlar soni va ishonch darajasiga qarab 15.1 jadval bo'yicha aniqlanadi; σ - o'lchov natijasining o'rtacha arifmetik qiymati uchun σ_x (15.6) formula bo'yicha va alohida o'lchov natijasi uchun (σ_i) - (15.7) formula bo'yicha aniqlangan o'tacha kvadratik og'ish.

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}} \quad 15.6$$

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad 15.7$$

bu erda n - o'lchovlar soni.

Tasodifiy xatolarning ishonch oralig'i chegaralarini aniqlashda 0,95 ga teng ishonch ehtimolini olish tavsiya etiladi. O'lchovni takrorlash mumkin bo'lmagan hollarda, 0,99 ishonch ehtimolini olish kerak. Maxsus holatlarda, masalan, o'lchov natijalari odamlarning sog'lig'ini ta'minlash uchun muhim bo'lsa, yuqori ishonchlik ehtimolidan foydalanishga ruxsat beriladi.

O'quv tajribai sharoitida o'lchovlar 0,9 yoki 0,95 ishonch ehtimolida amalga oshiriladi.

(15.6) va (15.7) tenglamalarni tahlil qilish o'lchovlar sonining ko'payishi ishonch oralig'i chegaralarining kamayishiga va tasodifiy xatolikning kamayishiga olib keladi degan xulosaga kelish imkonini beradi. Bunday holda, tasodifiy xatolikning pasayishi o'lchovlar sonining kvadrat ildiziga to'g'ridan to'g'ri proporsional ravishda sodir bo'ladi. O'lchov aniqligini ikki baravar oshirish uchun o'lchovlar sonini to'rt barobarga oshirish kerak.

O'lchovlar sonini ko'paytirish orqali xatolarni kamaytirish imkoniyati haqidagi yuqoridagi xulosa tasodifiy xatolarning xususiyatlarini tavsiflaydi. Ularni kamaytirish va o'lchovlarning aniqligini oshirishning yana bir usuli - aniqroq usullar va o'lchov vositalaridan foydalanish.

Shuni ham ta'kidlash kerakki, o'lchovlarda tasodifiy xatolar doimo mavjud. Agar o'lchovlarni takrorlashda bir xil qiymatlar olinsa va o'lchov natijasi o'zgarmasa, bu - o'lchash vositalari va usulining aniqligi yetarli emasligini ko'rsatadi.

Bu holda tizimli xatolar tasodifiy xatolardan sezilarli darajada oshadi.

Tasodifiy xatolarni tahlil qilishda qo'pol xatolarni oqilona istisno qilish muhim ahamiyatga ega. Boshqa natijalardan keskin farq qiladigan o'lchov natijalarini istisno qilish yoki hisobga olish to'g'risidagi qaror matematik statistikada ko'rib chiqilgan usullar asosida qabul qilinishi kerak.

Amalda ko'pincha oddiy hiyla qo'llaniladi, bu o'lchov natijasini hisobga olishdan chiqarib tashlashdan iborat bo'lib, uning absolyut xatosi o'lchov natijasining alohida ikkilamchi o'rtacha kvadratik og'ishidan ikki yoki uch baravar oshadi. Maksimal ruxsat etilgan xatoni tanlash o'lchovlar soniga va ishonch ehtimoliga qarab belgilanadi.

Xato topilganda:

a) yordamchi qiymat hisoblanadi

$$g = \frac{|x_n - \bar{x}|}{\sqrt{n-1} \cdot \sigma_x} ;$$

Bu yerda; x_n - tajribaal sharoitda olingan o'lchov natijalarining eng katta yoki eng kichik qiymati ;

b) 15.2 jadvalga muvofiq berilgan ishonch ehtimoliga ρ qarab g_{\max} ehtimol topiladi va 15.7 formula bilan hisoblangan bilan solishtiriladi;

c) agar $g > g_{\max}$ bo'lsa, olingan natija noto'g'ri va o'lchov natijalaridan chiqarib tashlanishi kerak bo'ladi.

To'g'ridan-to'g'ri o'lchovlarning tizimli xatolari instrumental, uslubiy va subyektivdir. Ular ikki guruhga bo'lingan.

15.2 jadval . g_{\max} qiymati

| p / n | 0,90 | 0,95 | 0,99 | p/n | 0,9 | 0,95 | 0,99 |
|-------|------|------|------|-----|------|------|------|
| 3 | 1.41 | 1.41 | 1.41 | 9 | 2.10 | 2.24 | 2.46 |
| 4 | 1.64 | 1.69 | 1.72 | 10 | 2.15 | 2.29 | 2.54 |
| 5 | 1.79 | 1.87 | 1.96 | 12 | 2.23 | 2.39 | 2.66 |
| 6 | 1.89 | 2.0 | 2.13 | 14 | 2.30 | 2.46 | 2.76 |
| 7 | 1.97 | 2.09 | 2.26 | 16 | 2.35 | 2.52 | 2.84 |
| 8 | 2.04 | 2.17 | 2.37 | 18 | 2.40 | 2.58 | 2.90 |

Ulardan birinchisi tizimli xatolarni o'z ichiga oladi, ular uchun nafaqat paydo bo'lish tabiati va sabablari, balki ularning kattaligi ham ma'lum. Bunday xatolar o'lchov natijalariga tuzatishlar kiritish orqali hisobga olinadi.

Ikkinchi guruhni tashkil etuvchi tizimli xatolar o'ziga xos xususiyatga egaki, ularning kichikligi tufayli ularning namoyon bo'lishini o'rnatish mumkin emas. Bunday xatolar istisno qilinmagan sistematik deb ataladi. Ular to'rtburchaklar (tekis) taqsimotga ega tasodifiy o'zgaruvchilar sifatida ko'rib chiqilib, taxminan baholanadi. Shuning uchun istisno qilinmagan tizimli xatolar ba'zan tizimli xatolarning tasodifiy - tashkil etuvchilari deb ataladi.

Instrumental xatolar ishlatiladigan o'lchov vositalariga bog'liq. Ularni yo'q qilish yoki kamaytirish uchun muntazam tekshiruvdan foydalaniladi, mos yozuvlar nolning to'g'ri o'rnatilishi, asboblarning to'g'ri joylashishi, ularning ruxsat etilgan ta'sir etuvchi omillar oralig'ida ishlashi: bosim, harorat, namlik, chang miqdori va boshqalar. Namunaviy o'lchov vositalarini to'g'rilashda o'lchov natijalariga tuzatishlar o'rnatiladi.

Ishlab chiqarishda va ko'p hollarda laboratoriyalarda qo'llaniladigan texnik (sanoat) o'lchov vositalarining instrumental xatolari istisno qilinmaydigan tizimli xatolardir. Texnik o'lchov vositalariga ularni tekshirish natijalari bo'yicha tuzatishlar kiritilmaydi.

Chiqarilmagan tizimli xatolar oralig'ining chegaralari o'lchov vositalarining asosiy va qo'shimcha xatolarining chegaralaridan foydalangan holda o'rnatiladi. Ruxsat etilgan asosiy va qo'shimcha xatolar chegaralari eng katta asosiy va qo'shimcha xatolar sifatida tushuniladi, bunda o'lchov vositasi yaroqli deb tan olinishi va foydalanishga ruxsat berilishi mumkin.

Normal ish sharoitida yuzaga keladigan xatolar: harorat $(20 + 5)^\circ \text{S}$, atmosfera bosimi $(100+4)$ kPa; havoning nisbiy namligi $(60+15)\%$. Normal sharoitlarga, shuningdek, qurilmaning ma'lum fazoviy holati, tebranishlarning tashqi elektr va magnit maydonlar, mavjud emasligi quvvat manbaining belgilangan kuchlanishi va boshqalar kiradi.

O'lchov vositasining asosiy xatolari uning konstruktiv va texnologik xususiyatlari tufayli paydo bo'ladi: shkalaning noto'g'ri o'rnatilishi, uning noto'g'ri amalga oshirilishi, elastik elementning orqali xususiyatlari, tugunlardagi ishqalanish va boshqalar.

O'lchov vositalarining umumlashtirilgan xarakteristikasi bu o'lchangan miqdorning normallashtiruvchi qiymatiga tushirilgan ruxsat etilgan xato chegaralari bilan aniqlangan aniqlik sinfidir. Shunga ko'ra, ruxsat etilgan asosiy xatoning chegaralarini hisoblash mumkin:

$$\Delta x = \pm 0,01 \cdot k \cdot x_n, \quad (15.8)$$

bu erda Δx - ruxsat etilgan absolyut asosiy xatoning chegaralari (maksimal xato); k - aniqlik sinfi; x_n - o'lchangan qiymatning normallashtiruvchi qiymati.

Aniqlik sinfi shkalada va qurilma pasportida berilgan. Aniqlik sinfini bildiruvchi son qanchalik kichik bo'lsa, ruxsat etilgan asosiy xato chegaralari qanchalik past bo'lsa va o'lchov aniqligi shunchalik yuqori bo'ladi. Meyoriy qiymat o'lchovning yuqori va pastki chegaralari orasidagi farqga teng ravishda olinadi.

Aniqlik sinfi mavjud vositalar yordamida amalga oshirilgan o'lchovning haqiqiy absolyut xatosini aniqlashga imkon bermaydi. Biroq, uning yordamida absolyut o'lchov xatosining chegaralarini o'rnatish mumkin.

Yuqori o'lchov chegarasi 1000 Vt va aniqlik sinfi $0,5$ bo'lgan bir tomonlama o'lchovli vattmetrning ruxsat etilgan xatosi chegarasining hisoblash misolini ko'rib chiqamiz;

$$\Delta x = \pm 0,01 \cdot 0,5 \cdot 1000 Bm = \pm 5 Bm .$$

Butun o'lchov oralig'ida vattmetrning absolyut asosiy xatosi $+5 \text{ Vt}$ ni tashkil qiladi. Shubhasiz, nisbiy xatolikni kamaytirish uchun qiymatlari o'lchovning yuqori chegarasiga yetarlicha yaqin bo'lgan miqdorlarni o'lchash kerak. Shuning uchun qurilma shunday tanlanishi kerakki, qurilma shkalasi uning eng katta (modul) bo'yicha qiymatining $2/3$ dan $3/4$ gacha bo'lgan oralig'ida qo'llaniladi.

Normal sharoitlarga qo'shimcha ravishda, standartlar va texnikda shartlar ta'sir etuvchi kattaliklar qiymatlarining ish soxasi o'rnatiladi, bunda o'lchov vositalarining qo'shimcha xatosi normal holatga nisbatan tashqi sharoitlarning o'zgarishi natijasida yuzaga keladi.

Ruxsat etilgan qo'shimcha xatolik chegaralari ruxsat etilgan asosiy xato chegarasining qiymati ko'rinishida yoki ta'sir qiluvchi miqdorlarning ish maydonining alohida oraliqlari uchun doimiy qiymatlar ko'rinishida o'rnatiladi.

Asosiy va qo'shimcha xatoliklar ishlatilgan o'lchov vositasining xatosini aniqlaydi - instrumental xatolik. Ruxsat etilgan asosiy va qo'shimcha xatolar chegaralari o'rtacha kvadrat og'ishning ruxsat etilgan qiymatlari chegaralarini ifodalaydi.

Uslubiy xatolar o'lchash metodikasi orqali aniqlanadi va foydalanilgan o'lchov vositalarining aniqligiga bog'liq emas. O'lchov metodikasini ishlab chiqishda uslubiy xatolar paydo bo'lishining sabablarini aniqlash va ularni o'lchash natijalaridan yanada chiqarib tashlash maqsadida ularni aniqlash choralarini ko'rish kerak.

Misol uchun, agar siz diametrli o'lchovlardan foydalangan holda doira maydoni formulasidan foydalanib, quvurning ko'ndalang kesim yuzasi aniqlansa, natijada uslubiy xato paydo bo'ladi, chunki quvur kesimining chegarasi mukammal ideal doira hisoblanadi.

Bir nechta istisnosiz tizimli xatolar mavjud bo'lganda, o'lchov natijasining umumiy chiqarib tashlanmaydigan tizimli xatosining chegarasi tenglama bilan aniqlanadi.

$$\theta = k \sqrt{\sum_{i=1}^n \theta_i^2}$$

bu erda: k - qabul qilingan ishonch ehtimoli va istisno bo'lmagan tizimli xatolar soniga bog'liq koeffitsient; θ^2 istisno qilinmagan tizimli xatoning chegarasi.

$p = 0,95$ ishonch ehtimoli bo'lsa, $k - 1,1$ qabul qilinishi kerak va $p = 0,99$ da $k - 1,4$ tavsiya etiladi .

Istisno bo'lmagan tizimli xatolar tarkibiga kuzatuvchining xususiyatlariga bog'liq bo'lgan sub'ektiv xatolar ham kirishi mumkin. Misol uchun, sekundomerning ishga tushirish va to'xtash vaqti xatosi 0,2 ... 0,3 s tashkil etadi.

O'lchov ishlarini bajarish metodikasi. O'lchovlar aniq (laboratoriya) va texnikga bo'linadi. Aniq o'lchovlar aniq (namunali) o'lchash asboblari yordamida amalga oshiriladi. Texnik o'lchovlar sanoatda, qishloq xo'jaligida, shuningdek, laboratoriya tadqiqotlarida keng qo'llaniladi. Bunda amaliy o'zgarmas fizik miqdorlar ishchi o'lchov asboblari yordamida o'lchanadi.

Amaldagi o'lchov vositalarining aniqligi o'lchov qiymati bo'yicha dastlabki ma'lumotlar va absolyut xatoning ruxsat etilgan qiymatlari asosida o'lchov vazifasiga muvofiq tanlanadi. Umuman olganda, ishonch oralig'i va ehtimollik berilishi kerak. O'lchovlar faqat o'lchangan miqdorning sonli qiymatini olish yoki nazorat qilish maqsadida amalga oshirilishi mumkin. Kuzatuv paytida o'lchangan qiymat talab qilinadigan (nazorat qilinadigan) qiymatdan ruxsat etilgan og'ish chegarasida mavjudligi o'rnatiladi.

O'lchov texnikasida yagona va bir nechta o'lchovlar farqlanadi. Normal ish sharoitida miqdor bir marta o'lchanadi, chunki bu sharoitda zamonaviy o'lchash texnikasi yagona o'lchovlar (kuzatishlar) yetarliligini kafolatlaydi . Bunday o'lchovlar eng kam mablag' sarflash va eng qisqa vaqt ichida amalga oshiriladi.

Yagona o'lchovlar quyidagi hollarda qo'llaniladi:

yuqori o'lchov aniqligi talab qilinmaydi, tizimli xatolik ustunlik qiladi;

o'rganilayotgan jarayonlarni takrorlab bo'lmaydi yoki ularni takror ishlab chiqarish katta iqtisodiy xarajatlarni talab qiladi (masalan, o'rganilayotgan ob'ektni yo'q qilish kabi kam uchraydigan jarayonlar).

Texnik o'lchovlarni amalga oshirishda odatda yagona o'lchovlar qo'llaniladi, chunki alohida o'lchovlar natijalari o'lchov vositalarining ruxsat etilgan xatolari chegarasiga to'g'ri keladi.

O'lchov vositalarini tekshirishda, aniq tadqiqot ishlarini bajarishda, shuningdek o'lchash jarayonida qiymatni o'zgartirishda bir nechta o'lchovlar talab qilinadi. Ushbu

barcha holatlarda tasodifiy xatolar allaqachon hal qiluvchi bo'lib qoladi, bu aniq o'lchovlar uchun xosdir. O'lchov aniqligini oshirish uchun bir nechta o'lchovlar bajariladi.

To'g'ridan-to'g'ri o'lchovlar quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi:

a) o'lchov vositasi o'lchangan miqdorning qiymatlari intervali, kerakli o'lchov aniqligi (ruxsat etilgan absolyut xato) va ishonch ehtimoli to'g'risidagi ma'lumotlarga muvofiq tanlanadi ;

b) o'lchovlar qurilma shkalasi bo'yicha qiymatni o'qish bilan amalga oshiriladi va bitta o'lchovning yetarliligi yoki bir nechta o'lchovlar zarurligi to'g'risidagi masala hal qilinadi;

v) o'lchov natijalari jadvalga yoziladi;

d) tizimli xatolarning paydo bo'lish sabablari aniqlanadi, agar iloji bo'lsa, ularning qiymatlari aniqlanadi va kattaligi bo'yicha ma'lum bo'lgan tizimli xatolar o'lchov natijalaridan chiqarib tashlanadi ;

e) yagona o'lchovlarda natijalar kiritilgan tuzatishlarni hisobga olgan holda qurilma shkalasi bo'yicha hisoblanadi, bir nechta o'lchovlar bo'lsa , individual o'lchovlar (kuzatish natijalari) tuzatilgan (tuzatishlar kiritish orqali) natijalarining o'rtacha arifmetik qiymati o'lchov natijasi sifatida qabul qilinadi;

f) istisnosiz sistematik xatolar chegarasi (15.9) tenglama bo'yicha hisoblanadi;

g) tasodifiy xatoning ishonch chegaralari (15.4) formula bo'yicha aniqlanadi;

h) absolyut va nisbiy o'lchov xatolari hisoblanadi;

i) ishonch oralig'i (yuqori va pastki xato chegaralari) va ishonch ehtimolining o'lchov natijasi qayd etiladi.

Masalan, haroratni o'lchash natijalari quyidagi shaklda yoziladi:

a) $(445 \pm 8) ^\circ \text{S}; p = 0,95$ yoki

b) $445 ^\circ \text{C}, \Delta t -8 ^\circ \text{C}$ dan $+8 ^\circ \text{C}$ gacha, $p = 0,95$.

O'lchov xatosi tasodifiy va chiqarib tashlanmaydigan tizimli xatolar bilan aniqlanadi. Uni hisoblashda quyidagi holatlar yuzaga keladi:

a) chiqarib tashlanmaydigan tizimli xatolarni θ e'tiborsiz qoldirib, tasodifiy xatoni ishonch chegarasiga teng maksimal absolyut xatoni qabul qilish mumkin.

Bu holat uchun $\frac{\theta}{\sigma_x} < 0,8; \Delta x = \varepsilon$;

b) tasodifiy xatolarni ko'rib chiqishdan chiqarib tashlab va chiqarib tashlanmaydigan tizimli xato chegaralariga teng absolyut xatoni olish mumkin. Bu holat uchun $\frac{\theta}{\sigma_x} > 8; \Delta = 0;$

v) agar tashkil etuvchi xatoliklari orasidagi yuqoridagi nisbatlar bajarilmasa, u holda xatolikni hisoblash quyidagicha amalga oshiriladi.

$$\Delta x = t_{\Sigma} \cdot \sigma_{\Sigma} \quad (15.10)$$

bu erda: t_{Σ} - tasodifiy va chiqarib tashlanmaydigan tizimli xatolar o'rtasidagi nisbatga bog'liq koeffitsient; σ_{Σ} o'lchov natijasining o'rtacha kvadrati og'ishidir.

Bunda bog'liqliklardan foydalaniladi

$$t_{\Sigma} = \frac{\varepsilon + 0}{\sigma_x + \frac{1}{3} \sum_{i=1}^m \theta_i^2}$$

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{\sigma_x^2 + \frac{1}{3} \sum_{i=1}^m \theta_i^2}$$

Amalda soddalashtirilgan hisoblash usuli qo'llaniladi: $\Delta x = 0,8(\varepsilon + \theta)$, ammo shuni hisobga olish kerakki, absolyut xato qavs ichidagi atamalarning har biridan kam bo'lmasligi kerak.

To'g'ri o'lchovlar kabi bilvosita o'lchovlar yagona va bir nechta bo'lishi mumkin. Ularni bajarishda o'lchangan miqdorning to'g'ridan-to'g'ri o'lchovlar bilan aniqlangan va bir-biridan mustaqil bo'lgan miqdorlarga funktsional bog'liqligi ma'lum bo'lishi kerak:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

bu yerda: y - o'lchangan fizik miqdor x_1, x_2, \dots, x_n to'g'ridan-to'g'ri o'lchovlar bilan o'lchanadigan fizik miqdorlar.

Ushbu bog'liqlik asosida o'lchangan hisoblari qiymatlari va xatolari hisoblanadi. Har bir miqdorni x_1, x_2, \dots, x_n o'lchashda to'g'ridan-to'g'ri o'lchovlar uchun berilgan ketma-ketlikning harakatlari amalga oshiriladi.

Bilvosita o'lchov natijasining to'g'riligini baholashda ko'pincha o'lchashning eng noqulay sharoitlarida kuzatilishi mumkin bo'lgan maksimal (cheklovchi) absolyut xato aniqlanadi. Uning hisobi hisoblab chiqiladi

$$\Delta_y = \pm \sum_{i=1}^n \left| \frac{dy}{dx_i} \cdot \Delta x_i \right| \quad 15.11$$

bu yerda: Δx_i - kattalikning absolyut o'lchash xatosi.

Ushbu shartlarda nisbiy xatoni hisoblashda (15.11) tenglama qo'llaniladi: $\sigma_y = \frac{\Delta_y}{y}$

Tavsiflangan xatoni hisoblashning usuli bilvosita o'lchovlarning xatolarini ortiqchaligiga olib keladi. Haqiqatda, to'g'ridan-to'g'ri o'lchovlarning xatolari bir xil belgi va bir vaqtning o'zida maksimal qiymatlarga ega bo'lganda, eng noqulay o'lchov sharoitlari ehtimoli past bo'ladi. Bunday sharoitlarning ehtimoli to'g'ridan-to'g'ri o'lchovlar bilan aniqlangan miqdorlar sonining ko'payishi bilan kamayadi.

Shunga ko'ra, to'g'ridan-to'g'ri o'lchovlar bilan aniqlangan miqdorlar soni uchdan ortiq bo'lsa, xatoni hisoblash (15.12) va (15.13) formulalar bo'yicha amalga oshiriladi:

$$\Delta_y = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{dy}{dx_i} \cdot \Delta x_i \right)^2} \quad (15.12)$$

Shuni ta'kidlash kerakki, bilvosita o'lchash xatolarini hisoblash ishonch oralig'ini va ishonch ehtimolini baholashga imkon bermaydi.

Bilvosita o'lchov natijasi xato chegaralarini ko'rsatgan holda qayd etiladi: $y \pm \Delta_y$.

15.2. Raqamlarni yaxlitlash va taxminiy hisob-kitoblarni bajarish qoidalari. O'lchovlar natijasida olingan va keyingi hisob-kitoblarda ishlatiladigan miqdorlarning sonli qiymatlari har doim taxminiydir.

Umumiy holatda, taxminiy sonni boshida nollar yoziladi, uning tartibini ko'rsatadi, undan keyin to'g'ri raqamlar yozilgan razryadlar va kichik razryadlarda shubhali (zaxira) raqamlar mavjud.

Agar sonning absolyut xatosi ko'rib chiqilayotgan raqam yozilgan razryad birligining yarmidan oshmasa, raqamlar rost deb ataladi. Raqamlar uchun ushbu shart bajarilmasa, ya'ni xatoga mos kelmasa raqamlar shubhali deb ataladi .

Ba'zi manbalarda sonning absolyut xatosi ko'rib chiqilayotgan raqam yozilgan razryad birligidan oshmasa, raqamlar to'g'ri hisoblanadi.

Ushbu ishda to'g'ri raqamlarni ajratish uchun birinchi ta'rif qo'llaniladi.

Misollar:

a) mikrokalkulyatorida $\sin 45^\circ \approx 0,707106$ olindi. Bu sonni barcha raqamlar to'g'ri (son boshida nol uning tartibini bildiradi), kichik razryadda yozilgan 6 raqamdan tashqari, chunki bu holda mikro kalkulyatorning xatosi kichik razryadli birlikga yetadi;

b) mikrokalkulyatorida $Z^4 \approx 80,99963$ ekanligi aniqlandi. Bu sonda kichik razryadda raqamlar, ya'ni 6 va 3 raqamlari shubhali, chunki x^y ni hisoblashda mikrokalkulyator xatosi oxirigidan oldingi razryadning besh birligiga yetishi mumkin;

c) o'lchangan hajmga ko'ra, sharning diametri $d = 25,4087$ mm topildi. Absolyut o'lchov xatosi $\Delta d = \pm 3$ mm. Binobarin, diametrni tavsiflovchi sonda faqat o'nlab sonlarni ko'rsatadigan 2 raqami to'g'ri bo'ladi, qolganlari esa shubhali bo'ladi.

Taxminiy sonlarni quyidagi qoidalarga muvofiq yaxlitlanishi kerak. Raqamni yaxlitlashda kichik razryadda raqamlar nolga almashtiriladi yoki o'nli kasr oxirida bo'lsa, olib tashlanadi. Bunday holda, agar o'chirilgan (nol bilan almashtirilgan) raqam 5 dan katta yoki teng bo'lsa, u holda qo'shni yuqori razryadda raqam 1 ga oshiriladi. Agar tashlab qo'yilgan raqam 5 dan kichik bo'lsa, u holda raqam qo'shni yuqori razryadda raqam o'zgarmaydi. Masalan, $3,141\ 592 \approx 3,14$; $9,81 \approx 9,8 \approx 10$; $4,186\ 05 \approx 4,19 \approx 4,2$.

O'lchangan qiymatni tavsiflovchi sonda yaxlitlash paytida barcha to'g'ri raqamlar va ularga eng yaqin shubhali raqamlar (ularning ba'zilari nolga teng bo'lishi mumkin) saqlanadi. Bunday holda, shubhali raqam yozilgan razryad, ikki barobar absolyut o'lchov xatosini ifodalovchi sonning kichik razryadiga to'g'ri keladi. Agar absolyut xatolik har qanday razryad birligining yarmiga teng bo'lsa, unda bu raqam to'g'ri, qo'shni kichik razryadda esa shubhali. Diametrni o'lchashda absolyut xato $= \pm 0,6$ mm bo'lsa, xuddi shunday natija olinadi. Kichikroq xatolikda bilan $\Delta d = (0,1 \dots 0,5)$ mm $d = 25,4$ mm. Absolyut xatolikni tavsiflovchi sonda faqat yuqori razryadda raqam saqlanadi. Agar yuqori razryadda 2 yoki 3 razryadlar bo'lsa, ikkita yirik razryadda raqamlar saqlanadi. Bunday holda, son xatosi 12,5% dan oshmaydi.

O'zgarmagan tajriba sharoitida o'lchovlar soni 5 ta bo'lgan hollarda, absolyut o'lchov xatosini aniqlashda xatolik 30% ga etadi. Shuning uchun, o'lchovlar kamligida agar 1 yuqori razryadda yozilgan bo'lsa, raqamlarni ikkita yuqori razryadda saqlash tavsiya etiladi. Masalan, $0,001793\ 65 \approx 0,0018$;

Nisbiy xatoni tavsiflovchi sonda ikkita raqamlar saqlanadi. Masalan, $1,863\ 54\% \approx 1,9\%$; $0,543\ 69\% \approx 0,54\%$.

Oraliq hisob-kitoblarda qo'llaniladigan taxminiy raqamda to'g'ri raqamlarga qo'shimcha ravishda shubhali raqamlarni ikkita qo'shni raqamda saqlash mumkin.

Matematik funktsiyalar va fizik konstantalar jadvalarida faqat to'g'ri raqamlar berilgan yoki xato ko'rsatilgan.

Shubhali raqamlarning sonini zarur bo'lganidan ko'proq oshirish faqat qo'shimcha qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi, ammo hisob-kitoblarning aniqligini oshirmaydi. Shuning uchun, muhandislik hisoblarda va ko'pgina laboratoriya tadqiqotlarini

bajarishda raqamlarni faqat uchta yuqori razryadda saqlash kifoya. Bu hisob xatoligini 0,1 ... 1% chegarasida ta'minlaydi, ya'ni laboratoriya asboblarining aniqligi darajasida hisoblash xatosini ta'minlaydi.

Yuqorida qayd etilgan qoidalar sonni aniq raqamlarni ajratishga va sonni absolyut xatoligini baxolashga imkon beradi. Biroq, agar saqlangan butun sonni keyingi bir yoki bir nechta raqamlari 0 ga teng bo'lsa, to'g'ri razryadini topish qiyin bo'lishi mumkin, chunki butun son nol bilan tugashi mumkin. Ular sonning tartibini ko'rsatish uchun qo'llaniladi. Masalan, yorug'lik tezligi odatda 300 000 km/s deb hisoblanadi. Bu sonni umuman to'g'ri raqamlar yo'qdek tuyulishi mumkin. Biroq, uchta yirik razryadda raqamlar (300) to'g'ri hisoblanadi, chunki yorug'lik tezligi $(299\,796 \pm 4)$ km/s ga teng.

Shuning uchun taxminiy sonlarni $x \cdot 10^n$ shaklida yozish tavsiya etiladi, bu erda x - to'g'ri (va bitta shubhali) raqamlar yordamida yozilgan son, n - butun son (butun sonlarni yozishda ijobiy va o'nli kasrlarni yozishda salbiy).

Bundan tashqari, 10^n ko'paytmani fizik miqdorning birligiga mos qisqa va uzun alternativ bilan almashtirish tavsiya etiladi. Ushbu tavsiyalarni hisobga olgan holda yorug'lik tezligini quyidagicha yozish mumkin: $3,00 \cdot 10^5$ km/s = $300 \cdot 10^3$ km/s. Shuningdek, oxirgi misol, birliklarni oqilona tanlash fizik miqdorni aniqroq bo'lishini ko'rsatadi.

Shuni ta'kidlash kerakki, koeffitsienti 10^n ko'paytma bo'lgan sonni yozish $n < 3$ da juda qiyin bo'ladi, shuning uchun bu holda, agar to'g'ri raqamlarni baholashda qiyinchiliklar bo'lmasa, sonni odatiy shaklda yozish tavsiya etiladi. Masalan, $5,5 \cdot 10^2 + 0,4 \cdot 10^2$ o'rniga $550 + 40$ yozish tavsiya etiladi, chunki birinchi holatda sonni yozish uchun 15 ta belgi, ikkinchisida esa faqat 6 ta belgidan foydalaniladi.

Taxminiy sonlar bilan matematik operatsiyalar natijasining xatosi hisob-kitoblarda ishlatiladigan eng kam aniq son xatosidan kam bo'lishi mumkin emas. Shuning uchun, taxminiy raqamlar bilan arifmetik amallarni bajarishda quyidagi qoidalar qo'llaniladi:

a) qo'shish yoki ayirish natijasi barcha sonlar mavjud bo'lgan to'g'ri razryadlar eng kichigigacha yaxlitlanishi kerak;

b) yaqin sonlar ayirmasi orqali kerakli qiymatni hisoblashdan qochish kerak, chunki bu hisoblash natijasining xatosini sezilarli darajada oshirishga olib keladi;

c) ko'paytirish yoki bo'lish natijasi eng kam aniq sonni qancha bo'lsa, shuncha to'g'ri raqamlardan foydalangan holda yozilishi kerak;

d) ko'paytirish yoki bo'lishda ko'paytma yoki qismdagi to'g'ri raqamlar soni ishlatilgan sonlarni eng kam aniqligidagi to'g'ri raqamlar soniga nisbatan kamayishi mumkin (ko'paytmalar yoki bo'luvchilar soni 10 dan ko'p bo'lmagan holda bir, ikkiga);

Masalan:

$$10,2+0,367+0,0059 = 10,5729 \approx 10,6.$$

Yig'indining absolyut xatosi barcha sonlar xatosini qo'shish bilan aniqlanadi. $0,05+0,0005+0,00005=0,05055 \approx 0,051$. Shunday qilib, yig'indi yozuvidagi oxirgi raqam endi to'g'ri emas.

$$235,5 - 234,682 = 0,818 \approx 0,8.$$

Ayirmaning absolyut xatosi ham sonlar xatolarini qo'shish yo'li bilan aniqlanadi: $0,05+0,0005=0,0505 \approx 0,051$. Olingan ayirmada to'g'ri raqamlar yo'q va yana bitta raqamni saqlab qolish asoslanmagan.

$$4.323 * 25.1 = 108.5073 \approx 109.$$

Ko'paytmaning nisbiy xatosi omillarning (bo'luvchi yoki bo'linuvchi) nisbiy xatolari yig'indisiga teng:

$$0005/4.323 + 0.05/25.1 \approx 2.1 \cdot 10^{-3}.$$

Ko'paytma absolyut xatosi $2,1 \times 10 \times 10^9 = 0,23$ ni tashkil qiladi.

Olingan ko'paytmada barcha raqamlar to'g'ri, chunki $0,23 < 1/2 \cdot 1$.

$$109 * 10^9 \approx 11\,881 \cdot 10^3 \approx 11,9 * 10^3.$$

Yuqoridagi misol ma'lumotlaridan foydalanib absolyut xatoni hisoblaymiz : $(0,23/109 + 0,23/109) * 119 \cdot 10^2 = 50,2$.

Ko'paytmada faqat birinchi ikkita raqam to'g'ri, 9 raqami shubhaliga tegishli, chunki $50,2 > 1/2 \cdot 10^2$.

15.3. O'lchov natijalarining grafik tartibi.

O'lchov natijalarini qayta ishlash va umumlashtirishda o'rganilayotgan funktsional bog'liqlikning grafik tasviri keng qo'llaniladi. Grafiklar bog'liqlikni ancha ko'rgazmali qiladi va analitik formulani tanlashni soddalashtiradi.

Grafikni qurish uchun har qanday koordinata tizimidan foydalanish mumkin: qutbli, qiya va boshqalar, lekin ko'pincha to'rtburchaklar (dekartoba) ishlatiladi.

Koordinata o'qlari uzluksiz qalin chiziqlar bilan quriladi, ularning uchlarida o'qlar tavsiya etilmaydi. Koordinata o'qlarida shkala belgilanadi, ular asosida koordinatalar panjarasi quriladi. Shuning uchun grafiklarni chizish uchun grafik qog'ozdan, masalan, millimetr qog'ozidan foydalanish qulay.

Dekart koordinata tizimining shkalasi tekis, ular ustida o'rganilayotgan miqdor joylanadi yoki funktsional bo'lib, ular faqat qiziqtirgan miqdorining qandaydir funksiyasiga nisbatan bir xil bo'ladi. Agar tekshirilayotgan miqdorning qiymatlari

shunday shkalada joylashgan bo'lsa, u holda funktsional shkala notekis bo'ladi. Funktsional odan logarifmiklar ko'pincha ishlatiladi. Funktsional shkalaning afzalligi shundaki, funktsiyani to'g'ri tanlash bilan tajriba grafigi to'g'ri chiziq shaklini oladi, bu esa tajriba ma'lumotlarni qayta ishlashni ancha osonlashtiradi.

Yagona tarozilarni qurishda quyidagi talablar bajariladi:

a) shkala o'rganilayotgan miqdor qiymatlarining butun diapazonini qamrab olishi kerak ;

b) shkala oralig'i va qadami, o'rganilayotgan miqdor qiymatlaridagi farq va qo'shni bo'linmalar orasidagi shkala uzunligi mos ravishda tanlanadi. Oraliq va qadam quyidagi raqamlar qatoridan tanlanadi $1 \cdot 10^n$, $(2,5 \cdot 10^n)$, $(4 \cdot 10^n)$, $5 \cdot 10^n$, bu erda n har qanday butun son (musbat yoki manfiy). Qavslar ichidagi sonlardan iloji boricha qo'llanilmaydi. Laboratoriya ishlarini bajarishda 1 sm ga teng bo'lgan oraliqni olish tavsiya etiladi;

c) $n > 3$ da ushbu shkala bo'yicha harf belgisiga 10^n ko'paytmani olib tashlash yoki uni ko'rib chiqilayotgan qiymat birligiga mos keladigan almashtirish tavsiya etiladi;

d) shkalani noldan yoki mos keladigan qiymatning minimal qiymatidan bir oz kamroq afzal qatoridagi sondan boshlanishi kerak ;

e) agar ikkala shkala noldan boshlansa, u holda nol faqat bir marta o'rnatiladi;

e) shkala uzunligi shunday tanlanadiki, grafiklarni tuzish va shkala o'qilishi xatolari o'lchov xatosidan oshmaydi;

g) qoida tariqasida, kattalik qiymatlari oraloiqni ajratib turadigan har bir shtrixda qayd etiladi, ammo shkalaning ko'rinishini ("o'qish") oshirish va ishni kamaytirish uchun kattalik qiymatlarini 2,5 yoki 10 oraliqda yozishga ruxsat beriladi.;

h) shkala bo'yicha bir qator tajriba ma'lumotlardan sonlarni yozish tavsiya etilmaydi.

Yuqorida aytilganlarni hisobga olgan holda, shkala uzunligi quyidagicha baholanadi $l = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{\Delta_x} \Delta x_u$, bu erda x_{\max} - miqdorning maksimal qiymati; x_{\min} miqdorning minimal qiymati ; Δ_x - o'lchov xatosi; Δ_u - shkalani o'qish xatosi (1 mm ga teng bo'lishi mumkin).

Masalan, nasos sarfi uchun shkala qurish talab etiladi, tajribada 0 dan 5,6 l / s gacha o'zgarib turadigan sarfni o'lchash maksimal xatosi 0,05 l / s ni tashkil etdi. Bunda $(5,6-0)/0,05=112$ mm.

0,5 l / s qadam bilan 120 mm ga teng bo'lgan shkalaning uzunligini oraliqlar soni 12, olish maqsadga muvofiqdir. Bu holda, shkalaning 1 mm 0,05 l / s ga mos, ya'ni sarf o'lchovini maksimal xatoligiga to'g'ri keladi.

Shkalani tayyorlash va koordinatalar panjarasini bajarishdan so'ng, tajriba nuqtalari o'tkaziladi (ularning qurilish chiziqlari ko'rsatilmaydi). Keyin asosiy chiziq nuqtalarga imkon qadar yaqinroq quriladi. Agar o'rganilayotgan funksiyaning ko'rinishi noma'lum bo'lsa va tajriba nuqtalari soni cheklangan bo'lsa, u holda nuqtalar to'g'ri chiziqlar bilan bog'lanadi.

Agar kerak bo'lsa, har bir nuqtaga mos keladigan shkalaga parallel bo'lgan qirqim shaklida absolyut xatolik ko'rsatilishi mumkin. Qirqim ikkita absolyut xatoga to'g'ri keladigan uzunlikka va tajriba nuqtasiga to'g'ri keladigan markazga ega.

Turli tajribalar sharoitlarga bog'liq bo'lgan tajriba nuqtalari turli belgilar — uchburchak, doira, kvadrat va hokazolar yordamida chiziladi. Agar bir nechta grafiklar mavjud bo'lsa, turli xil chiziqlar—qalin, shtrix, shtrix punktir va hokazolardan foydalaniladi. Grafikdagi egri chiziqlar, shuningdek, chunki chizma asboblari yordamida grafik chizilgan bo'lishi kerak.

Jadvalda minimal imzolar bo'lishi kerak, barcha tushuntirishlar, ko'rsatmalar va boshqalar sarlavha yoki matnda joylashtirilishi kerak.

Qiymatlari koordinata o'qlari shkalalarida chizilgan kattaliklarning nomi harf belgisi bilan almashtirilishi kerak.

Ish tartibi:

a) (o'qituvchining yordami bilan) to'g'ridan-to'g'ri o'lchovlar yordamida aniqlangan bitta fizik miqdorni tanlash, masalan, o'lchash idishining to'ldirish vaqti va boshqasi - bilvosita, masalan, plastmassa quvurning ko'ndalang kesim yuzasi (bu quvurlar odatda deformatsiyalanadi);

b) asboblari (sekundomer va shtangensirkul) bilan tanishish, hisobotga asboblari shkalasida bo'yicha qiymatlarning eng kichik va eng katta qiymatlarini va eng kichik bo'linma narxini yozish. Instrumental va o'qish xatolarini baholash va qayd etish. Sekundomer uchun, qo'shimcha ravishda tizimli xatolarni ko'rsatilgan yozuvlar jadval shaklida tuzilishi kerak;

v) berilgan fizik kattaliklarni o'lchash va hisoblash natijalarini qayd qilish uchun jadvallari tayyorlash. Jadvalda ustunlar bo'lishi kerak: tajriba raqami, muayyan o'lchov natijasi, oraliq hisoblarining ba'zi natijalari, masalan,

$$\sum x_i, (x_i - \bar{x})^2, \sum (x_i - \bar{x})^2 ; ;$$

d) berilgan qiymatlarni doimiy tajriba sharoitida 5 marta o'lchab, jadvalga yozish. Jadvalda o'lchangan qiymatlar asboblar shkalasida ko'rsatilgan birliklarda qayd etilishi kerak;

e) (15.1), (15.5), (15.4) formulalar va o'lchangan qiymatning o'rtacha arifmetik qiymatini, o'lchov natijasini o'rtacha kvadrat og'ishini ishlatib, to'g'ridan-to'g'ri o'lchovlar orqali olingan qiymatni topish tasodifiy xatoning ishonch oralig'i chegarasi, chiqarib tashlanmaydigan tizimli xato chegarasi va umumiy absolyut o'lchov xatosini aniqlash. Bunday holda, agar kerak bo'lsa, qo'shimcha ravishda (15.11) formuladan foydalanish. Ushbu bandda ko'rsatilgan hisoblarni dastlabki uchta tajriba va barcha beshta o'lchov natijalaridan foydalanilgan hollarda bajarish;

e) bilvosita o'lchovlar natijasida olingan miqdor uchun oldingi bandda ko'rsatilganidan tashqari, o'lchangan miqdorni uning to'g'ridan-to'g'ri o'lchovlar natijasida olingan miqdorga bog'liqligidan foydalanib aniqlash va (15.14) formuladan foydalanib, absolyut o'lchov xatosini topish. ;

g) barcha holatlar uchun (15.3) formula bo'yicha nisbiy xatolikni aniqlash, natijalarni taqqoslang va o'lchovlarning aniqligi haqida xulosa berish;

h) (15.7) formuladan foydalanib, kamchiliklarni yo'qligini tekshirish.

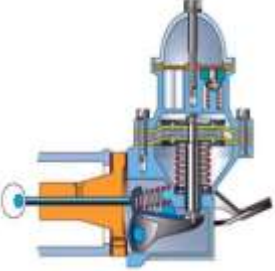


Nazorat savollari

1. "Suyuqlik" tushunchasi va uning modeli o'rtasidagi farq nimada?
2. Asosiy o'lchov qoidalari nimadan iborat?
3. O'lchangan qiymatni tavsiflovchi sonlar, shuningdek, absolyut va nisbiy xatolar qanday yaxlitlanadi?
4. To'g'ridan-to'g'ri o'lchovlar bilan olingan miqdorning xatosi qanday aniqlanadi?
5. Bilvosita o'lchovlar natijasida olingan miqdorning xatosi qanday aniqlanadi?

TESTLAR

| Test topshirig'i | A | B | C | D |
|---|--|---|--|--|
| Gidravlika fanining predmeti? | Gidravlika – suyuqlikning nisbiy tinch holat va harakat qonuniyatlarini o'rganadi va bu qonuniyatlarni texnikaga qo'llaydi | Gidravlika – tabiiy fanlardan biri bo'lib, suyuqlikning nisbiy tinch holat qonuniyatlarini o'rganadi | Gidravlika – suyuqlikning harakat qonuniyatlarini o'rganadi va bu qonuniyatlarni texnikaga qo'llaydi | Gidravlika – qattiq jismlarning harakat qonuniyatlarini o'rganadi va bu qonuniyatlarni texnikaga qo'llaydi |
| Bosim o'lchovchi suyuqlikli asboblarni ko'rsating | P'ezometr | Prujinali vakuummetr | Prujinali manometr | Gidravlik press |
| Gidrostatika bo'limi nimani o'rgatadi? | Suyuqlikning muvozanat qonunlarini o'rganib, texnikaga tadbiiq etishini o'rgatadi | Suyuqlik harakat qonunlarini o'rganib, texnikaga tadbiiq etishni o'rgatadi | Suyuqliklarni xossalariini o'rganib, texnikaga tadbiiq etishni o'rgatadi | Muvozanatdagi suyuqlikka ta'sir etuvchi kuchlarni o'rgatadi |
| Qaysi ma'lumot Paskal' qonunini ifodalaydi? | Suyuqlikka tashqaridan berilgan bosim suyuqlikning hamma nuqtalariga bir xil miqdorda o'zgarishsiz uzatiladi | Suyuqlikka botirilgan jismga siqib chiqaruvchi kuch ta'sir qilib, bu kuchning kattaligi botirilgan jism siqib chiqargan suyuqlik hajmiga teng bo'ladi | Gidrostatik bosim u ta'sir qilayotgan yuzaga normal bo'yicha yo'nalgan bo'ladi | Gidrostatik bosim u ta'sir qilayotgan yuzaga vertikal yo'nalgan bo'ladi |
| Qaysi formula gidrostatikaning asosiy formulasi? | $z + \frac{p}{\gamma} = const$ | $z_1 + \frac{p_1}{\gamma} > z_2 + \frac{p_2}{\gamma}$ | $z_1 + \frac{p_1}{\gamma} < z_2 + \frac{p_2}{\gamma}$ | $p = \rho gh$ |
| Suyuqlikning zichligi qanday aniqlanadi? | $\rho = \frac{m}{V}$ | $\gamma = \frac{G}{V}$ | $\gamma = \rho g$ | $\beta_c = -\frac{1}{W} \frac{dW}{dp}$ |
| Suyuqlikning solishtirma og'irligini aniqlash formulasi? | $\rho = \frac{m}{V}$ | $\beta_c = -\frac{1}{W} \frac{dW}{dp}$ | $\gamma = \frac{\rho}{g}$ | $\gamma = \frac{G}{V}$ |
| Suyuqlikning siqiluvchanligini aniqlash formulasi? | $\gamma = \frac{\rho}{g}$ | $\beta_{r_0} = \frac{1}{V} \frac{\Delta V}{\Delta t}$ | $\rho = \frac{m}{V}$ | $\beta_c = -\frac{1}{W} \frac{dW}{dp}$ |
| I.N'yuton gipotezasi to'g'ri yozilgan javobni ko'rsating? | $\gamma = \frac{G}{V}$ | $T = \mu \omega \frac{du}{dn}$ | $\rho = \frac{m}{V}$ | $\beta_c = -\frac{1}{W} \frac{dW}{dp}$ |
| Suyuqlikning harorat ta'sirida kengayishini aniqlash formulasi? | $\beta_{r_0} = \frac{1}{V} \frac{\Delta V}{\Delta t}$ | $\beta_c = -\frac{1}{W} \frac{dW}{dp}$ | $\rho = \frac{m}{V}$ | $\gamma = \frac{\rho}{g}$ |
| Ixtiyoriy nuqtadagi bosimni qaysi formula orqali hisoblash mumkin? | $p = p_0 + \rho gh$ | $p = p_0 + gh$ | $p = \rho gh$ | $p = p_0 - \rho gh$ |
| Quvurdagi bosim 200 kPa Manometr qanchani ko'rsatyapti (atmosfera bosimi 100 kPa ga teng)? | 100kPa | 150kPa | 0,5 at | 0,2 at |

| | | | | |
|--|--|--|---|---|
| Quvurdagi bosim 50 kPa Vakummetr qanchani ko'rsatyapti (atmosfera bosim 100 kPa ga teng)? | 0,5 at | $20 \cdot 10^3 \frac{N}{m^2}$ | 100kPa | 1,2 at |
| Arximed kuchi to'g'ri yozilgan javobni ko'rsating | $G = P = \gamma W$ | $G = \gamma \omega$ | $F = \gamma WS$ | $F = m g$ |
| Gidrostatik paradokc deb nimaga aytiladi? | Suyuqlikdagi bosim uning shakliga va xajmiga emas, balki chukurligiga bog'liq bo'lish xodisasi gidrostatik paradokc deyiladi | Suyuqlikdagi bosim idishning shakliga bog'liq bo'lish xodisasi gidrostatik paradokc deyiladi | Suyuqlikdagi bosim idishning shakliga va xajmiga bog'liq bo'lish xodisasi gidrostatik paradokc deyiladi | Suyuqlikdagi bosim idishni xajmiga bog'liq bo'lish xodisasi gidrostatik paradokc deyiladi |
| Qaysi holatda gidravlik radius quvur radiusining yarmiga teng? | Silindrik trubalarda suyuqlik to'lib oqqanda | To'g'ri to'rtburchakli novlarda suyuqlik oqqanda | Suyuqlik trapetsial novlarda oqqanda | Suyuqlik uchburchak novlarda oqqanda |
| Taqqoslash tekisligi bilan erkin sirt ustma-ust tushadimi? | Ustma-ust tushadi | Ustma-ust tushmaydi | Laminar harakat rejimida | Suyuqlik harakatlanganda |
| Gidrodinamika bo'limi nimani o'rgatadi? | Suyuqlik harakat qonunlarini o'rganib, texnikaga tadbiiq etishni o'rgatadi | Suyuqlikning muvozanat qonunlarini o'rganib, texnikaga tadbiiq etishini o'rgatadi | Suyuqliklarni xossalarini o'rganib, texnikaga tadbiiq etishni o'rgatadi | Muvozanatdagi suyuqlikka ta'sir etuvchi kuchlarni o'rgatadi |
| Qaysi formula sarfni hisoblash formulasi? | $Q = g \omega$ | $Q = \frac{g}{t}$ | $Q = \omega \rho$ | $Q = \mu_T \omega \sqrt{2g}$ |
| Oqimning o'rtacha tezligi qanday aniqlanadi? | $h_m = \zeta_m \frac{g^2}{2g}$ | $h_l = \lambda \frac{l}{d} \frac{g^2}{2g}$ | $Q = \omega \tau$ | $g = \frac{Q}{\omega}$ |
| Gidravlik radius qaysi formulada to'g'ri ko'rsatilgan? | $R = \frac{\omega}{\chi}$ | $R = \frac{\chi}{\omega}$ | $\omega = ab$ | $\chi = 2(a + b)$ |
| Kvadrat quvurning tomoni $a = 20 \text{ sm}$ Xo'llangan perimetrni aniqlang? | 08 m | 8 m | 8 sm | 80 mm |
| Nasosning so'ruvchi quvuri qaysi quvurlar turiga kiradi? | Uzun quvurlar | Qisqa quvurlar | Murakkab quvurlar | Uzun va qisqa quvurlar |
| Gidravlik tizimlar deb nimaga aytiladi? | Suyuqlik energiyasidan foydalanuvchi va suyuqlik energiyasini o'zgartiruvchi mashinalarga gidravlik tizimlar deyiladi. | Suyuqlik energiyasidan foydalanuvchi mashinalarga gidravlik tizimlar deyiladi. | Suyuqlik energiyasini o'zgartiruvchi mashinalarga gidravlik tizimlar deyiladi. | Suyuqlikka energiya beruvchi mashinalarga gidravlik tizimlar deyiladi. |
| Nasoslar deb nimaga aytiladi? | Suyuqlik energiyasini o'zgartirish bilan suyuqlik uzatuvchi mexanizmlarga aytiladi. | Suyuqlik energiyasidan foydalanuvchi mashinalarga nasoslar deyiladi. | Muvozanatdagi suyuqlik qonunlari asosida ishlaydigan mashinalarga nasoslar deyiladi. | Suyuqlik energiyasini elektrik energiyasiga aylantiruvchi mashinalarga nasoslar deyiladi. |

| | | | | |
|---|--|--|---|---|
| Dinamik nasoslar qanday nasoslar? | Suyuqlik kinetik energiyasini o'zgartiruvchi nasoslar | Suyuqlik potentsial energiyasini o'zgartiruvchi nasoslar | Suyuqlik ichki va potentsial energiyasini o'zgartiruvchi nasoslar | Suyuqlik potentsial va kinetik energiyasini o'zgartiruvchi nasoslar |
| Hajmiy nasoslar deb nimaga aytiladi? | Suyuqlik potentsial energiyasini o'zgartiruvchi nasoslar | Suyuqlik ichki va kinetik energiyasini o'zgartiruvchi nasoslar | Suyuqlik potentsial va kinetik energiyasini o'zgartiruvchi nasoslar | Suyuqlik kinetik energiyasini o'zgartiruvchi nasoslar |
| Parrakli nasoslar deb qanday nasoslarga aytiladi? | Markazdan qochma, vixrli, diafragmali | O'qiy, struyali, porshenli | Markazdan qochma, o'qiy, diogonal | Diagonal, plunjerli. |
|  <p>Chizmada nasosning qaysi turi tasvirlangan?</p> | <i>aksial-porshenli nasos</i> | <i>diafragmali nasos</i> | <i>porshenli nasos</i> | <i>shesterniyali nasos</i> |
|  <p>Chizmada nasosning qaysi turi tasvirlangan?</p> | <i>aksial-porshenli nasos</i> | <i>diafragmali nasos</i> | <i>porshenli nasos</i> | <i>shesterniyali nasos</i> |
|  <p>Chizmada nasosning qaysi turi tasvirlangan?</p> | <i>aksial-porshenli nasos</i> | <i>plastinali nasos</i> | <i>porshenli nasos</i> | <i>shesterniyali nasos</i> |

GLOSSARIY

Arhimed qonuni - Suyuqlikka botirilgan jismga, suyuqlikning jism hajmidagi og'irlik kuchiga teng bo'lgan, vertikal yuqoriga yo'nalgan kuch ta'sir etadi. Bu holat Arhimed qonuni deb ataladi.

Barqaror (statsionar) harakat - deb, shunday harakatga aytiladiki, bunda suyuqlik harakatlanayotgan oblastning har qaysi nuqtalarida mahalliy tezliklar vaqt bo'yicha o'zgarmaydi.

Bernulli tenglamasi - amaliy va nazariy jixatdan katta ahamiyatga ega bo'lib, u bosim bilan tezlikning bog'lanishini ifodalaydi. Har xil kesimlardagi z otmetkalarining o'zgarishligi natijasida Bernulli tenglamasidan harakatlanayotgan suyuqlikning kerakli xossasi kelib chiqadi: tezlik oshishi bilan bosim kamayadi, tezlik kamayishi bilan esa bosim ortadi.

Bosim markazi - Hidrostatik bosim kuchning tekis devorni kesib o'tgan nuqtasiga, bosim markazi deyiladi.

Dinamik qovushoqlik - tezlik gradienti birga teng bo'lganda suyuqlik qatlamlari tekkan birlik yuzasiga to'g'ri keluvchi ishqalanish kuchi.

Gidravlik zarb - qisuvli quvuro'tkazgichda oqayotgan suyuqlik tezligining tez (bir onda) o'zgarishi natijasida (mas, zulfin tez yopilganda) suyuqlikda bosimning keskin ortishi.

Gidravlik radius - deb, oqim jonli kesimi yuzasining ho'llangan perimetri nisbatiga aytiladi

Gidrostatika – gidravlikaning bo'limi bo'lib, suyuqlik muvozanatining qonunlarini o'rganadi. Bu qonunlarni ko'rib chiqishdan oldin, tinch holatda bo'lgan suyuqlik hajmiga ta'sir qiluvchi kuchlarni qaraymiz.

Gidrostatik paradoks - Idish shakllaridan qat'iy nazar P_o bosimlar, ρ zichliklar, ω yuzalar va chuqurliklar teng bo'lsa, unda gorizontallardagi bosim kuchlari bir xil bo'ladi. Bu Hidrostatik paradoks deyiladi

Gidravlik yo'qotishlar - nasosdagi gidravlik qarshiliklar (gidravlik ishqalanish, nasosga kirish va chiqishda, uyurmalar hosil bo'lishida va h.)ni yengishga sarflanadigan energiyadir.

Gidravlik uzatmalar - Suyuqliklar ishtirokida bir mexanizmning ikkinchi mexanizmini harakatga keltirishiga asoslangan mexanizmlar gidravlik uzatmalar deyiladi.

Ho'llangan perimetr - deb, kanal yoki quvur qattiq devorlariga, suyuqlik tekkan oqim jonli kesimining uzunligiga aytiladi.

Hajmiy nasoslar - ikki katta guruhga bo'linib, ular porshenli va rotorli nasoslar deyiladi.

Ideal suyuqlik - bu suyuqlik modeli, ya'ni tabiatda va texnikada uchramaydigan ideallashtirilgan muhit. Biroq bu ideallashtirilgan muhit dinamika qonunlarini o'rganishda katta ahamiyat kasb etadi.

Kinematik qovushoqlik - suyuqlik dinamik qovushoqligining zichligi nisbatiga teng.

Laminar (qatlamli) harakat - alohida zarrachalarning aralashmasdan, tezlik va bosimlarning pulsatsiyasiz tartibli harakatini ifodalaydi.

Mexanik yo'qotishlar - nasosning podshipnik va maydonlaridagi ishqalanishga, krivoship-shatunli mexanizmlarga sarflangan quvvat yo'qotishlari bo'lib, uni mexanik FIK hisobga oladi.

Massali (yoki hajmiy) kuchlar - bu kuchlar ajratib olingan suyuqlik hajmi massasiga proporsional (yoki o'zgarmas zichlik muhitida hajmga proporsional) va shu hajm muhitining hamma nuqtalarida ta'sir qiladi.

Nasos - tashqaridan uzatilgan energiyani suyuqlik oqimining bosim energiyasiga aylantirib beruvchi gidravlik mashina.

Nasosning bosimi - Nasosning uzatgich va so'rg'ich qismlaridagi solishtirma energiyalar ayirmasiga nasosning bosimi deyiladi.

Nonyuton qovushqoq – plastik suyuqliklar - o'zlariga nyuton suyuqliklar qovushqoqligini va qattiq plastik jism xossalarini mujassam etadilar.

Naporli oqimlar - hamma tomonidan qattiq devor bilan chegaralangan bo'ladi. Bunday oqimga suyuqlik harakati qandaydir tashqi manba (naporli rezervuar, nasos va boshqa) bilan tutashgan bosim ta'sirida sodir bo'ladi.

Naporsiz oqimlar - qisman qattiq va qisman erkin sirt bilan chegaralangan. Bularda suyuqlik harakati faqatgina og'irlik kuchi ta'siri ostida sodir bo'ladi.

Oqim - Harakatlanayotgan suyuqlik oblasti chegaraviy ohirgi o'lchamlarga ega bo'ladi va u oqim deyiladi. Oqim uzluksiz elementar oqim naychalarining yig'indisidan tashkil topadi. Bunday modelni suyuqlik oqimining naychali oqim modeli deyiladi.

Paskal qonuni - Hidrostatikaning $p = p_o + \rho gh$ asosiy tenglamasidan ko'ramizki, tinch holatda bo'lgan suyuqlikning p_o sirtidagi bosim shu idish ichidagi suyuqlikning istalgan nuqtasiga o'zgarishsiz ta'sir qiladi.

Real suyuqlik harakatida - normal kuchlanishlardan tashqari yana urinma kuchlanishlar ham sodir bo'ladi. Real suyuqlik o'zining qatlamlari nisbiy siljishiga va zarrachalariga qarshilik ko'rsatish xususiyatiga ega bo'ladi.

Reynolds kritik soni - qiymati quvur kiritishidagi sharoitlariga, uning devori g'adir-budirligiga, suyuqlilardagi boshlang'ich ta'sirlanishlarga yoki ularning bo'lmasligiga, konveksion oqimlarga va boshqalarga bog'liq.

Sarf - Birlik vaqt ichida oqim jonli kesimidan o'tadigan suyuqlikning hajmiy miqdoriga qaraladigan kesimning oqim sarfi deyiladi.

Sifon - bu tirsaklari har-xil uzunlikdagi burilgan quvur bolib, suyuqlik bu quvur orqali yuqori sathdagi rezervdan pastki sathdagi rezerevga oqib tushadi.

Suyuqlik - bu oquvchanlikka ega bo'lgan jism. Tomchili suyuqlik va gazlar oquvchanligi bilan xarakterlanadi. Moddalar holati, uning atom-molekulyar tuzilishi bilan aniqlanadi.

Suyuqlikning nisbiy muvozanati - uning harakatida zarrachalarining yon tomonidagi zarrachalar bilan aralashishi sodir bo'lmaydi va suyuqlikning hamma massasining qattiq jism kabi harakatlanishiga aytiladi.

Teng bosimli sirt - sirtning hamma nuqtalarida bosim bir xil bo'lsa, bunday sirtlarni teng bosimli sirt deyiladi.

Tutash idishlar - pastki tomonlari o'zaro birlashgan idishlar. Idishlarning qanday shakldaligidan qat'i nazar ular bir xil suyuqlik bilan to'ldirilsa, ikkala idishda ham suyuqlik sathi birday bo'ladi. Agar idishlar har xil suyuqliklar bilan to'ldirilsa, zichliklari turlicha bo'lganligi uchun ularning sathi har xil balandlikda joylashadi, chunki balandlik zichlikka teskari mutanosib. Agar tutash idishlarning bir tirsagi berk bo'lsa, suyuqliklar satxlari orasidagi farq o'sha berk tirsakdagi bosimga bogliq bo'ladi. Manometrlar, bug' qozonlarining suv o'lchash asboblari, suyuqliklarning zichligini o'lchash asboblari va boshqa asboblarda qo'llanadi.

Uzunlik bo'yicha napor yo'nalishi - Darsi-Veysbax formulasidan hisoblanadi.

Uzun o'tkazgich quvurlar - hisobida h_e uzunlik bo'yicha yo'qolgan bosim topiladi, keyin esa h_e topilgan qiymatni 5...10 % ga ko'paytirib, mahalliy napor yo'qolishi yig'indisi hisoblanadi.

Uyurmali nasoslar - ishlash prinsipi bo'yicha markazdan qochma nasos hisoblanadi.

Vakuum - agar nuqtada absolyut bosim atmosfera bosimidan kichik bo'lsa, unda absolyut bosimning atmosfera bosimigacha yetmasligi vakuum deyiladi

Venturi sarf o'lchagich - uzatkich quvurlarda suyuqlikning oqib o'tadigan sarfini o'lchash uchun o'rnatiladi

Yo'qolgan napor - Oqimda ikkala ko'rinishdagi napor (mahalliy, uzunlik bo'yicha) yo'qolishlari hosil bo'ladi va umumiy yo'qolgan naporni topish uchun ularning qiymatlarini qo'shish kerak.

Nasos stantsiyaning ahamiyati - qurilish, ekspluatatsion va tabiiy sharoitlarga bog'liq ravishda gidrotexnika inshootlari majmuining tarkibi o'zgartirilishi mumkin.

Nasos stantsiyalarning asosiy asbob-uskunalari - ularga o'rnatiladigan nasos agregatlari (nasos va elektrodvigatel) hisoblanadi.

Nasos deb - tashqaridan uzatilgan energiyani suyuqlik oqimining bosim energiyasiga aylantirib beruvchi gidravlik mashinaga aytiladi.

Nasosning uzatkich va so'rgich kismlaridagi solishtirma - energiyalar ayirmasiga nasosning bosimi deyiladi.

Suv ko'targichlar - ya'ni suyuqlikning xolat energiyasini (Z) o'zgartiruvchi qurilmalar: charxpalak, chig'ir, suv ko'tarish g'ildiragi, Arximed vinti, xavoli suv ko'targichlar, kapillyar nasoslar va xakozo [8];

Oqimchali nasoslar - suyuqlikni kinetik energiyasini ($V^2/2g$) o'zgartiruvchi nasoslar: gidroelevator, ejetor, injektor va xakozo;

Xajmiy nasoslar - suyuqlikning potentsial energiyasini ($R/?$) o'zgartiruvchi mashinalar: porshenli (plunjerli), rotorli, vintli, kanotli, diafragmali nasoslar, suv xalqali vakuum-nasoslar, gidravlik taran va xakozo;

Kurakli nasoslar - suyuqlikning potentsial ($R/?$) va kinetik ($V^2/2g$) energiyalarini o'zgartiruvchi mashinalar: markazdan kochma, diagonal, o'qiy va uyurmali nasoslar.

Nasos - dvigatel, mexanik energiya uzatmasi, so'rish va bosimli truboprovodlardan iborat, suyuqlik uzatishga mo'ljallangan tuzilmaga nasos qurilmasi deyiladi.

Suyuqlik haydash Q - deb vaqt birligi ichida nasosning chiqargan suyuqlik miqdoriga aytiladi, m^3/s , l/s , $m^3/soat$. Ikki va undan ortiq nasoslar bitta truboprovodga parallel yoki ketma-ket ulanib, birgalikda ishlashi mumkin. Dinamik nasoslarda suyuqlik, nasosning kirish xamda chiqishlari bilan doimiy bog'langan ish kamerasidagi ish organining ta'sirida siljiydi.

Nasos dvigateli - mexanik, elektrik va boshqa turdagi energiyani suyuqlik oqimi energiyasiga aylantirib beruvchi gidravlik mashinadir.

Nasos agregati (gidroagregat) - quvvatni uzatish jixozlari bilan bog'langan nasos va dvigatel yig'indisidir.

Nasos qurilmasi - suyuqlikni manba'sidan olib iste'molchiga yetkazib beruvchi qurilma yoki quvvatni uzatish jixozlari bilan bog'langan nasos va dvigatel, suruvchi va bosimli kuvurlar, ularning kerak - yarog'lari (armatura, berkitgich - zadviyka, teskari klapan va boshqalar) va o'lchov asboblari (vakuometr va manometr) yig'indisidir.

Nasos stantsiyasi - iste'molchilarga suv yetkazib beruvchi, zax qochirish va kanalizatsiya sistemalaridan suv xaydab chiqaruvchi bir yoki bir necha qurilmalar va gidrotexnik inshootlar yig'indisidir.

Suyuqlik sarfi (Q)- birlik vakt ichida nasosdan o'tayotgan suyuqlik xajmiga teng. O'lchov birliklari - l/s , m^3/s , $m^3/soat$,

Quvvat (N). Nasos bilan 1 sek. ma'lum balandlikka ko'tarilgan m massali suyuqlikning bajargan ishiga nasosning foydali ishi deyiladi.

Foydali ish koeffitsienti (η). - nasos foydali quvvatining uni iste'mol quvvatiga nisbatinasosning foydali ish koeffitsienti deyiladi, ya'ni **Aylanishlar soni (n)** - nasos vali yoki ish g'ildiragining 1 minutda aylanish (ayl/min) tezligidir.

So'rish balandligi ($h_{so'r}$) - umumiy ko'tarish balandligining so'rish kismidir. (metr).

Geometrik so'rish balandligi - manbadagi suv satxidan ish g'ildiragining markazigacha, ya'ni gorizonta nasoslarda ularning o'qigacha (a), tik o'qiy nasoslarda buriladigan qanotlarining o'qigacha (b), markazdan qochma tik nasoslarda bosimli patrubkasi o'qigacha (v), tik porshenli nasoslarda, porshenning yuqori vaziyatigacha (g) bo'lgan masofaga teng.

Keltirilgan so'rish balandligi - deb, geometrik so'rish balandligi va so'rish trubasida gidravlik qarshiliklar natijasida yo'qotilgan so'rish balandligi yig'indisiga aytiladi.

Vakuometrik so'rish balandligini - aniqlash uchun 0-0 va 1-1 kesimlariga 0-0 tekisligiga nisbatan D.Bernulli tenglamasini tuzamiz.

Geometrik xaydash balandligi - yuqori befdagi suv satxidan nasoslar ishchi g'ildiragining o'qigacha bo'lgan masofaga aytiladi.

Keltirilgan xaydash balandligi - geometrik xaydash balandligi va bosimli quvurda gidravlik qarshiliklar natijasida yo'qotilgan xaydash balandliklari yig'indisiga aytiladi.

Suv ko'tarib berishning geometrik balandligi- pastgi bef suv satxidan yuqori bef suv satxigacha bo'lgan masofaga aytiladi.

Parrakli nasos - dvigateldan olayotgan energiyani ish g'ildiragi parraklari orqali siljiyotgan suyuqlikka beradi. Parrakli nasoslar: markazdan qochma, o'qiy va diogonallarga bo'linadi.

Markazdan qochma nasoslarda - suyuqlik, ish g'ildiragi aylanishidan vujudga keladigan markazdan qochma kuchlar hisobiga uzatiladi.

Kavitatsiya - bu suvning sovuqlay qaynashi bilan bog'lik xodisalardir. Ma'lumki suv 100 °C issiqda emas, balki undan past temperaturada xam qaynashi mumkin. Buning uchun bosim albatta kichik bo'lishi shart, ya'ni bosim pasayishi bilan suvning qaynash temperaturasi xam kichik bo'ladi.

Nazariy bosim deb, gidravlik qarshiliklar yo'q deb faraz qilingan nasosning bosimiga aytiladi Nasosning xaqiqiy bosimi deb, nazariy bosimdan gidravlik qarshiliklar natijasida yo'qotilgan bosim ayrimasiga aytiladi.

Nasoslarni parallel ishlatish - bir nasos kerakli suv sarfini uzata olmaganda, ikki yoki undan ortiq nasosni ishlatishga to'g'ri keladi. Bir necha nasosning umumiy bosim quvuriga suv uzatishiga nasoslarni parallel ishlatish deyiladi.

Nasoslarni ketma - ket ulab ishlatish - suvni birinchi nasos bosim quvuri orqali ikkinchi nasosning so'rish patrubkasiga uzatilishi, nasoslarni ketma - ket ulab ishlatish deyiladi.

Dastlabki zavoddagi sinovlar birinchi tayyorlangan tajriba nusxa nasoslar va aloxida ishlab chiqariladigan nasoslar uchun o'tkaziladi.

Qabul qilish sinovlaridan dastlabki zavoddagi sinovlardan o'tgan xamma nasoslar o'tkazilishi lozim. Qabul qilish sinoviga asosan, shu nasosni seriyali ishlab chiqarish masalasi xal qilinadi va nasosning texnik xujjatlariga shu sinovlardan olingan uning ishchi xarakteristikalari kiritilishi shart.

Dastlabki bir gurux nasoslar sinovi, nasosni seriyali ishlab chiqarishga tayyorgarlik ko'rish va tashkil qilish maqsadida o'tkaziladi.

Namunaviy sinovlardan nasosni ishlab chiqarish texnologiyasi yoki konstruktsiyasiga o'zgarishlar kiritilgandan so'ng, tayyorlangan birinchi nasoslar o'tkaziladi.

Ishonchlilikni aniqlash sinovlari, seriyali ishlab chiqarilgan birinchi nasos yoki aloxida ishlab chiqarilgan nasoslar bilan ularning xaqiqiy ishonchlilik ko'rsatkichlarini olish uchun o'tkaziladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 28.01.2022 yildagi PF-60-sonli “2022—2026 yillarga mo‘ljallangan yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida” farmoni. lex.uz/
2. Ahlam I. Shalaby. Fluid Mechanics for Civil and Environmental Engineers London 2018 y. 1685 pp.
3. Andwer Chadwick and John Morfett. Hydraulics in civil and environment engineering. London 2003 y. 251 pp.
4. Arifjanov A.M. Gidravlika. Toshkent. 2021. 170 b.
5. Arifjanov A.M., Raximov Q.T., Samiev L.N., Apakxujaeva T.U., Atakulov D.Ye. Gidravlika va gidravlik mashinalar. Toshkent. TIQXMMI 2020
6. T.Kaletova, A.Arifjanov “Hydromechanika”, Nitra, 2019y, -160 pages.
7. A.M.Arifjanov, P.N.Gurina, T.U.Apakxujaeva “Gidravlika”, Toshkent, TIQXMMI, 2018g, -171 s.
8. John Fenton “A First Course in Hydraulics”, Vienna University of Technology, Austria, 2012u, 120pages.
9. Latipov K.Sh. «Gidravlika, gidromashinalar va gidroyuritmalar»- o‘quv qo‘llanma, Toshkent. O‘qituvchi, 1992 y.
10. Melvyn Kay, Practical Hydraulics (Taylor & Francis 2 Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon OX14 4RN) 2008.-253 pages
11. Philip M. Gerhart Andrew L. Gerhart John I. Hochstein Fundamentals of Fluid Mechanics. ISBN 978-1-119-08070-1 (Binder-Ready Version). USA 2016
12. Frank M. White Fluid Mechanics. ISBN 978-0-07-339827-3. USA 2011
13. P. Novak, V. Guino t, A. Jeff rey and D. E. Reeve Hydraulic Modelling – an Introduction. ISBN13: 978-0-203-86162-2 (ebk). New York, NY 10016, USA. 2010

MUNDARIJA

| | |
|---|-----------|
| Kirish | 3 |
| I-BOB. GIDROSTATIKA | 6 |
| 1.1 Suyuqlik to'g'risida malumotlar | 6 |
| 1.2. Suyuqliklarning fizik xossalari haqida umumiy ma'lumot | 9 |
| 1-LAB. Gidrostatik bosim qiymatini o'lchaydigan asboblari | 15 |
| 2-LAB. Gidrostatik bosim xossalarini tajribada kuzatish, b.paskal qonunini namoyishi | 24 |
| II-BOB. GIDRODINAMIKA | 30 |
| 3-LAB. D. Bernulli tenglamasini laboratoriya sharoitida namoyishi | 30 |
| 4-LAB. Oqim harakat tartibi (rejimi)ni tadqiqoti. Reynolds sonini aniqlash | 36 |
| 5-LAB. Quvurlar uzunligi bo'yicha yo'qotilgan energiyani (naporni) aniqlash | 40 |
| 6-LAB. Mahalliy qarshiliklarda yo'qolgan energiyani (naporni) hisoblash | 46 |
| 7-LAB. Suyuqlikning yupqa devorli teshik va naychalardan oqib chiqishi | 52 |
| III-BOB. GIDRAVLIK TIZIMLAR (mashinalar) | 57 |
| 8.1 Nasoslar va gidrodvigatellar | 57 |
| 8.2 Nasoslarni guruhlash | 60 |
| 8.3 Nasoslarning asosiy parametrlari | 62 |
| 8.4 Nasoslarning ishchi xarakteristikalari | 67 |
| 8.6 Nasoslarni quvurga ulash. nasoslarni ketma-ket va parallel ulash | 68 |
| 8-LAB. Nasoslar ishchi xarakteristikasini qurish | 73 |
| 9-LAB. Nasoslar ketma-ket ulanganda nasos qurilmasining xarakteristikasini qurish | 77 |
| 10-LAB. Nasoslar parallel ulanganda nasos qurilmasining xarakteristikasini qurish | 80 |
| 11-LAB. Oqimchali nasoslarning ish prinsipini o'rganish | 83 |
| 12-LAB. Venturi suv o'lchagichining ish rejimini o'rganish | 90 |
| 13-LAB. Struyali suv ko'targich qurilmasining ish rejimini o'rganish | 95 |
| 14-LAB. Sifon qurilmasining ish rejimini o'rganish | 98 |

| | | |
|--------------|--|------------|
| | Gidravlik o'lchov natijalarini qayta ishash bo'yicha tavsiyalar | 102 |
| 15.1 | Asosiy ma'lumotlar | 102 |
| 15.2. | Raqamlarni yaxlitlash va taxminiy hisob-kitoblarni bajarish qoidalari | 115 |
| 15.3. | O'lchov natijalarining grafik tartibi | 118 |

ILOVALAR

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI