

A.M. ARIFJANOV

GIDRAVLIKA
DARSLIK

TOSHKENT - 2021

**O`ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLY VA O`RTA MAXSUS TA`LIM VAZIRLIGI**

**TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO`JALIGINI
MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI INSTITUTI**

A.M. ARIFJANOV

GIDRAVLIKA

DARSLIK

TOSHKENT - 2021

Darslik O`zbekiston Respublikasi OO`MTVning 20__ yil__dagi №__ – buyrug`iga asosan chop etishga tavsiya etilgan.

UDK 532(075.8)

A.M. ARIFJANOV

/GIDRAVLIKA /

Darslik, T-2021., 312 b.

Darslik to`rtta kitobdan iborat bo`lib, e`tiboringizga darslikning birinchi kitobi Hidrostatika qismi havola etilmoqda. Darslik gidravlikaning gidrostatika qismi suyuqlikning muvozanatdagi qonuniyatlari yoritilgan bo`lib, nazariy tushunchalar, amaliy mashg`ulotlarini bajarish bo`yicha metodik yondoshuvlar hamda laboratoriya mashg`ulotlarini bajarish bo`yicha ko`rsatmalar hamda amaliy masalalarni yechimiga doir namunalarni o`z ichiga oladi. Darslikda har bir mavzular doirasida masalalar yechimi keltirilgan bo`lib, masalalar zamonaviy texnologiyalardan foydalanib yechish uslublari bilan boyitilgan va fanning so`nggi yutuqlarini o`z ichiga olgan.

Darslik 5450200 – Suv xo`jaligi va melioratsiya, 5450300 – Suv xo`jaligi va melioratsiya ishlarini mexanizatsiyalashtirish, 5430500 – Qishloq va suv xo`jaligida energiya ta`minoti, 5430300 – Qishloq va suv xo`jaligida texnik servis, 5430400 – Qishloq xo`jaligida innovatsion texnika va texnologiyalarni qo`llash bakalavriat ta`lim yo`nalishlari fan dasturlari asosida tayorlangan. Darslikda keltirilgan alohida ma`lumot va masalalardan soha bo`yicha ta`lim olayotgan magistratura mutaxassisligi talabalari hamda mutaxassislar ham foydalanishlari mumkin.

Uchebnik sostoit iz chetyryox knig, predostavlyaetsya vashemu vnimaniyu pervaya kniga – Hidrostatika. V uchebnike raskryty zakony pokoyayetsya jidkosti, gde rassmotreny teoreticheskie ponyatiya, metodicheskie podxody po vypolneniyu prakticheskix zanyatij, ukazaniya po vypolneniyu laboratornyx zanyatij, a takje pokazatelnye primery dlya resheniya prakticheskix zadach. V uchebnike privedeny prakticheskie zadachi, resheniya kotoryx dayutsya s ispolzovaniem sovremennyx texnologiy, takje v uchebnike otrajeny poslednie dostijeniya nauki v dannoy oblasti.

Uchebnik podgotovlen na osnove programm napravleniy bakalavriatov 5450200 – Vodnoe xozyaystvo i melioratsiya, 5450300 – Vodnoe xozyaystvo i mexanizatsiya meliorativnyx rabot, 5430500 – Energosnabjenie v selskom i vodnom xozyaystve, 5430300 – Texnicheskij servis v selskom i vodnom xozyaystve, 5430400 – Ispolzovanie innovatsionnoy texniki i texnologiy v selskom

hozyaystve. Uchebnikom mogut polzovatsya studenty spetsialnosti magistratury, obuchayushiesya v etoy otrasli, a takje spetsialisty.

The textbook consists of four books, the first book is presented to your attention - Hydrostatics. The textbook discloses the laws of a liquid at rest, where theoretical concepts, methodological approaches to performing practical exercises, instructions for performing laboratory exercises, as well as illustrative examples for solving practical problems are considered. The textbook contains practical tasks, the solutions of which are given using modern technologies, and the textbook also reflects the latest achievements of science in this area.

The textbook was prepared on the basis of undergraduate programs 5450200 - Water management and reclamation, 5450300 - Water management and mechanization of reclamation work, 5430500 - Energy supply in agriculture and water management, 5430300 - Technical service in agriculture and water management, 5430400 - Use of innovative equipment and technologies in agriculture. The textbook can be used by graduate students studying in this industry, as well as specialists.

Taqrizchilar: **A.Ibadullayev**, Toshkent Davlat Transport Universiteti
“Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari” kafedrası
professori, texnika fanlari doktori.

F.A.Gapparov, Toshkent irrigatsiya va qishloq
xo’jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti
“Gidrologiya va gidrogeologiya” kafedrası mudiri,
texnika fanlari doktori,

SO'Z BOSHI

Darslik Hidravlika qismida suyuqlikning muvozanatdagi qonuniyatlari yoritilgan bo'lib, gidrostatika bo'limini va amaliy mashg'ulotlarini bajarish bo'yicha, laboratoriya mashg'ulotlarini bajarish bo'yicha ma'lumotlarni o'z ichiga oladi. Darslikda tarkibida injenerlik masalarni yechishda foydalanish imkoniyatlari bayon etilgan.

Darslik 5450200 – Suv xo'jaligi va melioratsiya, 5450300 – Suv xo'jaligi va melioratsiya ishlarini mexanizatsiyalashtirish, 5430500 – Qishloq va suv xo'jaligida energiya ta'minoti, 5430300 – Qishloq va suv xo'jaligida texnik servis, 5430400 – Qishloq xo'jaligida innovatsion texnika va texnologiyalarni qo'llash bakalavriat ta'lim yo'nalishlari fan dasturlari asosida tayorlangan.

Darslikni tayorlashda bu sohada respublikamizda va xorijiy adabiyotlarda (K.Sh.Latipov, Melvyn Kay) keltirilgan metodik va ilmiy yondoshuvlarga asoslandi hamda fanda erishilgan yangi ma'lumotlar bilan boyitildi.

Darslik turta kitobdan iborat bo'lib, e'tiboringizga darslikning birinchi kitobi Hidrostatika qismi havola etilmoqda. Darslikning Gigidrostatika qismida suyuqlik ning muvozanatdagi qonuniyatlari yoritilgan bo'lib, nazariy tushunchalar. amaliy mashg'ulotlarini bajarish bo'yicha metodik yondoshuvlar hamda laboratoriya mashg'ulotlarini bajarish bo'yicha kursatmalar hamda amaliy masalarni yechimiga doir namunalarni o'z ichiga oladi. Darslikdan soha mutaxassislari magistratura talabalari ham foydalanishlari mumkin.

O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish Kontsepsiyasida keltirilgan vazifalarni jumladan: “mustaqil ta'lim soatlari ulushini oshirish, talabalarda mustaqil ta'lim olish, tanqidiy va ijodiy fikrlash, tizimli tahlil qilish, tadbirkorlik ko'nikmalarini shakllantirish, o'quv jarayonida kompetentsiyalarni kuchaytirishga qaratilgan metodika va texnologiyalarni joriy etish, o'quv jarayonini amaliy ko'nikmalarni shakllantirishga yo'naltirish...” kabi ishlarni amalga oshirish, talabalarda amaliy kunikmalarni shakllantirish maqsadida darsliknig har bir bo'lim yakunida yangi amaliy misol va masalarlar kiritildi. Keltirilgan masalalarni yechishda zamonaviy uslublardan foydalanish bo'yicha tavsiyalar keltirildi.

Darslikni tayyorlash jarayonida Toshkent Irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti “Gidravlika va gidroinformatika” kafedrasi xodimlari hamda taqrizchilar bildirilgan do'stona fikr va mulohazalariga minnatdorchilik bildiramiz.

KIRISH

Nega gidravlika?

Gidravlika ta'rifga kura muvozanatdagi va harakatdagi suyuqlik qonuniyatlarini o'rganadi va ularning texnikaga tadbig'i bilan shug'ullanadi. Gidravlikaning o'rganish ob'ekti – suyuqlik bulib, bu qonuniyatlar gazlar uchun ham talluqlidir. Sizlar yaxshi bilasizlarki, tabiatdagi moddalarni quyidagi holatlarda ko'rish mumkin- qattiq holatda, suyuq holatda, gazzimon holatda. Demak, moddalar suyuqlik holatiga kelar ekan, bu gidravlikaning obektiga aylanadi. Ya'ni, suyuqlikda yuzaga keladigan jarayonlarni o'rganadigan fan – bu gidravlika fanidir. Yuqoridagi tarifdan kelib chiqib, shuni aytish mumkinki, Gidravlikaning muvozanatdagi suyuqlik qonunlarini o'rganuvchi bo'limi «Gidrostatika» deb yuritiladi. Suyuqlikning harakatdagi qonunlarini o'rganadigan qismi «Gidrodinamika» deb yuritiladi. Gidravlika so'zining lug'aviy ma'nosi qadimiy fanlar qatori lotin tilidan olingan bo'lib, , yunonlarda girdavlika so'zi ikkita so'zdan iboratdir, ya'ni “Xyudor”-suv va “Aulos”- quvur degan so'zlar yig'indisidan iborat. Bu iboralar bundan 2000 yildan ortiq paydo bulgan. Bugungi kunga kelib, iqtisodiyotning taraqqiyoti, insoniyat sivilizatsiyasining rivojlanishida Gidravlika qonunlari na fani faqat quvurlardagi jaraenlar , balki iqtisodiyotning barcha sohalaridagi muammolarni yechishda qul kelmoqda. Bu fikrimizning tasdig'ini topish uchun bir necha oddiy savollarga javob izlaymiz, ya'ni nima uchun Gidravlika qonunniyatlarini o'rganish zaruriyati mavjud? Masalan, **Nega o'zanlarda, daryolarda, dengiz, okeanlarda va er ostida suv harakatlanadi?**





Suvning nega bunday harakatlanayotganligi sababini bilmoqchi bo'lsak, Gidravlika faniga murojat qilishimiz kerak va gidravlika qonunlarini bilsakgina bu savollarga javob topishimiz mumkin. Yoki navbatdagi savolga o'tsak, **qanday qilib daryolar to'g'onlar orqali boshqariladi?**



Mana shu to'g'onlar orqali daryolarni boshqarishda bu to'g'onlarning o'lchamlari qanaqa bo'lishi kerak? **Bu inshootlar mustahkam va xavfsiz ishlashi uchun ularning suv o'tkazadigan qismlari qanaqa bo'lishi kerak?**



Mana shu savollarning javobi gidravlika qonunlaridir. Yana navbatdagi savolga qaraymiz: **Nega daryolarda o'zanlar deformatsiyalanadi?**



Biz hammamiz yaxshi bilamizki, Amudaryo o‘z harakati davomida shunday harakatlanishi mumkinki, u qirg‘oqlarni yuvib ketishi yoki loyqa bosib qolishi mumkin. **Nega shunday bo‘ladi?**



Alohida Amudaryoni uning quyi qismida Xorazm Qoraqalpog‘istonlarga tushgan qismida kuzatadigan bo‘lsangiz, bunday jarayonlarni ko‘rishingiz mumkin. Tarixga nazar solsak shunday voqealar ko‘zga tashlanadiki, daryo toshqin vaqtlarida daryo o‘zini o‘zanini kilometrgacha o‘zgartiradi. Tasavvur qiladigan bo‘lsak, mana bugun daryo ma‘lum bir erda oqayapti, ma‘lum vaqtdan keyin esa bir kilometr uzoqda oqayapti. **Nega? sababi qanday? Bu odamlarga qanday tashvishlarni olib keladi? Bu savollarning va masalalarning echimi Gidravlika qonuniyatlari bilan bog‘liqdir.**

Keyingi oddiy savolimiz: **Nega kemalar suvda muvozanatda turadi?**



**Sues (Suvaysh) kanali
(1869y. 193,3 km)**



**Qoraqum kanali
(1954y. 1445 km.)**

Juda oddiy savol. Bu savollarga javoblar ham Gidravlikada. Demak, biz kemalarni yurgizmoqchi bo'lsak va unga mos kanallar, o'zanlar qurmoqchi bo'lsak nimadan foydalanishimiz kerak? **Bu ham Gidravlika.** Yana navbatdagi savolimiz: **Kanallar qanday loyihalanadi?**



Parkent kanali



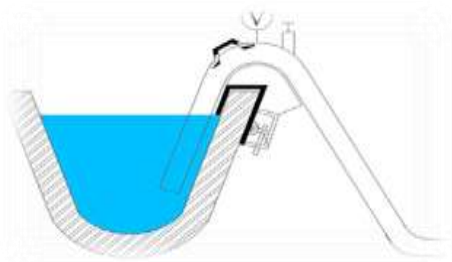
Bozsu kanali

Mana biz har kuni yo'limizda ko'plab kanallarni ko'ramiz. Xo'sh, bu kanallardan foydalanish, ularni qurish, loyihalash uchun nima qilish kerak? Yoki bu kanallar qanday loyihalanadi? **Buning asosi, ildizi, mohiyati qaerda? Bu ham albatta, Gidravlika.**

Demak, biz mana shu gidravlikani qonunlarini o'rganmasdan, bu ishga qo'l ursak, katta salbiy oqibatlar kelib chiqadi. **Keyingi masala, gidrotexnik inshootlar qanday loyihalanadi?** Buni ham ildizi, mohiyati gidravlika



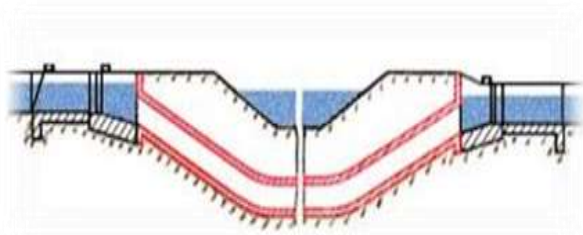
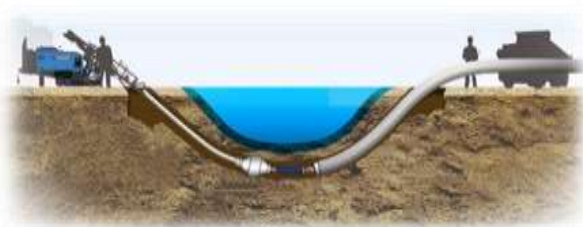
Biz har kuni kundalik hayotimizda ko'plab suv uzatish moslamalarini ko'ramiz. Xonadonimizda yoki amaliyotda, ishxonada yoki biror bir o'zimizni faoliyatimizda juda ko'plab **suv uzatish** moslamalariga duch kelamiz. Misol uchun oddiy **lotoklarni** aytishimiz mumkin, **kanallarni er ostidan o'tkazish jarayonlari**, har xil **quvurlar orqali suyuqliklarni uzatish**, har xil tizimlarda suyuqliklarni taqsimlash yoki **nasoslar orqali har xil suyuqliklarni, suv, neft** kabi istalgan suyuqliklarni uzatmoqchi bo'lsak xilma xil moslamalardan foydalanamiz. **Xo'sh, bu qurilmalar, bu moslamalar qanday ishlaydi?**



Sifon



Nasos stansiyasi



Dyuker



Bunday qurilmalarni yangi avlodi inovatsion texnologiyalarni yaratmoqchi bo'lsak, **qanday yaratamiz? Nimaga tayanib yaratamiz?** Demak, mana shu fanning qonuniyatlarini o'rganibgina biz bu masalalarni, bu muammolarni bartaraf etishda salmoqli hissamizni qo'shishimiz mumkin bo'ladi. Suv uzatish tizimini avtomatlashtirish orqali suv bilan bog'liq jarayonlar boshqariladi va ular ekin maydonlarini sug'orishda, joylarni obodonlashtirishda hozirgi zamon inovatsion texnologiyalaridan foydalanib, amalga oshiriladi. **Qanday qilib?**



Sug'orishda innovatsion texnologiyalar



Suv uzatishni avtomatlashtirish

Mana shu jarayonlarni avtomatlashtirish uchun nimani bilishimiz kerak? Demak, biz buning uchun harakatlanayotgan suyuqlikning qonuniyatlarini bilishimiz kerak. **Albatta, gidravlikada. Favvoralar musiqlar, ranglar bilan qanday yaratiladi? Qanday qilib bunday chiroyli manzaralar paydo qilinadi? Buning ham mohiyatida gidravlika yotibti.**



Musiqali favvoralar



Musiqali favvoralar

Mana, endi hozirgi zamon resurs tejamkor sug'orish usullariga e'tibor qiling. **Resurs tejamkor** sug'orish usullari qanday yaratiladi? Bularning mohiyatida nima yotibdi? **Yomg'irlatib,, tomchilatib, gidroponika** va hokazo bularning xilma xil usullari, zamonaviy usullari, inovatsion usullari yaratilmoqda. Bulavrning negizida ham gidravlika qonunlari yotibti. Biz ham agar mana shu jarayonga o'zimizni hissamizni qo'shmoqchi bo'lsak va mana shu hozirgi kundagi **resurs tejamkor sug'orish usullarida yangiliklar yaratmoqchi bo'lsak, albatta gidravlika qonunlariga tayanshimiz kerak.**



Yomg'irlatib sug'orish tizimi

Mana yana bitta oddiy savol? Hozirgi kunda eng dolzarb va muammoli masalalardan bittasi, sug'orma dehqonchilikda tomchilatib sug'orish tizimini amalga oshirish. Dunyo tajribasi, butun taraqqiy etgan mamlakatlarning tajribasi shuni ko'rsatadiki, suvdan tejamli foydalanish uchun yangi sug'orish usullarini yaratishda suv iqtisodini amalga oshirishda tomchilatib sug'orish tizimini rivojlantirish kerak bo'ladi. Hozirgi kunda bu sohada rivojlangan mamlakatlar Evropa mamlakatlari, Isroil, Amerika Qo'shma Shtatlari bu jarayonlarni amalga oshirishda ancha ilgarilab ketishgan.



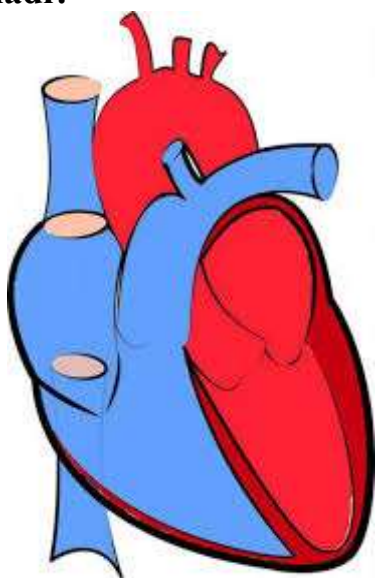
Tomchilatib sug'orish tizimi

Shu o'rinda yana bir oddiy savol. **Dunyodagi eng zo'r moshina qaysi moshina?**



Sizlar bunga javoban “Mercedes”, “Shevrolet” va hokazolarni misol qilarsiz. Aslida bularning hammasiga bitta javob aytish mumkin, ya'ni, **«Gidravlikasi eng zo'r bo'lgan moshina»**, deb. Qaysi bir avtomobilni gidravlikasi zo'r ishlasa, mana shu zo'r mashinadir. Bularni boshqarish tizimining hammasi gidravlika qonunlari asosida ishlaydi. Mana, har bir yaratiladigan yangi bir texnikaning mazmun mohiyatida gidravlika qonunlari yotadi.

Yoki inson yurak faoliyati, tomirlarda qon harakati qanday sodir bo'ladi?



Neft–erning moyi, qanday olinadi? Neftni olish, uni qayta ishlash va quvurlar orqali uzatishning mohiyatida ham gidravlika yotar ekan.



Mana muhtaram kitobxonlar va talabalar! Girdavlikaning ma'lum bir masalalari iqtisodiyot tarmog'idagi masalalar bilan bog'liq bo'lib, biz iqtisodiyotning qaysi tarmog'iga borib ishlamaylik, bilimlarimizga tayanib biron bir yaratuvchanlik tizimini qo'llamoqchi bo'lsak, to'g'ridan to'g'ri o'zimiz xohlaymizmi yo'qmi gidravlika qonunlariga asoslanib ish ko'rishimizga tug'ri keladi.

Ana endi gidravlikaning tarixida o'ziga xos iz qoldirgan buyuk mutaffakirlarning bilan tanishamiz.

Insoniyat tarixining dastlabki davrlaridayoq suvdan foydalanish hayotda ma'lum o'rin egallagan. Arxeologik tekshirishlar odamlar juda qadim zamonlardan (eramizdan 4000-2000 yillar avval) turli gidrotexnika inshootlari qurishni bilganliklarini ko'rsatadi. Qadimgi Xitoyda, Misrda, Gresiyada, Rimda, Markaziy Osiyoda va boshqa ibtidoiy madaniyat o'shoqlarida kemalar, to'g'onlar, vodoprovod va sug'orish tizimlari bunyod etilganligi to'g'risida ma'lumotlar mavjud.

Bizgasha yetib kelgan, gidravlikaga aloqador ilmiy ishlardan birinshisi Arximedning "Suzib yuruvshi jismlar haqida"gi asaridir.



Arximed
(212-287)



Ahmad al-Farg'oni
(797-865)

Ahmad al-Farg'oni, Abu Rayhon Beruniy, Abu Ali Ibn Sino, singari Sharqning buyuk mutafakkirlari suv ilmining rivojlanishiga katta hissa qo'shganlar. Ularning ilmiy asarlari suyuqlik miqdori va xususiyatlarini, suv harakatining qonuniyatlarini kashf etishga asos yaratildi.

Misrning Qohira shahri yaqinidagi Fursat shahrida, Nil daryosi gidravlika qonuniyatlariga asoslangan suv sathini o'lchaydigan inshoot barpo etishga Ahmad al-Farg'oni katta hissa qo'shgan.

Ilmiy-texnik va me'moriy jihatdan g'oyat ulug'vor bu qurilma Nil daryosining Sayyolot ul-Rod mavzesida hozirga qadar saqlanib qolgan. O'tgan asrning 70-yillarida Nil daryosida Asusan suv omborini qurilishida shu qurilma orqali olingan ma'lumotlardan foydalanilgan.

Shunisi qiziqki, aynan shu uskuna yordamida Misr aholisidan olinadigan yillik soliq miqdori belgilanib turilgan.



Ya'ni suv sathi ekinlar uchun qulay kelib, bir me'yorda oqsa, soliqning miqdori shunga qarab ko'tarilgan. Yoki suv sathi kamayib qurg'oqchilik boshlanadigan, aksincha suv ko'tarilib, ekinlarni yuvib ketishi mumkin bo'lgan vaqtlarda soliqlar miqdori kamaytirilishi mumkin edi. Bu Misr aholisining turmushi uchun adolatli qonunlardan biri hisoblangan.

**Abu Rayhon
Beruniy
(973-1048)**



**Abu Ali Ibn Sino
(980-1037)**

Suyuqlik qonunlarining oshilishi XVI–XVII asrlaridan boshlandi. Bularga Leonardo da Vinshining suyuqliklarning o'zandagi va trubadagi harakati, jismlarning suzib yurishi va boshqalarga bog'liq ishlari, S.Stevenning idish tubiga va devorlariga ta'sir qiluvshi bosim kushi, G.Galileyning jismlarning suyuqlikdagi harakati va muvozanati haqidagi ishlari, Ye.Torichellining suyuqliklarning kishik teshikdan oqib ketishi, B.Paskalning bosimning suyuqlik orqali uzatilishi to'g'risidagi, I.Nyutonning suyuqliklardagi ishki qarshiliklar qonuni va boshqa ishlar kiradi. Keyinshalik suyuqliklarnng muvozanat va harakat qonunlari ikki yo'nalish bo'yisha taraqqiy qila boshladi. Bulardan biri tajribalarga asoslangan gidravlika bo'lsa, ikkinchisi nazariy mexanikaning mustaqil bo'limi sifatida taraqqiy qila boshlagan nazariy gidromexanika edi.

Gidravlika fanini taraqqiy qilqishiga XVII-XVIII asrlarda yashagan buyuk matematik-mexanik olimlar L.Eyler, D.Bernulli, M.Lomonosov, Lagranjlarning ilmiy asarlari asos bo'ldi. XVIII-XIX asrlarda Shezi, Darsi, Bussinesk, Veysbax va boshqa olimlarning ishlari hozirgi zamonda gidravlika deb ataluvshi amaliy fanning asosi bo'ldi.

Gidravlikaning taraqqiyotida N.Ye.Jukovskiyning gidromexanikadagi muhim ishlari va trubalardagi zarba nazariyasi, V.G.Shuxovning neft quvurlarini hisoblash bo'yisha ishlari, A.N.Krilovning kemalar nazariyasi, N.N.Pavlovskiyning suyuqliklarning filtrasiyasi nazariyasi, L.S.Leybenzonning yer osti gidromexanikasi va boshqa olimlarining ishlari dunyo faniga qo'shilgan buyuk hissa bo'lib hisoblanadi.



**X.A.Raxmatulin,
(1909-1988)**

Mana shu olimlardan bittasi akademik A.X.Raxmatulin X.Axmedovich xaqida eshitgan bo'lsangiz kerak. Bu olim parashyut nazariyasini yaratgan olim hisoblanadi. Moskva davlat universitetining akademigi bo'lgan.

Suyuqlik mexanikasi va gidravlikasining bugungi rivojlanishiga O'zbekistonlik olimlar X.A.Rahmatulin, V.D.Jurin, D.F.Fayzullaev, K.Sh.Latipov, Yu.M.Denisov, A.M.Muxamedov, A.V.Troitskiy, S.T.Altunin, R.M. Karimov va boshqalar ham katta hissa qo'shganlar.



V.D.Jurin
t.f.d., prof.



Q.Sh.Latipov
t.f.d., prof.



R.M.Karimov
t.f.d., dos.

1-BO'LIM. SUYUQLIKLARNING ASOSIY FIZIK XOSSALARI

1.1. Fizik kattalik birliklarini qo'llash qoidalari.

"Metrologiya" so'zi grekcha metros-kenglik va logos o'qish ma'nosini bildirib, kenglik haqida o'qish, aniqroq ma'noda esa o'lchovlar haqidagi fan demakdir. Qadimda ota boblarimiz kundalik ishlarida zarur bo'lgan vaqt, uzunlik, yuza, hajm va og'irliklarni o'lchash uchun kerak bo'lgan usullarni topib, ulardan amalda foydalanishgan. Eng qadimgi o'lchash birliklari antropometrik, ya'ni insonning muayyan a'zolariga muvofiqlikka yoki moyillikka asoslangan holda kelib chiqqan o'lchash birliklari hisoblanadi. Haqiqatdan ham ular vaqtni o'lchashda erta, kech, kun, tun, kun–tun kabi atamalardan foydalanishgan bo'lsa, uzunlikni o'lchashda qadam, qarich, quloq, barmoq, tirsak, shuningdek arpa yoki bug'doy donlari og'irlik o'lchovi sifatida foydalanishgan.

Yuza va hajmlarni esa boshqa ma'lum yuza yoki hajmga nisbatan qiyoslab o'lchashgan. Og'irlikni o'lchash uchun bir narsani vazni ikkinchi narsani vazni bilan solishtirilgan, bunda asosan don (arpa, bug'doy, no'xat va hakoza) va meva (danak, yong'oq va haqozo) donalaridan foydalanishgan. O'lchashning mana shunday oddiy usullari ajdodlarimizning o'sha davrdagi kundalik ishlari uchun yetarli bo'lgan. O'rta Osiyo hududidan, buyuk ipak yo'lining o'tishi, g'arb bilan sharq o'rtasida joylashganligi uchun ajdodlarimiz tomonidan kashf qilingan o'lchov va o'lchov birliklari dunyoning to'rt tomoniga tarqalib, o'sha tomon xalqlari tomonidan ba'zan bizning tilimizda, yoki bo'lmasa, o'z tillariga tarjima qilinib qo'llanilgan.

O'lchov va o'lchov birliklari to'g'risidagi bir qator ma'lumotlar buyuk Xorazmlik olim Abu Abdullox Muhammad ibn Muso al-Xorazmiy algebraik risolasining «O'lchashlar haqida» deb ataladigan va geometriyaga doir qismida keltirilgan. Olim bunda uzunlik, yuza va hajmlarni hisoblash va o'lchash usullari bilan topishga katta ahamiyat bergan. Unda tanob, gaz, barmoq kabi o'lchov birliklari va o'lchov yog'ochi kabi o'lchash vositalari to'g'risida yaxshi ma'lumotlar berilib, ularni amalda qo'llashning yo'l-yo'riqlari ko'rsatilgan. Xorazmiy «Quyosh soatlari to'g'risida risola» asarida ham o'lchash sohasiga munosib hissa qo'shgan. Ulug' olim Ahmad Farg'oniy dunyoda birinchi bo'lib (861 yil) suv satxini o'lchaydigan asbob kashf etgan va uni yasab amalda qo'llagan.

19-asrda Rossiya O'rta Osiyoni bosib olganidan so'ng u mahalliy aholiga «Ovrupa madaniyati» ni singdirish rejalarini amalga oshirdi. 1894 yili Rossiya hukumati ras o'lchovini Turkistonda so'zsiz qo'llash to'g'risida ko'rsatma e'lon qildi. O'tish muddati yirik savdogarlar uchun 3 yil, boshqalar uchun esa 5 yil qilib belgilangan edi. Shundan keyin qadimgi mahalliy o'lchov va o'lchov birliklariga oid barcha ma'lumotlar sekin-asta muomaladan siqib chiqarila boshladi. Masalan,

30-yillar tahlil o`rniga analiz, sarjin o`rniga sajen, tanob o`rniga desyatina , chaqirim o`rniga versta kabi o`lchov birliklari qo`llaniladi. 1875 - yilning 20 - mayida Parijda 17 mamlakatning diplomatik vakillari tomonidan metrik konvensiyaning hujjatlari imzolandi. Xalqaro birliklar tizimi (XBT) 1960 yildan boshlab sobiq SSSRda qo`llana boshladi.

Vaqtni o`lchaydigan qadimgi qurilmalar

Quyoshli soatda ko'p kamchiliklar bor edi - ular vaqtni faqat ma'lum bir hududda to'g'ri namoyish etishdi va, albatta, ulardan faqat kun davomida va quyoshli ob-havoda foydalanish mumkin edi.



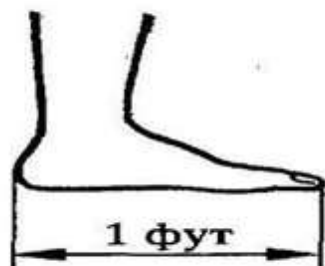
Quyoshli soat

Klepsidra deb ataladigan suv yordamida soatning quyidagi ko'rinishi 1400 yilda 1400 yilda paydo bo'ldi. Bunda birinchi idishni suv bilan to'ldirilib uni 1.....12 gacha raqamla bilan ifodalab soatni taxmiman bilishgan



Klepsidra soati

Uzunlikni o'Ichaydigan qadimiy usullar



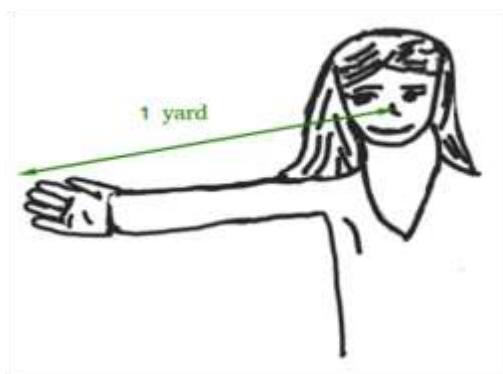
$1 \text{ fut} = 30,48 \text{ sm}$



$\text{Arshin} = 71 \text{ sm}$



$\text{Idyum} = 2,54 \text{ sm}$



Mile → Kilometers
1 mile = 1.6 Kilometers



Og'irlik o'lchovchi qurilmalar

Qadimda biror nasani o'lchash uchun ikkinchi bir nasa bilan taqqoslash orqali uning ogirligini o'lchashgan



Ibroniycha yozuvlarda pul va og'irlik o'lchov birliklari

Gera (1/10 shekel) 0,57 gr
10 gera = 1 beka
Beka 5,7 gr
2 beka = 1 shekel
Pim 7,8 gr
1 pim = 1/3 shekel
Shekel 11,4 gr
50 shekel = 1 mina
Mina 570 gr
60 mina = 1 talant
Talent 34,2 kg

Shekel

Darik (Fors oltin tangasi) 8,4 gr
Esa 9:27

Funt (Rim) 327 gr
Yuhanno 12:3
«Xushbo'y, qimmatbaho sunbul moydan taxminan 300 gr»

Mina 100 draxma 340 gr
Luqo 19:13
= taxminan 100 kunlik ish haqiga

Talant 60 mina 20,4 kg
Matto 18:24
Vahy 16:21
= taxminan 20 yillik ish haqiga

Yunoncha yozuvlarda pul va og'irlik o'lchov birliklari

Lepta (Yahudiy puli, mis yoki bronza) 1/2 kodrant
Luqo 21:2

Kodrant (Rim puli, mis yoki bronza) 2 lepta
Matto 5:26

Assariy (Rim va vitlyanlar puli, mis yoki bronza) 4 kodrant
Matto 10:29

Dinor (Rim puli, kumush) 64 kodrant 3,85 gr
Matto 20:10

Draxma (Yunon puli, kumush) 3,4 gr
Luqo 15:11

Didraxma (Yunon puli, kumush) 2 draxma 6,8 gr
Matto 17:24

Tetradraxma (Yunon puli, kumush; kumush stoti deb ham atalgan) 4 draxma 13,6 gr
Matto 17:27

Antioxiy tetradraxmasi
Tirring tetradraxmasi (Tirring kumush shekeli)

Bir kunlik ish haqi (12 soat) Iki kunlik ish haqi 3 kunlik ish haqi 4 kunlik ish haqi

Bir-biriga qarama-qarshi bo'lmagan fizik kattaliklarning o'lchov birliklariga – o'lchov birliklar sistemasi deyiladi. Odatda, keng tarqalgan o'lchov birliklar

tizimi – xalqaro sistema SI (*System International*) sistemasi hisoblanadi. SI sistemasida o'lchov birliklar asosiy yoki *birinchi darajali* va *ikkinchi darajali o'lchov birliklariga* ajratilgan.

Birinchi darajali o'lchov birliklari

Massa

Uzunlik

Vaqt

Elektr toki kuchi

Termodinamik temperatura

Modda miqdori

Yorug'lik kuchi



Xalqaro birliklar sistemasi (SI) dagi asosiy birliklar

№	Kattalik nomi	Birliklar			
		Nomi	Belgilanishi		Ta`rifi
			O`lchovi	Xalqaro	
1	Uzunlik	Metr	L	m	Kripton-86 atomining vakumda 2p ₁₀ va 5d ₅ sathlari oralig`ida o`tish bo`lganda nurlanishga mos kelgan 1650763,73 to`lqin uzunligiga teng.
2	Massa	Kilogramm	M	kg	Xalqaro etanol massasiga teng
3	Vaqt	Sekund	T	s	Asosiy holatda bo`lgan seziy-133 atomining ikkita juda yupqa sathlar oralig`ida o`tish bo`lganda 9192631770 nurlanish davriga teng
4	Elektr toki kuchi	Amper	I	A	Vakuumba bir biridan 1 m uzoqlikda joylashgan ko`ndalang kesimi hisobga olinmas darajada kichik bo`lgan cheksiz uzun o`tkazgichdan ok o`tganda o`tkazgichning har bir metriga

					o`zaro ta`sir kuchi $2 \cdot 10^{-7}$ N ga teng bo`ladigan holatda, o`tkazgichlardan o`tadigan tok kuchi.
5	Termodinamik temperatura	Kelvin	K	K	Suvning uchlangan nuqtasiga mos kelgan termodinamik temperaturaning $1/273.16$ qismiga teng
6	Modda miqdori	Mol	J	Mol	Massasi 0.012 kg bo`lgan ugleroddagi modda miqdori
7	Yorug`lik kuchi	Kandela	N	cd	Yuzasi $1/600000$ m ² temperaturasi platinaning qotish temperaturasiga teng, tashqi bosim 101325 Pa bo`lgan holda, to`liq nurlantirgichdan perpendikulyar yo`nalishda chiqayotgan yorug`ik kuchi.

Massa

Massa o`lchov birligi boshlang`ich paytda gramm qabul qilingan. Bu 1 cm^3 distillangan suvning 1 atm. bosimdagi va harorati 4°C . Hozirgi vaqtda kilogramm.

Xalqaro prototipi: stilindr, diametri va balandligi 39,17 mm, bulib platino-iridiy quyilmadan iborat (90 % platina, 10 % iridiy). Bu quyilma Parijda saqlanadi.
 Tonna — 10⁶ (1 000 000) gramm, yoki 1000 kilogramm;
 Uentner — 10⁵ (100 000) gramm, yoki 100 kilogramm;
 Karat — 0,2 gramm.

Vaqt

«1 sekund — shunday vaqt oralig`iki, u steziy-133 atomining tinch holatda harorati 0 K bulganda, 9 192 631 770 nur chiqarish davriga teng.

1 sekunda, inson yuragi bir marotiba uradi, Er quyosh atrofida aylanib 30 km masofani bosib utadi, quyosh galaktikada 270 km masofani bosib o`tadi.

1 minut bu vaqtda tug`ilgan bolaning miyasi 2mg ga oshadi, odam 250 ta so`z uqiydi,

yorug`lik quyoshdan Ergacha 8 minutda etib keladi.

1 sutka - 23 soat 56 minut i 4,1 sekundga teng. Inson yuragi 100000 atrofida uradi, o`pkasi 11000 litr havo tortadi, kit bolasining og`irli gi 90 kg ga oshadi.

Qo`shimcha birliklar

№	Kattalik nomi	Birliklar			
		Nomi	Belgilanishi		Ta`rifi
			O`lchovi	Xalqaro	
1	Yassi burchak	Radian	x^0	Rad	O`z radiusi uzunligiga teng bo`lgan yoy qarshisidagi burchak
2	Fazoviy burchak	Steradian	x^0	sr	Sfera yuzasidan tomoni sfera radiusiga teng bo`lgan kvadrat yuzasiga teng bo`lgan soha hosil qiladigan, bir uchi sfera markazida bo`lgan markaziy burchak

Bazi bir hosilaviy birliklar (SI)

№	Fizik kattaliklar nomi	Formulasi	Belgilanishi	
			O`lchovi	xalqaro
1	Zichlik	$\rho = \frac{m}{v}$	$[M]*[L]^{-3}$	kg/m ³
2	Kuch	F=ma	$[M]*[L]*[T]^{-2}$	N
3	Solishtirma og`irlik	d=F/V	$[M]*[L]^{-2}*[T]^{-2}$	N/m ³
4	Impuls	P=mv	$[M]*[L]*[T]^{-1}$	kg*m/s
5	Birklik	k=F/l	$[M]*[T]^{-2}$	N/m
6	Tovush chastotasi	V=1/T	$[T]^{-1}$	Hz

7	Elektr tok zichligi	$j=I/S$	$[A]*[L]^{-2}$	A/m^2
8	Kinetik energiya	$E=mv^2/2$	$[M]*[L]^2*[T]^{-2}$	J
9	Hajm	$V=abc$	$[L]^3$	m^3
10	Kuch momenti	M	$[M]*[L]^2*[T]^{-2}$	$N*m$

Ikkinchi darajali o'lchov birliklar

Ikkinchi darajali o'lchov birliklar deb birinchi darajali o'lchov birliklari asosida aniqlovchi formulalar yordamida yaratilgan o'lchov birliklariga aytiladi.

Masalan: Tezlik uchun

$$v = \frac{dl}{dt}; \quad [v] = \left[\frac{m}{s} \right]$$

bu erda: l – uzunlik; t - vaqt.

$$[v] = [L][T]^{-1};$$

Kuch, vaqt, uzunlik birinchi darajali kattalik bo'lishi mumkinligini ko'ramiz:

$$U_1 = F; \quad U_2 = T; \quad U_3 = L;$$

yoki o'lchov birliklar asosida:

$$[U_1] = [M] \cdot [L] \cdot [T]^{-2};$$

$$[U_2] = [T];$$

$$[U_3] = [L]$$

U holda bu tenglamalar sistemasidan tuzilgan matrasta qo'yidagi ko'rinishga ega:

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & 1 & -2 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{vmatrix} \neq 0$$

Demak kuch, vaqt, uzunlik birinchi darajali kattalik bo'ladi.

Bir – biriga *bog'liq bulmagan* kattaliklar mavjud bo'ladi, agar quyidagi shartlar bajarilsa

1. $[U_1]; [U_2]; [U_3]$ - kattaliklar o'lchov birligi:

$[M]; [L]; [T]$ - ning funkstiyalari bo'lishlari kerak,

ya'ni; $[U_1] \neq [U_3]^\alpha \cdot [U_2]^\beta$; $\lambda; \beta$ - ixtiyoriy sonlar.

2. $[M], [L], [T]$ – faqat $[U_1]; [U_2]; [U_3]$ -orqali ifodalash mumkin.

$$\Delta = \begin{vmatrix} \mu_1 & \lambda_1 & \tau_1 \\ \mu_2 & \lambda_2 & \tau_2 \\ \mu_3 & \lambda_3 & \tau_3 \end{vmatrix} \neq 0$$

Masalan, kuch, tezlik, quvvat o'lchov birliklari orasidagi bog'liqliklarni quyidagicha aniqlaymiz:

$$[F] = [M]^1 \cdot [L]^1 \cdot [T]^{-2}$$

$$[V] = [M]^0 \cdot [L]^1 \cdot [T]^{-1}$$

$$[N] = [M]^1 \cdot [L]^2 \cdot [T]^{-3}$$

Xosil bo'lgan ifodaning daraja ko'rsatgichlari asosida tuzilgan matrista operatorini aniqlaymiz:

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & 1 & -2 \\ 0 & 1 & -1 \\ 1 & 2 & -3 \end{vmatrix} = -3 - 1 + 2 + 2 = 0$$

$\Delta = 0$, demak bu kattaliklar bir-biriga bog'liq bo'lmagan kattaliklar emas, ya'ni kuch va tezlik ma'lum bo'lsa quvvatni aniqlash mumkin.

Masalan, kuch, tezlik, quvvat o'lchov birliklari orasidagi bog'liqliklarni quyidagicha aniqlaymiz:

$$[Q_1] = [M]^{\alpha_1} \cdot [L]^{\beta_1} \cdot [T]^{\gamma_1}$$

$$[Q_2] = [M]^{\alpha_2} \cdot [L]^{\beta_2} \cdot [T]^{\gamma_2}$$

$$[Q_3] = [M]^{\alpha_3} \cdot [L]^{\beta_3} \cdot [T]^{\gamma_3}$$

$$\lg Q_1 = \alpha_1 \lg[M] + \beta_1 \lg[L] + \gamma_1 \lg[T]$$

$$\lg Q_2 = \alpha_2 \lg[M] + \beta_2 \lg[L] + \gamma_2 \lg[T]$$

$$\lg Q_3 = \alpha_3 \lg[M] + \beta_3 \lg[L] + \gamma_3 \lg[T]$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} \alpha_1 & \beta_1 & \gamma_1 \\ \alpha_2 & \beta_2 & \gamma_2 \\ \alpha_3 & \beta_3 & \gamma_3 \end{vmatrix} \neq 0$$

Modellashtirish jarayonida bir – biriga bog'liq bo'lmagan kattaliklarni aniqlab olish, yakuniy natijalarni olishda va xulosalar qilishda qulaydir. Modellashtirish natijasida olingan bog'lanishlarni analitik ifodalash uchun bir – biriga bog'liq bulmagan kattaliklarni aniqlab olish zarur bo'ladi.

O'lchov birliklar qoidalari

1. Tenglamaning ikkala tomonining o'lchov birligi faqat bir xil bulishi mumkin, chunki ular fizik jihatdan bir xil mohiyatga ega. Bir xil o'lchov birliklardagi kattaliklar algebraik yig'indisini amalga oshirish mumkin.

2. O'lchov birliklar algebrasi multiplikativ xarakterga ega, ya'ni ular bilan faqat ko'paytirish amalini bajarish mumkin.

2.1. Bir necha kattalikning o'lchov birligi, har bir kattalikning o'lchov birliklari kupaytmasiga teng: Agar quyidagi kattaliklar Q, A, B, C orasidagi shunday munosabat bo'lsa

$$Q = A * V * S$$

$$\dim Q = \dim A * \dim B * \dim C$$

2.2. Agar quyidagi kattaliklar orasidagi shunday munosabat, $Q = A/B$, bo'lsa, o'lchov birliklari:

$$\dim Q = \dim A / \dim B$$

2.3. Kattaliklar orasidagi shunday munosabat bo'lsa $Q = A^n$, o'lchov birliklari:

$$\dim Q = \prod_1^n \dim A = \dim^n A$$

Misol

Agar tezlik quyidagi formula bo'yicha aniqlansa: $V = l/t$, o'lchov birliklari:

$$\dim V = \dim l / \dim t = L/T = LT^{-1}$$

Agar kuch Nyuton qonuni bo'yicha $F = ma$, buerda $a = V/t$ – tezlanish, o'lchov birliklari:

$$\dim F = \dim m * \dim a = ML/T^2 = LMT^{-2}$$

Xulosa: Har qanday fizik kattalikning o'lchov birligini, quyidagi darajali funktsiya orqali asosiy fizik kattaliklar o'lchov birligi asosida ifodalash mumkin ekan:

$$\dim Q = L^\alpha * M^\beta * T^\gamma$$

buerda: L, M, T, \dots - mos ravishda asosiy fizik kattaliklar o'lchov birligi;

$\alpha, \beta, \gamma, \dots$ - daraja ko'rsatgichlari.

Hamma vaqt 1 qoida bajarilishi kerak.

1.2 Suyuqlik nima?

Juda kam miqdordagi kushlar ta'sirida o'z holatini o'zgartiruvshi, ammo siqilishga juda qattiq qarshilik ko'rsatuvchi fizik moddalar suyuqliklar deb ataladi. Ular qattiq moddalardan o'z tarkibidagi zarrashalarining o'ta harakatshanligi bilan ajralib turadi. Suyuqliklar oquvshanlik xususiyatiga ega bo'lib, shu boisdan ular qaysi idishga quyilsa, o'sha idishning shaklini oladi.

Gidravlika fanida suyuqliklar ikki qismga ajralgan holda, yani tomshilanuvchi suyuqliklar hamda gazzimon suyuqliklarga bo'lib o'rganiladi. Odatda tomshilanuvchi suyuqlik deganda suv, spirt, neft, simob, turli moylar va tabiatda hamda texnikada ushrib turuvshi boshqa har xil suyuqliklarga aytiladi.

Bunday suyuqliklar (tomshilanuvshi suyuqliklar) quyidagi xususiyatlarga ega:

- 1) bosim ta'sirida juda kam o'zgaradi va siqilishga qarshiligi o'ta sezilarli;
- 2) harorat o'zgarishi bilan hajmi juda kam miqdorga o'zgaradi;
- 3) sho'zishga ishlamaydi, yani cho'zuvchi kuchlarga ta'siri deyarli sezilmaydi;
- 4) suyuqlik sirtida molekulalararo o'zaro ta'sir kuchi (qovushqoqlik) yuzaga keladi va u sirt taranglik kushini vujudga keltiradi.

Suyuqliklardan farqli o'laroq, gazlar tomshilanuvshi suyuqliklardagiga nisbatan ham tezroq harakatlanuvshi zarrashalardan tashkil topgan bo'lib, ular bosim va temperatura ta'sirida o'z hajmini tez o'zgartiradi. Gazlarda sho'zuvshi kuchga qarshilik va qovushqoqlik kuchi suyuqliklarga nisbatan juda ham kam bo'ladi. Gazlar bilan gaz dinamikasi va aerodinamika fanlari shug'ullanadi.

Gidravlika fani tomshilanuvshi suyuqliklar bilan shug'ullanadi. Keyingi holatlarda uni to'g'ridan-to'g'ri suyuqlik deb atayveramiz.

Suyuqliklar tutash muhitlar qatoriga kiradi. Muvozanat va harakat hollarida doimo qattiq jismlar (suyuqlik solingan idish devorlari, quvur va kanallarning sirtlari, daryo o'zani va boshqalar) bilan chegaralangan bo'ladi. Suyuqliklarning gazlar (havo) bilan chegaralangan qismiga erkin sirt deyiladi.

Suyuqliklardagi ichki kuchlarning namoyon bo'lishi siljitivshi kushlarga sezilarli darajada qarshilik ko'rsatishi hisobiga yuzaga keladi. Bu kuchlarni aniqlash suyuqliklar harakatini o'rganishda muhim ahamiyatga egadir.

1.2.1 Suyuqliklarga ta'sir qiluvshi asosiy kushlar

Suyuqliklarga ta'sir qiluvshi asosiy kushlar ichki va tashqi kushlarga ajraladi: *ichki kuchlar* - suyuqlik zarrashalarining o'zaro ta'siri natijasida yuzaga keladi;

tashqi kuchlar - suyuqlikka boshqa moddalarning ta'sirida namoyon bo'ladi (masalan, suyuqlik solingan idish devorlarining ta'siri, suyuqlik oshiq yuzasiga ta'sir qilayotgan havo bosimi va h.k.).

Ishki kushlar asosan siljitivshi kushlarga qarshilik sifatida namoyon bo'ladi va bu kuchlar *ichki ishqalanish* kushi deyiladi.

Tashqi kushlarni suyuqlik yuzasiga va hajmiga ta'sir qiluvshi kushlar sifatida ko'rish mumkin. Shuning ushun suyuqliklarga ta'sir qiluvshi kushlar yuzaki va massa kushlarga bo'linadi.

Yuzaki kushlar, yani yuza kuchlari – qaralayotgan suyuqlikning sirtlariga ta'sir qiluvchi kuchlardir. Bunday kuchlarga bosim kuchi, sirt taranglik kuchi, idish devorining reaksiya kuchlari, ichki ishqalanish kuchi kiradi. Ichki ishqalanish kuchlari suyuqlik harakat qilgan vaqtda nomoyon bo'ladi hamda suyuqlikning qovushqoqlik xususiyatini yuzaga keltiradi.

Massa kuchlar, yani *hajmiy kuchlar* - qaralayotgan suyuqlik hajmining har bir zarrasiga ta'sir ko'rsatadi va uning massasiga proporsional bo'ladi. Ularga og'irlik va inertsiya kuchlari misol bo'ladi.

1.3 Suyuqliklarning asosiy fizik xossalari

Zishlik.

Suyuqlikning zichligi ρ (kichik yunoncha rho) bilan belgilanadi, bu uning birlik hajmidagi massasidir.

- 1.
2. Suyuqlik massasining egallangan hajmiga nisbati uning zichligi deb ataladi. U holda ta'rifga asosan

$$\rho = \frac{M}{V} \quad (1.1)$$

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

Zishlikning o'lishov birligi quyidagisha aniqlanadi:

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

Turli moddalar aralashmasining zichligi ifoda bilan aniqlanadi

$$\rho_{cm} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2}. \quad (1.2)$$

Gazlarda zichlik juda o'zgaruvchan bo'ladi va bosim darajasiga deyarli proporsional ravishda ortadi. Suyuqliklarning zichligi deyarli o'zgarmasdir, agar suvning bosimi 220 marta oshirilsa, suvning zichligi (taxminan 1000 kg/m^3) atigi 1 % ga oshadi. Shuning uchun ko'pgina suyuqlik oqimlari analitik jihatdan deyarli "siqilmaydigan" deb olinadi. Umuman olganda, atmosfera bosimidagi suyuqliklar gazlarga qaraganda zichligi anchagina katta bo'lib, eng og'ir suyuqlik - simob, eng yengil gaz - vodorod hisoblanadi. Ularning zichliklarini 20°C temperatura va 1 atm bosimda solishtirilganda:

Simob: $\rho = 13580 \text{ kg/m}^3$

Vodorod: $\rho = 0,0838 \text{ kg/m}^3$

Ularning zichliklari 162 ming marta farq qiladi! Har xil suyuqlik va gazlarning fizik parametrlari sezilarli darajada farq qilishi mumkin.

Suyuqlikning nisbiy zishligi. Suyuqlik zishligining suvning 4°C haroratdagi zishligiga nisbati uning nisbiy zishligi deyiladi.

Suyuqlik zichligi haroratga (temperatura) bog'liq bo'lib, odatda, temperatura ortishi bilan kamayadi. Bu o'zgarish neft mahsulotlari uchun quyidagi munosabat orqali ifodalanadi (suvdan tashqari):

$$\rho_t = \frac{\rho_{20}}{1 + \beta_t(t - 20)} \quad (1.3)$$

bunda t – temperature, [$^\circ\text{C}$], β_t – hajmiy kengayish temperatura koeffitsiyenti; ρ_{20} – suyuqlikning 20°C dagi zishligi.

Suvning zishligi yuqoridagi qonunga bo'ysinmaydi, uning zishligi eng katta qiymatga 4°C (aniqrog'i 3,98°C) da ega bo'ladi. Suvning issiqligi bundan oshsa ham, kamaysa ham zishligi kamayib boradi.

Solishtirma zichlik

SG bilan belgilangan solishtirma zichlik - bu suyuqlik zichligining etalon suyuqligiga nisbati, odatda bunday hollar uchun temperaturasi 4 °C dagi suv (suyuqliklar uchun) va havo (gazlar uchun) ishlatiladi:

$$SG_{gaz} = \frac{\rho_{gaz}}{\rho_{xavo}} = \frac{\rho_{gaz}}{1.205 \text{ kg/m}^3}$$

$$SG_{suyuqlik} = \frac{\rho_{suyuqlik}}{\rho_{suv}} = \frac{\rho_{suyuqlik}}{1000 \text{ kg/m}^3}$$

Masalan, simobning solishtirma zichligi $SG_{simob} = 13580/1000 < 13.6$ ga teng. Muhandislar bu o'lchamsiz nisbatlarni turli xil suyuqliklar zichliklarining haqiqiy qiymatlariga qaraganda osonroq eslab qolishadi.

2. Solishtirma og'irlik. Suyuqlikning solishtirma og'irligi γ (kichik yunoncha gamma) bilan belgilanadi, suyuqlikning hajm birligiga to'g'ri keladigan og'irligidir

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

$$\gamma = \frac{G}{V} \quad (1.4)$$

bu yerda: V - suyuqlik hajmi [m^3], G – og'irligi [N]. Solishtirma og'irlikning 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 quyidagisha bog'langan:

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

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

. Massaning og'irligi $W = mg$ bo'lgani uchun, zichlik va solishtirma og'irlik shunchaki ham gravitatsiya bilan bog'liq:

$$\gamma = \rho g$$

Hajm birligiga to'g'ri keladigan og'irlikdan kelib chiqsak γ ning birligi lbf/ft^3 yoki N/m^3 larda o'lchanadi. Yerning tortishish kuchida $g = 32,174 \text{ fut/s}^2 = 9,807 \text{ m/s}^2$. Misol uchun, 20 °C temperatura va 1 atm bosimda havo va suvning solishtirma og'irligi taxminan quydagicha bo'ladi:

$$\gamma_{air} = (1.205 \text{ kg/m}^3)(9.807 \text{ m/s}^2) = 11.8 \text{ N/m}^3 = 0.0752 \text{ lbf/ft}^3$$

$$\gamma_{water} = (998 \text{ kg/m}^3)(9.807 \text{ m/s}^2) = 9790 \text{ N/m}^3 = 62.4 \text{ lbf/ft}^3$$

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

$$\frac{p}{\gamma} = RT \quad (1.5)$$

bu yerda: p - bosim [$\frac{N}{m^2}$], T - absolyut temperatura, R - gaz doimiysi

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

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

3. Suyuqliklarning haroratdan (issiqlikdan) kengayishi. Yuqorida aytib o'tilganidek, suyuqlikning asosiy fizik xossalari (zishlik va bosh.) harorat (issiqlik) o'zgarishi bilan o'zgarib boradi. O'z navbatida bu jarayon o'z-o'zidan issiqlik o'zgarishi bilan hajmning o'zgarishiga olib keladi. Suyuqliklarning haroratdan (issiqlikdan) kengayish xususiyati gidravlik mashinalarni hisoblash va turli masalalarni hal qilish vaqtida nazarga olish zarur bo'ladi.

Suyuqlikning haroratdan (issiqlikdan) kengayish holatlarini idishga solingan suyuqlikning qizdirilganda hajmi oshishi, suyuqlik to'ldirilib germetik yopib qo'yilgan boshqa va sisternalarning quyosh nurida qolganda yorilib ketishi, to'ldirilgan idishdagi suyuqlikning sirtidan oqib tushishi kabi hodisalarda kuzatish mumkin.

Suyuqlikning haroratdan (issiqlikdan) kengayish xususiyatidan foydalanib suyuqlik termometrlari va boshqa turli sezgir o'lshov asboblari yaratiladi. Suyuqlikning haroratdan (issiqlikdan) kengayishi temperatura koeffitsiyenti orqali ifodalanadi va β_t bilan belgilanadi.

1.6 - jadval.

Suvning hajmiy kengayish koeffitsiyenti β_t 1/grad

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	

Suyuqlikning temperaturasi 1°C ga oshirilganda (birlik hajmdagi) kengaygan miqdori uning *hajmiy kengayish temperatura koeffitsiyenti* deyiladi va quyidagicha ifodalanadi:

$$\beta_t = \frac{1}{V} \frac{\Delta V}{\Delta t}, \left[\frac{1}{\text{grad}} \right]; \quad (1.6)$$

bunda $\Delta V = V - V_c$ –keyingi va boshlang'ich hajmlar farqi; $\Delta t = t - t_0$ – keyingi va boshlang'ich temperaturalar farqi;

Suyuqlikning haroratdan (issiqlikdan) kengayish koeffitsiyenti β_t juda kichik miqdor bo`lib, u suv uchun $\beta_t = 210^{-4} \frac{1}{grad}$, mineral moylar uchun $\beta_t = 710^{-4}$ 1/grad; simob uchun $\beta_t = 1810^{-5}$ 1/grad teng.

4. Suyuqliklarning siqilishi. Gidravlik hisoblash ishlarida odatda suyuqliklarni siqilmaydi deb qaraladi, bu holat tomshilanuvshi suyuqliklar uchun o`rinli bo`ladi.

Ammo texnikada va tabiatda bosim juda katta bo`lgan holatda hajm o`zgarishi sezilarli miqdorda bo`ladi va uni hisobga olishga to`g`ri keladi.

Suyuqliklarning siqilishi *hajmiy siqilish koeffitsiyenti* orqali ifodalanadi va u β_p bilan belgilanadi (ba'zida β_v bilan ham belgilanadi). Birlik hajmdagi suyuqlikning bosimini bir birlikka oshirganda kamaygan miqdori hajmiy siqilish koeffitsiyenti deyiladi va u quyidagicha aniqlanadi:

$$\beta_p = -\frac{1}{V} \frac{\Delta V}{\Delta p} \quad (1.7)$$

bunda $\Delta p = p - p_0$ - o`zgargan va boshlang`ich bosimlar farqi; β_p ham β_t kabi juda kichik miqdor bo`lib, suv ushun $\beta_p = 4,9 \cdot 10^{-4}$ m²/MN (MN - meganyuton = 10⁶ N \approx 10 at), mineral moylar uchun $\beta_p = 6 \cdot 10^{-4}$ m²/MN; shuning ushun ham ko`p hollarda siqilishni hisobga olinmaydi.

Suvning hajmiy siqilish koeffitsiyenti $\beta_p \cdot 10^4 \text{ m}^2/\text{N}$

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

5. Solishtirma hajm. Suyuqlik hajmining og'irlikka nisbati solishtirma hajm deyiladi:

$$\nu = \frac{V}{G} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{N}} \right] \quad (1.8)$$

(1.4) va (1.8) formulalardan ma'lumki:

$$\gamma \nu = 1 \text{ yoki } \nu = \frac{1}{\gamma}$$

1.4 Qovushqoqlik (yopishqoqlik)

Suyuqliklarning qovushqoqlik hodisasi ularning harakati vaqtida yuzaga keladi va harakatlanayotgan zarrasha harakatiga qarshilik sifatida namoyon bo'ladi.

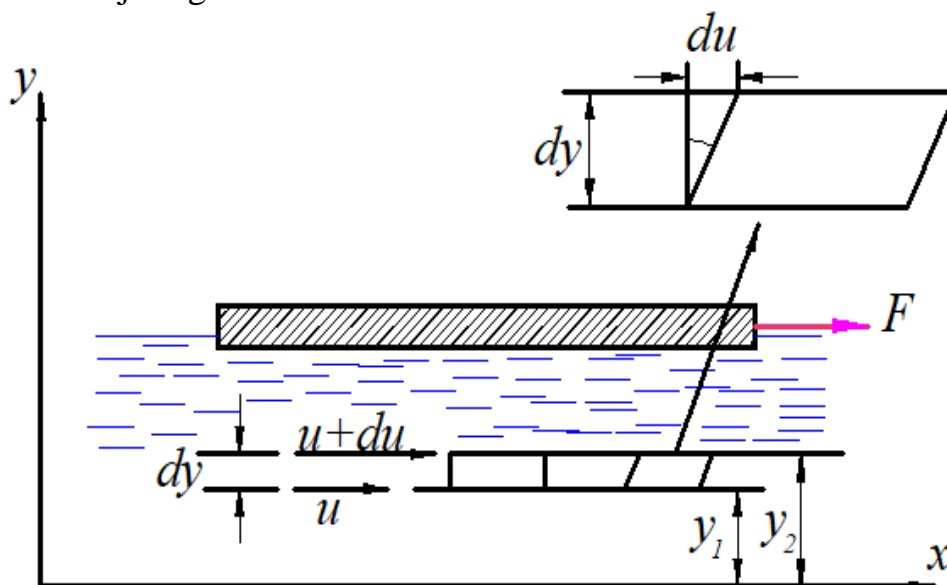
Yopishqoqlik - bu suyuqlikning oqimiga qarshiligini miqdoriy o'lchovidir. Boshqacha qilib aytganda oquvchan moddalar (suyuqliklar va gazlar)ning ulardagi bir qismning ikkinchi qismga nisbatan harakatiga (siljishiga) qarshilik ko'rsatish xossasidir. Biz yopishqoqligi juda past bo'lgan havoda osongina harakat qilishimiz mumkin, ammo havoga qaraganda yopishqoqligi 50 barobar yuqori bo'lgan suvda harakat qiyinroq bo'ladi. SAE 30 moyida ko'proq qarshilik mavjud bo'lib, bu suvning yopishqoqligiga qaraganda 300 barobar ko'proqni tashkil etadi. SAE 30 moyidan besh barobar ko'proq yopishqoq glitserin yoki glitserindan besh baravar yuqori bo'lgan qora shokolad orqali qo'lingizni o'tkazishga harakat qiling.

Bu qarshilikni yengish ushun ma'lum miqdorda kush sarflash kerak bo'lib, qovushqoqlik qancha yuqori bo'lsa, sarflash kerak bo'lgan kush ham shunsha katta bo'ladi. Qovushqoqlik miqdori dinamik va kinematik qovushqoqlik (yopishqoqlik) koeffitsiyentlari bilan ifodalanadi.

Suyuqlikni Dinamik qovushqoqligi. Suyuqlikni katta yuzaga ega bo'lgan idishga solib, uning yuziga biror plastinka qo'ysak va bu plastinkani ma'lum bir kuch bilan torta boshlasak, suyuqlik zarrashalari plastinka sirtiga yopishishi natijasida harakatga keladi (1.1 - rasm). Agar plastinkaning qo'yilgan F kush ta'sirida olgan tezligi u bo'lsa, unga yopishib turgan zarrashalar ham u tezlikka ega bo'ladi. Idishning pastki devori harakatga kelmagani sababli uning sirtidagi zarrashalar harakat qilmaydi. Shunday qilib, suyuqlikning qalinligi bo'yicha xayolan bir qancha yupqa qatlamlar bor deb faraz qilsak, har bir qatlamda zarrachalar tezligi har xil bo'lib, u plastinkadan pastki devorga tomon kamayib

boradi. Harakat ixtiyoriy qatlamga, uning ustida joylashgan boshqa qatlam zarrashalari orqali beriladi. Bu harakat suyuqlik qatlamlarining deformatsiyalanishiga olib keladi. Agar suyuqlik ichida pastki sirti idishning harakatsiz devoridan y_1 masofada, ustki sirti esa y_2 masofada bo'lgan qatlamni ko'z oldimizga keltirsak, yuqorida aytilgan sabablarga asosan uning pastki sirtida tezlik u_1 yuqorigi sirtida esa u_2 bo'ladi. Shunday qilib, olingan qatlamning qalinligi $\Delta y = y_2 - y_1$ bo'yicha suyuqlik tezligi $(u_2 - u_1) = \Delta u$ miqdorga o'zgaradi, ya'ni qatlamning yuqorigi sirti pastki sirtiga nisbatan siljib qoladi va qatlam 1.1 - rasmda ko'rsatilgandek deformatsiyalanadi. Siljish burshagini α deb belgilasak, siljish kattaligi $\text{tg}\alpha = \frac{\Delta u}{\Delta y}$ bo'ladi. Qatlam qalinligini cheksiz kishraytirib differentsial

belgilashga o'tsak, u holda yuqoridagi nisbat tezlik gradiyenti $\left(\frac{du}{dy}\right)$ ni beradi. Agar suyuqlik sirtidagi plastinkaga qansha ko'p kush qo'ysak, siljish shunsha ko'p bo'ladi. Bu narsa qo'yilgan kush bilan tezlik gradiyenti orasida qandaydir bog'lanish mavjudligini ko'rsatadi.



1.1 - rasm. Qovushqoqlik tushunchasiga doir chizma

Shunday qilib, suyuqliklardagi ichki ishqalanish kuchi tezlik gradiyentiga bog'liq ekanligini tushunish mumkin.

Isaak Nyuton
(1642 — 1727)



1686 y. I.Nyuton ana shu bog`lanishni chiziqli bog`lanishdan iborat degan gipotezani oldinga surdi. Bu gipotezaga asosan suyuqlikning ikki harakatlanuvchi qatlamlari orasidagi ishqalanish kuchi F qatlamlarning tegib turgan sirti (S) ga va tezlik gradiyentiga to`g`ri proporsional, ya'ni:

$$F = \pm \mu S \frac{du}{dy} \quad (1.9)$$

Proporsionallik koeffitsiyenti μ Qovushqoqlik dinamik koeffitsiyenti deb qabul qilingan. Nyuton gipotezasi keyinchalik N.P.Petrov tomonidan nazariy asoslab berildi. Albatta, hisoblash ishlarini osonlashtirish uchun ishqalanish kuchining birlik yuzaga to`g`ri kelgan miqdori yoki gidravlikada urinma kuchlanish (ishqalanish kuchidan kuchlanish) deb atalgan miqdorga o`tish zarur bo`ladi. Bu miqdorni grekcha τ harfi bilan belgilanadi:

$$\tau = \frac{F}{S} = \pm \mu \frac{du}{dy} \quad (1.10)$$

bu yerda: musbat va manfiy ishora tezlik gradiyentining yo`nalishiga qarab tanlab olinadi.

Prof. K.Sh.Latipovning ishlarida urinma kuchlanish ikki tashkil etuvshining yig`indisidan iborat deb qarash zarurligi ko`rsatildi:

$$l_p = \mu \frac{du}{dy} - \int \lambda_p (1 - \varphi_2) u dy + B \quad (1.11)$$

bu yerda: $\lambda_p = (1 - \varphi_2)$ – bir qavatdan ikkinchi qavatga molekulalarning o`tishini bildiruvchi koeffitsiyentdir.

(1.9) formuladan ko`rinadiki, ishqalanish kuchidan kuchlanish tezlik gradiyentiga (yoki umumiyroq qilib aytganda tezlikning normal bo`yicha hosilasi) ga to`g`ri proporsionaldir.

Qovushqoqlik koeffitsiyentining birligi SI da quyidagicha:

$$[\mu] = \frac{[\tau]}{[du]} = \frac{N \cdot s}{m^2}$$

SGS sistemasida esa $\frac{dina \cdot s}{m^2}$ bilan o`lshlanadi. Bu birlik Puaz (PZ) deb ham ataladi.

Koeffitsiyent juda kichik bo`lganda santipuaz (spz) va millipuaz (mpz) larda ham o`lchanishi mumkin.

Mutanosiblik koeffitsiyenti μ - *dinamik yopishqoqlik koeffitsiyenti* deyiladi. SI tizimida dinamik yopishqoqlik koeffitsiyenti

$$[\mu] = \left[\frac{\tau}{\Delta u / \Delta y} \right] = \frac{N \cdot s \cdot m}{m^2 \cdot m} = \frac{N \cdot s}{m^2} = Pa \cdot s \text{ ga teng.}$$

SGS tizimida esa dinamik yopishqoqlik birligi fransuz shifokori (suyuqliklar yopishqoqligini o`rgangan) Puazeyl nomi bilan aytiladi.

$$1P = 1 \frac{dina \cdot s}{sm^2} = 1 \frac{g \cdot sm \cdot s}{sm^2 \cdot s^2} = 1 \frac{10^{-3} kg \cdot 10^{-2} m \cdot s}{10^{-4} m^2 \cdot s^2} = 1 \cdot 10^{-1} Pa \cdot s.$$

Dinamik yopishqoqlik koeffitsiyentni zichlikka nisbatini olsak, unda kinematik yopishqoqlik koeffitsiyentini hosil qilamiz, ya'ni

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} = \frac{s \cdot N \cdot m^3}{m^2 \cdot kg} = \frac{kgm}{m^2 \cdot s^2} \cdot \frac{s \cdot m^3}{kg} = \frac{m^2}{s}$$

SGS tizimida kinematik yopishqoqlik koeffitsiyenti ingliz fizigi Stoks nomi bilan ataladi.

$$1St = 1 \text{ m}^2 / s = 1 \cdot 10^{-4} \text{ sm}^2 / s$$

1 Stoksga nisbatan 100 barobar kichik bo'lgan kinematik yopishqoqlik koeffitsiyentini (sSt) santistoks deyiladi.

Nyuton suyuqliklarining yopishqoqligi haqiqiy termodinamik xususiyat bo'lib, harorat va bosimga qarab o'zgaradi. Muayyan holatda (P, T) umumiy suyuqliklar orasida qiymatlarning katta diapazoni mavjud. 1.4 -jadvalda normal bosim va haroratda 8 ta suyuqlikning yopishqoqligi ko'rsatilgan. Bu jadvalda bir xil sharoitdagi har xil suyuqliklar o'rtasida yopishqoqlik koeffitsientining qiymati katta diapazonda o'zgarishini ko'rish mumkin.

1 atm bosim va 20 C temperaturadagi sakkizta suyuqlikning dinamik va kinematik yopishqoqligi.

1.8-jadval

Suyuqliklar	μ , $kg/(m \cdot s) \dagger$	Nisbat $\mu/\mu(H_2)$	ρ kg/m^3	ν $m^2/s \dagger$	Nisbat $\nu/\nu(Hg)$
Vodorod	9.0 E-6	1.0	0.084	1.05 E-4	910
Havo	1.8 E-5	2.1	1.20	1.50 E-5	130
Benzin	2.9 E-4	33	680	4.22 E-7	3.7
Suv	1.0 E-3	114	998	1.01 E-6	8.7
Etil spirti	1.2 E-3	135	789	1.52 E-6	13
Simob	1.5 E-3	170	13,550	1.16 E-7	1.0
SAE 30 moyi	0.29	33,000	891	3.25 E-4	2,850
Glitserin	1.5	170,000	1,260	1.18 E-3	10,300

$$\dagger 1 \text{ kg}/m \cdot s = 0.0209 \text{ slug}/ft \cdot s, \quad 1 \text{ m}^2/s = 10.76 \text{ ft}^2/s$$

Umuman olganda, bosim oshishi hisobiga suyuqlikning yopishqoqligi juda kam oshadi. Masalan, havoning P bosimini 1 atm dan 50 atm gacha oshirsak μ atigi 10 foizga oshadi.

Tomchi suyuqliklarni harorati oshishi bilan yopishqoqligi kamayadi, chunki suyuqlikda bir-biriga yaqin joylashgan molekulalar orasidagi masofa ortadi va shuning hisobiga orasidagi tortish kuchlariga bog'liq bo'lgan yopishqoqlik kamayadi.

Yopishqoqlikka temperatura kuchli ta'sir ko'rsatadi, bosim esa kamroq ta'sir etadi. Gazlar va suyuqliklarning yopishqoqligi bosim ortishi hisobiga kam miqdorda ortadi.

Gazning yopishqoqligi haroratga bog'liq holda ortadi. Kuch qonuni va Sazerlend qonuni ikkita umumiy taxminlardir:

$$\frac{\mu}{\mu_0} \approx \begin{cases} \left(\frac{T}{T_0}\right)^n & \text{Kuch qonuni} \\ \frac{(T/T_0)^{3/2}(T_0+S)}{T+S} & \text{Sazerlend} \end{cases} \quad (1.12)$$

bu yerda μ_0 - ma'lum bo'lgan absolyut T_0 haroratidagi (odatda 273 K) yopishqoqlik. n va S o'zgarimas kattaliklar, har ikkala formulalar ham keng harorat oralig'ida mos keladi. Havo uchun $n < 0,7$ va $S < 110$, $K = 199^\circ R$. Suyuqlikning harorat ko'tarilishi bilan yopishqoqligi kamayadi va taxminan eksponentdir, $\mu \approx ae^{-bT}$, lekin yaxshiroq mos keladigan empirik natija $\ln \mu$ bu $1/T$ ga kvadratik bog'langan, bu yerda T mutlaq haroratdir:

$$\ln \frac{\mu}{\mu_0} \approx a + b \left(\frac{T}{T_0}\right) + c \left(\frac{T}{T_0}\right)^2 \quad (1.13)$$

$T_0 = 273,16 K$, $m_0 = 0,001792 kg/(m \cdot s)$ suv uchun tavsiya etilgan qiymatlar $a = 21,94$, $b = 24,80$ va $c = 6,74$ aniqlik taxminan $\pm 1\%$ ni tashkil qiladi.

Kinematik qovushqoqlik koeffitsiyent. Gidravlikadagi ko'pgina hisoblash ishlarida μ ning ρ ga nisbati bilan ifodalanuvchi va kinematik Qovushqoqlik koeffitsiyenti deb ataluvchi miqdordan foydalanish qulaydir. Bu miqdor grekcha ν harfi bilan belgilanadi:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (1.14)$$

ν ning SI dagi birligi $\frac{m^2}{s}$, SGS sistemasida $\frac{sm^2}{s}$ yoki stoks (st) bilan ifodalanadi.

Mahsus adabiyotlarda va texnik adabiyotda uning kichik o'lchovlari ham (santistoks - sst) uchraydi. $1 m^2/s = 10^4 st = 10^6 sst$.

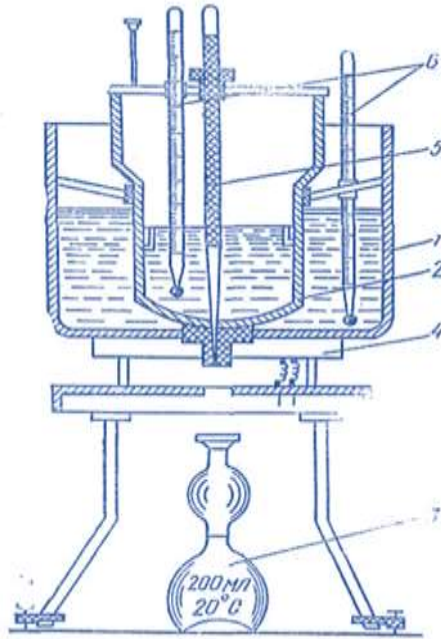
Qovushqoqlik koeffitsiyentini aniqlash uchun viskozimetr deb ataluvchi asbob qo'llaniladi. Suvga nisbatan yopishqoqligi katta bo'lgan suyuqliklar uchun Engler viskozimetri qo'llaniladi (1.2-rasm). U birining ichiga ikkinchisi joylashgan 1, 2 ikki idishdan iborat bo'lib, ular orasidagi bo'shliq, suv bilan, to'ldiriladi. Ichki idish 2 ning sferik tubiga diametri 3 mm li naycha kavsharlangan, u tiqin 5 bilan berkitilgan bo'ladi.

Ishki idishga tekshirilayotgan suyuqlik quyilib, uning temperaturasi ikki idish oralig'idagi suvni qizdirish yo'li bilan zarur bo'lgan temperaturagacha yetkaziladi. Tekshirilayotgan suyuqlik temperaturasi termometr 6 yordamida o'lchab turiladi. Suyuqlik zarur temperatura t gasha qizigandan so'ng tiqin ochiladi va sekundomer yordamida 200 sm³ suyuqlik 3 oqib chiqqan vaqt belgilanadi. Xuddi shunday tajriba $t = 20^\circ C$ da distillangan suv bilan ham o'tkaziladi. Tekshirilayotgan suyuqlikning $t = 20^\circ C$ dan oqib chiqqan vaqtlarining nisbati Qovushqoqlikning shartli graduslari yoki Engler graduslarini bildiradi:

$${}^0 E = \frac{T_{\text{suyuqlik}} t}{T_{\text{suv } t=20^{\circ} C}}$$

Engler gradusidan m^2/s ga o'tish uchun Ubbelode formulasi qo'llaniladi:

$$\nu = \left(0,0731 {}^0 E - \frac{0,0631}{{}^0 E} \right) 10^{-4} \quad (1.15)$$



1.2 - rasm. Engler viskozimetri.

Qovushqoqlikni aniqlash uchun kapillyar viskozimetr, rotatsion viskozimetr, stoks viskozimetri va boshqa turli viskozimetrlar ham qo'llaniladi.

Qovushqoqlik suyuqliklarning turiga, temperaturasiga va bosimiga bog'liq. Jadvallarda har xil suyuqliklarning qovushqoqlik miqdori keltirilgan. Temperatura ortishi bilan tomchilanuvshi suyuqliklarning qovushqoqligi kamayadi, gazlarning qovushqoqligi ortadi. Suyuqliklar qovushqoqligining temperaturaga bog'liqligini umumiy tenglama bilan ifodalab bo'lmaydi.

Har xil hisoblash ishlari bajarilganda, ko'pinsha, quyidagi formulalardan foydalaniladi.

Havo uchun

$$\nu_t = (0,132 + 0,000918 t + 0,00000066 t^2) \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/s \quad (1.16)$$

Suv uchun

$$\nu_t = \frac{0,0177}{1 + 0,0337 t + 0,000221 t^2} \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/s \quad (1.17)$$

Gidroyuritmalarda qo'llanuvchi turli mineral moylar uchun temperatura $30^{\circ}C$ dan $150^{\circ}C$ gacha (${}^{\circ}E$ 10 gacha) bo'lganda

$$\nu_t = \nu_{50} \left(\frac{50}{t} \right)^n \quad (1.18)$$

bu yerda: v_t , v_{50} – tegishli temperaturada va 50°C da kinematik qovushqoqlik koeffitsiyenti; t - temperatura, $^{\circ}\text{C}$ da; n - daraja ko`rsatkichi; uning miqdori quyidagi jadvalda $^{\circ}\text{E}_{50}$ ning turli miqdorlari uchun keltirilgan:

1.9- jadval

$^{\circ}\text{E}_{50}$	1.2	1,5	1.8	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n	1,39	1,59	1,72	1,79	1,99	2,13	2,24	2,32	2,42	2,49	2,52	2,56

Turli suyuqliklarning qovushqoqligi boshlang`ich qovushqoqlik va temperaturasiga qarab turlicha o`zgaradi. Ko`pshilik suyuqliklarning qovushqoqligi bosim ko`tarilishi bilan ortadi. Mineral moylarning qovushqoqligi bosimning 0-50 MN/m^2 chegarasida taxminan chiziqli o`zgaradi va quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$v_p = v_0(1 + k_p p), \quad (1.19)$$

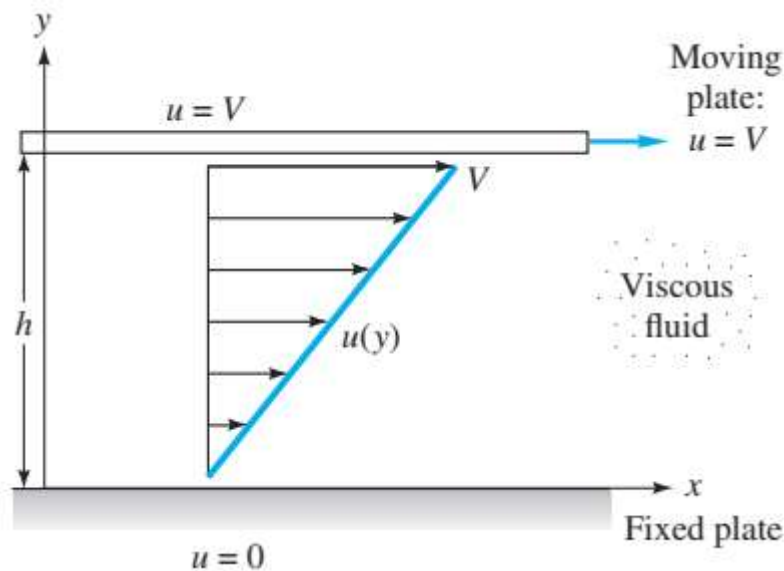
bu yerda: v_p va v_0 – tegishli bosimda va atmosfera bosimida kinematik qovushqoqlik koeffitsiyenti, p – qovushqoqlik o`lchangan bosim, MN/m^2 ; k_p – eksperimental koeffitsiyent, uning miqdori gidroyuritmalarni hisoblashda yuqorida aytilgan chegarada 0,03 ga teng deb qabul qilinadi.

Plastinalar orasidagi oqim

Klassik muammolardan biri 1.3-rasmda ko`rsatilgandek, harakatlanuvchi yuqori va pastki plastinkalar o`rtasida hosil bo`lgan V tezlikdagi barqaror oqim. Plastinkalar orasidagi masofa h , suyuqlik esa nyuton qonuniga bo`y so`nuvchi bo`lib, plastinkalarning ikkalasidan birida suyuqlik sirpanmaydi. Agar plastinka katta bo`lsa, bu barqaror siljish harakati $v=w=0$ bilan ko`rsatilgandek $u(y)$ tezlik taqsimotinigaga ega bo`ladi, suyuqlikning tezlashishi hamma joyda nolga teng. Nol tezlanish va oqim yo`nalishi bo`yicha bosim o`zgarmasligini hisobga olsak, kichik suyuqlik elementidagi kuch muvozanati suyuqlik bo`ylab siljish kuchining doimiy bo`lishiga olib keladi. 1.23-tenglamadan keltirib chiqariladi:

$$\frac{du}{dy} = \frac{\tau}{\mu} = \text{const}$$

$$u = a + by$$



1.3-rasm. Ikki parallel plastinka orasidagi yopishqoq suyuqlik oqimi.

Rasmda (1.3-rasm) ko'rsatilgandek tezlik taqsimoti chiziqli bo'lib, a va b doimiylarni yuqori va pastki plastinkalarda siljishsiz holatidan baholash mumkin:

$$u = \begin{cases} 0 = a + b(0) & y = 0 \\ V = a + b(h) & y = h \end{cases}$$

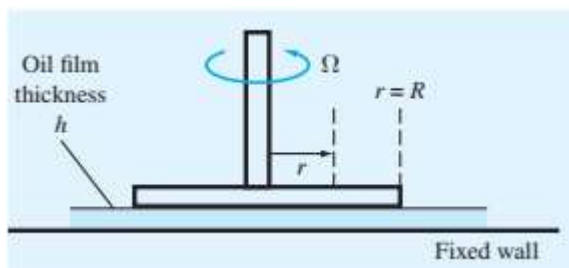
Demak, $a = 0$ va $b = V/h$. Hamda rasmda ko'rsatilganidek plastinkalar orasidagi tezlik profili:

$$u = V \frac{y}{h} \quad (1.20)$$

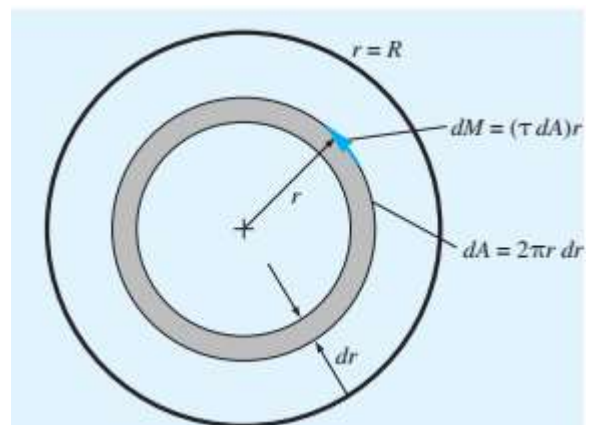
Turbulent oqimda bunday shakilga ega emas.

Yopishqoqlikga oid masala

Yopishqoqligi μ va qalinligi $h \ll R$ bo'lgan moy qatami qo'zg'almas qattiq devor va aylana disk o'rtasida joylashgan (E1.10-rasm). Disk ω burchak tezligida barqaror aylanadi. Har ikkala tezlik va siljish kuchlanishi r radiusga qarab o'zgarib turishini e'tiborga olib, diskni aylantirish uchun zarur bo'lgan moment M momentining formulasini keltirib chiqaring. Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.



a)



b)

Yechish:

Tizim eskizi: Rasmning (a) tizimning yon ko‘rinishi va (b) tepadan ko‘rinishi ko‘rsatilgan.

Taxminlar: Chiziqli tezlik profili, laminar oqim, sirpanmaslik, mahalliy siljish kuchlanishi (1.23) tenglama orqali ifodalangan.

Yondashuv: E1.10b-rasmda kengligi dr va maydoni $dA = 2\pi r dr$ bo‘lgan aylana chiziqdagi siljish kuchlanishini hisoblang, so‘ngra bu siljish kuchlanishining kelib chiqishi haqida dM momentini toping. Umumiy momentni M topish uchun butun diskni birlashtiring.

O‘zgarmas qiymatlari: Yog‘ning yopishqoqligi μ o‘zgarmas. Ushbu barqaror oqimda neft zichligi muhim emas.

Yechim bosqichlari: Radius r da moydagi tezlik tangensial bo‘lib, qo‘zg‘almas devorda noldan (slipmas) disk yuzasida $u = \Omega r$ gacha (shuningdek sirpanishsiz). Bu holatda kesish stressi quyidagicha:

$$\tau = \mu \frac{du}{dy} \approx \mu \frac{\Omega r}{h}$$

Bu siljish kuchlanishi hamma joyda boshlang‘ich radiusga perpendikulyar (E1.10b-rasmga). Keyinchalik, bu aylana chiziqni kesish natijasida kelib chiqqan diskning umumiy momentini topish va birlashtirish mumkin:

$$dM = (\tau)(dA)r = \left(\mu \frac{\Omega r}{h}\right)(2\pi r dr)r$$

$$M = \int dM = \frac{2\pi\mu\Omega}{h} \int_0^R r^3 dr = \frac{\pi\mu\Omega R^4}{2h}$$

Izohlar: Bu soddalashtirilgan muhandislik tahlili bo‘lib, unda yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan burchak effektlar, diskning yuqori qismidagi havo qarshiliklari va disk juda tez aylansa, yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan turbulentslik e‘tibordan chetda qoladi.

1.5 Sirt tarangligi (kapillyarlik)

Suyuqlik sirtidagi molekullarning o‘zaro tortishish kuchi ma‘lum bir kuchlanish holatini vujudga keltiradi. Bu hodisa *sirt tarangligi* deb ataladi va kapillyar idishlarda egri mensk vujudga keltiradi. Sirt egriligi botiq, yoki qavariq shaklda bo‘ladi, bu shakl esa idish devori bilan suyuqlik molekullari orasidagi o‘zaro ta‘sir kuchiga bog‘liq.

Sirt taranglik kushi Laplas formulasi bilan ifodalanadi:

$$P = \sigma \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right), \quad (1.21)$$

bu yerda: σ – sirt taranglik koeffitsiyenti; r_1, r_2 – bosh egrilik radiuslari.

O‘xshash kapillyar idishlar uchun:

$$P = \frac{2\sigma}{r} \quad (1.22)$$

Suyuqliklar sirtining (ko‘tarilish va pasayish) balandligi quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$h = \frac{k}{d}, \text{ mm} \quad (1.23)$$

bu yerda: d - idish diametri; k – o`zgarmas kattalik bo`lib, suv uchun +30, spirt uchun +10, simob uchun -10.

1.10 - jadval.

Ba'zi suyuqliklari uchun sirt taranglik koeffitsiyenti

Suyuqliklarning nomi	$\sigma, \frac{N}{m}$
Suv	0,073
Spirt	0,0225
Benzin	0,029
Glitserin	0,065
Simob	0,490

Sirt taranglik kuchi aniq o`lchov asboblarning kapillyar naychalarini, filtratsiyani hisoblash masalalarida va boshqa gidravlik hisoblashlarda kerak bo`ladi. Ko`pchilik gidravlik masalalarda esa uning qiymati juda kishik bo`lgani uchun hisobga olinmaydi.

1.6 Suyuqlik to`yingan bug`ining bosimi

Suyuqlikning berilgan temperaturada erkin bug`lanishi va uning bug`lari yopiq idishdagi bo`shliqni to`yinish holatigacha to`ldirish uchun kerak bo`lgan bosim suyuqlik to`yingan bug`ining bosimi deb ataladi.

Shunga asosan suyuqlik to`yingan bug`ining bosimi bug`ning yopiq idish ichida suyuqlik bilan muvozanatlashgan holatiga tegishli barqarorlashgan bosimdir. Bu bosim suyuqliklardan yuqori temperaturada foydalanish mumkinligini va ularning turli gidravlik qurilmalar, gidrosistemalardagi kavitatsiya xossasini aniqlash uchun foydalaniladi. Suyuqliklarning bug`lanishi sirt bo`yicha ham, uning butun hajmi bo`yicha bug` pufakchalari hosil bo`lishi (qaynashi) yo`li bilan ham yuz berishi mumkin. Bunda ikkinchi hol, xohlagan temperaturada yuz beradigan sirt bo`yicha bug`lanishdan farqli ravishda, faqat ma'lum temperaturada, ya'ni to`yingan bug` bosimi suyuqlik sirtidagi bosimga teng bo`ladigan temperaturada yuz beradi. Bosim ortishi bilan qaynash temperaturasi ortadi, kamayishi bilan esa kamayadi.

Bir jinsli suyuqliklarda to`yingan bug` bosimi har bir temperatura uchun bir xil miqdorga ega bo`ladi, suyuqlik va bug`ning miqdoriy nisbatiga bog`liq bo`lmaydi.

Suyuqlik aralashmalarida esa suyuqlik tarkibidagi turli molekulalarning o`zaro ta'siri bug`lanishni qiyinlashtiradi. Bu holda aralashma bug`larida yengil bug`lanuvchi suyuqlik bug`larining nisbati, uning ayrim holatidagi bug`lariga qaraganda ko`proq bo`ladi. Bu holda umumiy bug` bosimi partsial bug` bosimlar yig`indisiga teng.

Shunday qilib, aralashmalar bug`langanda suyuq fazada yengil komponent kamayib boradi, ya'ni yengil komponent suyuq fazadagiga nisbatan bug` fazada ko`proq nisbatda bo`ladi.

1.7 Gazlarning suyuqlikda erishi. Kavitatsiya hodisasi haqida tushuncha

Tabiatda va texnikada suyuqlik unda havoning tarkibidagi gazlar oz miqdorda erigan holda uchraydi. Bosim ortishi yoki temperatura kamayishi bilan erigan gazlar miqdori ortadi va aksincha, bosim kamayganda yoki temperatura ortganda ularning miqdori kamayadi. Shuning uchun bosim kamayishi yoki temperatura ortishi bilan suyuqlikdagi erigan gazlarning bir qismi ajralib chiqib, pufakchalar hosil qiladi, ya'ni yuqorida aytilganga ko`ra bosim kamayganda suv ham bug`lanadi lekin yengil komponent sifatida erigan gazlar tezroq ajralib chiqib, pufakchalar hosil qiladi. Boshqacha aytganda - bu holat suyuqlikdagi bosimning undagi gazning to`yingan bug`lari bosimiga teng bo`lganida vujudga keladi. Gaz pufakchalari paydo bo`lishi bilan suyuqlikning tutashligi buziladi va tutash muhitlarga taalluqli qonunlar o`z kuchini yo`qotadi. Bu hodisa *kavitatsiya* deyiladi. Pufakchalar suyuqlik ichida past temperaturali yoki yuqori bosimli sohalar tomonga qarab harakat qiladi. Agar u yetarli darajadagi bosimga ega bo`lgan sohaga kelib qolsa, yana erib ketadi (agar bug` bo`lsa, kondensatsiyalanadi). Erigan gaz o`rnida paydo bo`lgan bo`shliqqa suyuqlik zarrachalari intiladi va bo`shliq keskin yopiladi. Bu esa hozirgina bo`shliq bo`lgan yerda gidravlik zarbani vujudga keltiradi va natijada bu yerda bosim keskin ortib, temperatura keskin kamayadi.

Bunday gidravlik zarba va uni vujudga keltirgan kavitatsiya hodisasi quvur devorlari va mashinalarning suyuqlik harakat qiluvchi qismlarining buzilishiga olib keladi (kavitatsiyaga qarshi kurash usullari to`g`risida keyinshalik to`xtalamiz).

1.8. Suyuqlikning termodinamik xossalari

Harorat T suyuqlikning ichki energiya darajasi bilan bog`liq bo`lib, gaz yuqori tezlikda oqishi paytida u sezilarli darajada farq qilishi mumkin. Muhandislar qulaylik uchun odatda Selsiy va Kelvin shkalalaridan foydalanishlariga qaramay, hisoblashlarda Farengeyt yoki Rankin harorat shkalalari ham qo`llaniladi.

$$^{\circ}R = ^{\circ}F + 459.69$$

$$K = ^{\circ}C + 273.16$$

Suyuqlikning tezlik maydoni eng muhim xususiyati bilan suyuqlikning termodinamik xossalari chambarchas bog`liq. suyuqlikning termodinamik xossalari quydagilar bilan izohlanadi:

Bosim: r , Zichlik ρ , Harorat T

Bu uchala kattaliklar suyuqlik oqimni tahlil qilishda tezlik vektori bilan uzviy bog`liq, hamda ish, issiqlik va energiya balansi oqimni tahlil qilish va oqim qayta ishlashda muhim ro`l o`ynaydi:

Ichki energiya \hat{u} , Entalpiya $h = \hat{u} + \frac{P}{\rho}$, Entropiya S , Issiqlik sig'imi C_p va C_v

Bundan tashqari, ishqalanish va issiqlik o'tkazuvchanlik xossalari ham mavjud bulib qu43yidagi kattaliklar bilan bog'liq:

1. Qovushqoqlik koeffitsienti μ
2. Issiqlik o'tkazuvchanligi k

Ushbu to'qqizta kattalikning barchasi suyuqlikning termodinamik holati yoki holati bilan bog'liq bo'lgan termodinamik xossalardir. Masalan, suv yoki kislorod kabi bir fazali modda uchun bosim va harorat kabi ikkita asosiy kattalik ma'lum bo'lsa qolgan barcha qiymatlarni aniqlash mumkin:

$$\begin{aligned}\rho &= \rho(P, T) \\ h &= h(P, T) \\ \mu &= \mu(P, T)\end{aligned}$$

Shuni esda tutingki, termodinamik xossalar tizimning holatini tavsiflaydi, ya'ni o'zining atrofi bilan o'zaro ta'sirlashib turadigan bir xil moddalar to'plami. Ko'pgina hollarda, tizim kichik suyuqlik elementi bo'ladi va barcha xususiyatlar oqim maydonining uzluksiz xususiyatlari sifatida qabul qilinadi:

$$\rho = \rho(x, y, z, t)$$

Termodinamika odatda statik tizimlar bilan bog'liq bo'ladi, suyuqliklar esa odatda doimo o'zgaruvchan xossalarga ega o'zgaruvchan harakatda bo'ladi. Normal bosimdagi gazlarda (va undan ham ko'proq suyuqliklar uchun) juda oz miqdordagi molekulyar to'qnashuvlar $1 \mu\text{m}$ oralig'ida sodir bo'ladi, shuning uchun to'satdan o'zgarishlarga uchragan suyuqlik tezda muvozanat holatiga moslashadi.

1.9 Ideal suyuqlik modeli

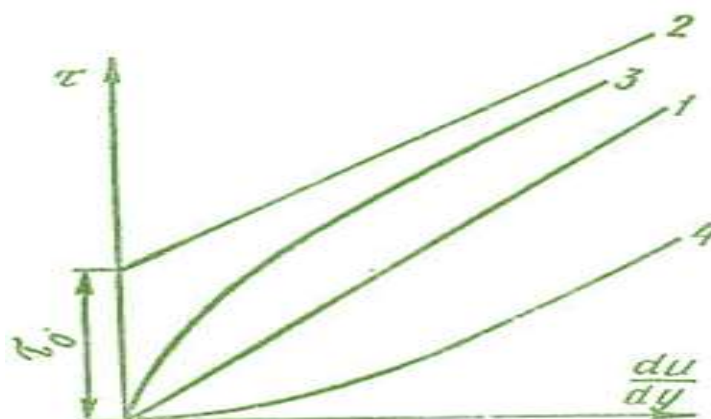
Suyuqliklarning harakati tekshirilganda, odatda, hamma kushlarni hisobga olib bo'lmagani ushuni, ularning suyuqlik muvozanati yoki harakati holatiga ta'siri katta bo'lganlarini saqlab qolib, ta'siri kishiklarini tashlab yuboramiz. Shu usul bilan suyuqliklar uchun ideal va real suyuqliklar modeli tuziladi. Hozirgi vaqtda suyuqlik harakatini ifodalovshi umumiy tenglamalar juda murakkab bo'lib, uni yechishni osonlashtirish uchun yuqorida aytilgandek soddalashtirishlar kiritiladi. Bunday soddalashtirishlar esa suyuqliklarning fizik xossalariga shegara qo'yadi va bu suyuqliklar ideal suyuqliklar deyiladi. Ideal suyuqliklar absolyut siqilmaydigan, issiqlikdan hajmi o'zgarmaydigan, sho'zuvshi va siljitivshi kushlarga qarshilik ko'rsatmaydigan abstrakt tushunshadagi suyuqliklardir.

Real suyuqliklarda esa yuqorida aytilgan xossalar mavjud bo'lib, odatda siqilishi, issiqlikdan kengayishi va hajm o'zgarishi juda kishik miqdorga ega. Shuning uchun bu soddalashtirishlar hisoblashda unshalik ko'p xato bermaydi. Ideal suyuqliklarning real suyuqliklardan katta farq qilishiga olib keladigan asosiy sabab, bu – siljitivshi kuchga qarshilik ko'rsatish xossasi, ya'ni ichki ishqalanish kuchi bo'lib, uning bu xususiyatini qovushqoqlik degan tushunsha orqali

ifodalaniladi. Shunga asosan ideal suyuqliklarni noqovushoq (nevyazkiy), real suyuqliklarni esa qovushoq suyuqlik deyiladi.

1.10 Nyuton qonuniga bo'ysunmaydigan suyuqliklar

Yuqorida aytilganidek, suyuqliklarga ta'sir qiluvshi qovushqoqlik kuchlanish kushi tezlik gradiyentiga bog'liq bo'lib, Nyuton qonuni (1.11) bo'yicha bu bog'lanish shiziqli bo'ladi. Shuning ushuni agar abstsissa o'qiga $\frac{du}{dy}$ ni, ordinata o'qiga τ ni qo'yib grafik shizsak, u holda bu grafikni ifodalovshi 1.4-rasmdagi 1 - shiziq (1.9) formulani ifodalaydi. Bu grafik bilan ifodalanuvchi, ya'ni Nyuton qonuniga bo'ysunuvshi suyuqliklar Nyuton suyuqliklari deyiladi.



1.4 - rasm. Nyuton qonuniga bo'ysunmaydigan suyuqliklarga doir shizma.

Hozir suyuqliklarning xossalarini shuqurroq o'rganish va texnikada ishlatiladigan suyuqliklar turining ko'payishi natijasida Nyuton qonuniga bo'ysunmaydigan ko'pgina suyuqliklar mavjud ekanligi aniqlandi. Bunday suyuqliklarda *qovushqoqlik zo'riqish* kushi τ umumiy holda tezlik gradiyenti $\frac{du}{dy}$ ning funktsiyasi sifatida qaraladi:

$$\tau = f\left(\frac{du}{dy}\right)$$

Ular Nyuton qonuniga bo'ysunmaydigan suyuqliklar deb ataladi. Bu suyuqliklar quyidagi guruhlarga ajratiladi.

1. Bingham suyuqliklari (plastik yopishqoq suyuqliklar). Bu suyuqliklar kichik kuchlanishlarda ozgina deformatsiyalanib, kuchlanish yo'qolsa, yana avvalgi holiga qaytadi. Kuchlanish kuchi τ biror τ_0 qiymatdan oshsa, harakat boshlanadi. Bingham suyuqliklari xuddi Nyuton suyuqliklari kabi harakatlanadi. Bu suyuqliklar ushuni Nyuton qonuni o'rnida quyidagi qonun qo'llaniladi.

$$\tau = \tau_p + \eta \frac{du}{dy} \quad (1.24)$$

bu yerda: η – struktura yopishqoqligi deb ataladi. (1.20) formula bilan ifodalanuvshi qonun 1.3 - rasmdagi 2 - chiziqqa ega bo`ladi.

Quyuc suspenziyalar, pastalar, shlam va boshqalar plastik yopishqoq suyuqliklarga kiradi.

2. Soxta plastik suyuqliklar. Bular Nyuton suyuqliklari kabi kuchlanishning eng kishik qiymatlarida ham harakatga keladi. Lekin u tezlik gradiyenti ortishi bilan kamayib borib, sekin-asta o`zgarmas qiymatga intiladi (1.3 - rasmda, 3 - chiziq).

Uning grafigi logarifmik masshtabda to`g`ri shiziqqa yaqin bo`lganligi ushun ko`rsatkishli funktsiya ko`rinishida ifodalanadi:

$$\tau = k \left(\frac{du}{dy} \right)^m \quad (1.25)$$

bu yerda: k, m – tajribadan aniqlanuvshi o`zgarmas miqdorlardir (o`zgarmas m , odatda, 0 bilan 1 orasidagi qiymatlarni qabul qiladi). Bu suyuqliklarga siljitivshi kuchlanishning tezlik gradiyentiga nisbati μ_k o`xshash yopishqoqlik deb ataladi.

3. Dilatant suyuqliklar soxta plastik suyuqliklarga o`xshash bo`lib, ulardan tezlik gradiyenti ortganida μ_k o`sib borishi bilan farqlanadi (1.3 - rasm, 4 - chiziq), siljitivshi kuchlanish (1.21) formula bilan ifodalanadi. Dilatant suyuqliklarning soxta plastik suyuqliklardan farqi shundaki, ularda m doimo 1 dan katta bo`ladi. Dilatant suyuqliklar bingam va soxta plastik suyuqliklarga nisbatan kam ushraydi.

Bundan tashqari, τ va $\frac{du}{dy}$ o`rtasidagi bog`lanish vaqtga bog`liq bo`lgan suyuqliklar ham tabiatda uchrab turadi. Ularning yopishqoqlik koeffitsiyenti kuchlanishning qancha vaqt ta'sir qilganiga qarab o`zgarib boradi. Bunday suyuqliklarga ko`pgina bo`yoqlar, sut mahsulotlarining ko`p turlari, turli smolalar misol bo`ladi. Ular tiksotrop suyuqliklar, reopektant suyuqliklar va maksvell suyuqliklari deb ataluvchi guruhlariga bo`linadi. Bu suyuqliklarning yana bir xususiyatlari shundan iboratki, ularning ba'zi turlari (maksvell suyuqliklari) qo`yilgan kuchlanish kuchi olinishi bilan avvalgi holatiga qisman qaytadi (ya'ni hozirgi zamon fanining tili bilan aytganda xotirlash xususiyatiga ega bo`ladi).

Amaliy mashg'ulotlarga doir ko'rsatma:

Muammoni (**masala**) hal qilish uchun quydagi bosqichlar tavsiya etiladi:

1. Muammoni o'qing va kerakli natijalar haqida o'zingiz qayta qisqacha ma'lumot yozing.
2. Jadvallar yoki diagrammalardan kerakli ma'lumotlarini to'plang: zichlik, yopishqoqlik va boshqalar.
3. Siz so'ralgan narsani tushunganingizga ishonch hosil qiling. Talabalar savolga noto'g'ri javob berishga moyildirlar - masalan, bosim gradienti o'rniga bosim, tortish kuchi o'rniga ko'tarish kuchi yoki hajmiy oqim o'rniga massaviy oqim. Muammoni diqqat bilan o'qing.
4. Ehtiyotkorlik bilan o'ylab ko'ring va taxminlaringizni sanab o'ting. Siz oqim barqarormi yoki barqaror emasmi, siqiluvchanmi yoki siqilmaydimi, yopishqoqmi yoki yopishqoqmasmi, tenglamalar yoki qisman differentsial tenglamalar kerakmi yoki yo'qligini hal qilishingiz kerak.
5. Iloji bo'lsa, algebraik yechim toping. Keyin, agar raqamli qiymat kerak bo'lsa, oldingi mavzuda ko'rib chiqilgan SI yoki BG birlik tizimlaridan foydalaning.

1-masala. Faraz qilaylik, 1.3 - rasmdagi oqim 20 C dagi SAE 30 moyi bo'lsin. Moyning tezligi $V = 3 \text{ m/s}$ va balandligi $h = 2 \text{ sm}$ bo'lsa, yog'dagi siljish kuchini hisoblang.

Yechish.

Tizim sxemasi: Bu oldin 1.3 – rasmda ko'rsatilgan.

Taxminlar: Chiziqli tezlik profili, laminar Nyuton suyuqligi, ikkala plastinka yuzasida sirpanish yo'q.

Yondashuv: 1.7 -rasmning tahlili laminar oqim uchun (1.16) teglamaga olib keladi.

O'zgarmas qiymatlari: 1.4-jadvalga asosan, SAE 30 moyi yopishqoqligi $m = 0,29 \text{ kg/(m} \cdot \text{s)}$.

Yechim bosqichlari: (1.26) tenglamada yagona noma'lum narsa suyuqlikning siljish kuchlanishidir:

$$\tau = \mu \frac{V}{h} = \left(0,29 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}} \right) \frac{3 \text{ m/s}}{0,02 \text{ m}} = 43,5 \frac{\text{kg} \cdot \text{m/s}^2}{\text{m}^2} = 43,5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \approx 44 \text{ Pa}$$

Izohlar: O'lchov birliklariga e'tibor bering, 1 kg-m/s²; 1 N va 1 N/m²; 1 Pa. Yog 'juda yopishqoq bo'lsa-da, bu siljish kuchlanishi oddiy, atmosfera bosimidan taxminan 2400 marta kamroq. Gazlar va yupqa suyuqliklardagi yopishqoq kuchlar undan ham kichikroq.

2 - masala. Benzin bilan to'ldirilgan bak, quyoshda 50 °C gasha harorati ko'tariladi. Agar bak absolyut qattiq deb qaralsa benzinning bosimi qanshaga o'zgaradi? Benzinning boshlang'ich harorati 20°S, hajmiy siqilish koeffitsiyenti

$$\beta_w = \frac{1}{1300} \frac{1}{\text{MPa}};$$

issiqlikdan kengayish harorat koeffitsiyenti.

$$\beta_t = 8 \cdot 10^{-5} \frac{1}{^\circ\text{C}}$$

Yechimi:

Siqilish va haroratdan kengayish formulalaridan foydalanib quyidagilarni yozamiz:

$$\beta_w = \frac{W_1}{W} \cdot \frac{1}{P_1} \rightarrow \frac{W_1}{W} = \beta_w P_1$$

$$\beta_t = \frac{W_1}{W} \cdot \frac{1}{t_1} \rightarrow \frac{W_1}{W} = \beta_t t_1$$

Tenglamaning o'ng tomonlarini tenglashtirib, o'zgargan bosim miqdorini aniqlaymiz:

$$\beta_w P_1 = \beta_t t_1$$

$$P_1 = \frac{\beta_t}{\beta_w} \cdot t_1 = 312 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

1. bo'yicha nazorat savollari

1. Ichki ishqalanish kushi deb qanday kuchga aytiladi?
2. Sirt taranglik kushi qanday formula bilan ifodalanadi?
3. Ideal suyuqliklarning real suyuqliklardan katta farq qilishiga olib keluvchi sabab?
4. Suyuqliklardagi ishqalanish ushun Nyuton qonuni. Qovushqoqlik.
5. Nyuton qonuniga bo'ysunmaydigan suyuqliklar.
6. Suv nima ?

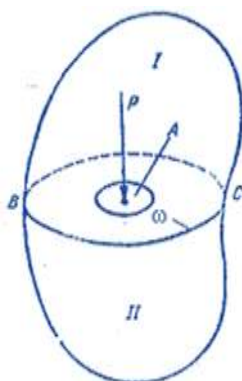
2-BO'LIM. GIDROSTATIKA

Gidravlikaning suyuqliklar muvozanat qonunlarini o`rganib, ularni texnikaga tadbiiq qilish bilan shug`illanuvchi bo`limi gidrostatika deb yuritiladi. Bu qonunlarni tekshirish suyuqliklar orqali kuchlarni uzatish bilan bog`liq masalalarni hal qilishda muhim ahamiyatga ega. Bundan tashqari, gidrostatika suyuqliklarga to`liq yoki qisman botirilgan qattiq jismlarning muvozanat qonunlarini ham o`rganadi.

Odatda, suyuqliklar muvozanat holatda bo`lganda uning ayrim bo`laklarining boshqa bo`laklariga bo`lgan ta'siri, suyuqlik saqlanayotgan idish devorlariga va unga botirilgan jismga ta'siri bosim orqali ifodalanadi.

2.1 Gidrostatik bosim

Suyuqliklarga ta'sir qiluvshi asosiy kushlardan biri gidrostatik bosimdir. Uni tushuntirish ushun 2.1 - rasimga murojaat qilamiz. Bu yerda muvozanat holatidagi suyuqlikning ixtiyoriy hajmi ifodalangan. Bu hajm ichida ixtiyoriy A nuqta olib, undan BC tekislikni o`tkazamiz. Natijada hajm ikki qismga ajraladi. BC sirtida A nuqta atrofida biror ω yuzga ajratamiz. Hajmning I qismi orqali uning II qismiga BC yuzga bo`yisha bosim kushi beriladi.



2.1 - rasm. Suyuqliklarda bosim tushunchasiga doir shizma.

Bu kushning ω yuzaga ta'sir qilgan qismini P bilan belgilaymiz.

Qaralayotgan ω yuzaga ta'sir qiluvshi P kush *gidrostatik bosim kushi* yoki qisqasha *gidrostatik kush* deyiladi. P kuch II qismga nisbatan tashqi kush, butun hajmga nisbatan esa ishki kush hisoblanadi. P (F) kushning ω yuzaga nisbati bu yuzaning birlik miqdoriga ta'sir qiluvshi kushni beradi va u o`rtasha gidrostatik bosim deb ataladi:

$$p_{o,r} = \frac{P}{\omega}$$

Agar ω yuzani kishraytira borib, nuqtaga intiltirsak ($\omega \rightarrow 0$), $p_{o,r}$ biror shegaraviy qiymatga intiladi:

$$p = \lim_{\omega \rightarrow 0} \frac{P}{\omega}$$

Bu qiymat A nuqtaga ta'sir qilayotgan bosimni beradi va u gidrostatik bosim deb ataladi. Umumiy holda gidrostatik bosim p bilan o'rtacha gidrostatik bosim p_{or} teng emas. Ular bir-biridan kichik miqdorga farq qiladi.

Gidrostatik bosim N/m^2 bilan o'lshaniadi.

Bosim termini suv tomonidan har bir kvadrat metr yuzaga ta'sir qiladigan kuchni ifodalash uchun ishlatiladi. Bu baklarni quyi qismida, to'g'on yuzasiga, suv osti kemalari va karabllarga ta'sir qilishida kuzatiladi. U quyidagicha hisoblanadi:

$$\text{bosim} = \frac{\text{kuch}}{\text{yuza}}$$

Joriy o'lchov birliklari:

$$\text{bosim} \left(\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right) = \frac{\text{kuch}(\text{N})}{\text{yuza}(\text{m}^2)}$$

Kuch kilo-Nyutonda (kN), yuza metr kvadratda va shuning uchun bosim $\left(\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right)$ da o'lchanadi.

Ba'zan bosim Blez Paskal (1620-1662) sharafiga Paskalda (Pa) o'lchanadi, bugungi zamonaviy texnikada barometrlarda atmosfera bosimini o'lchash uchun ko'p qo'llaniladi.

$$1Pa = 1N / m^2$$

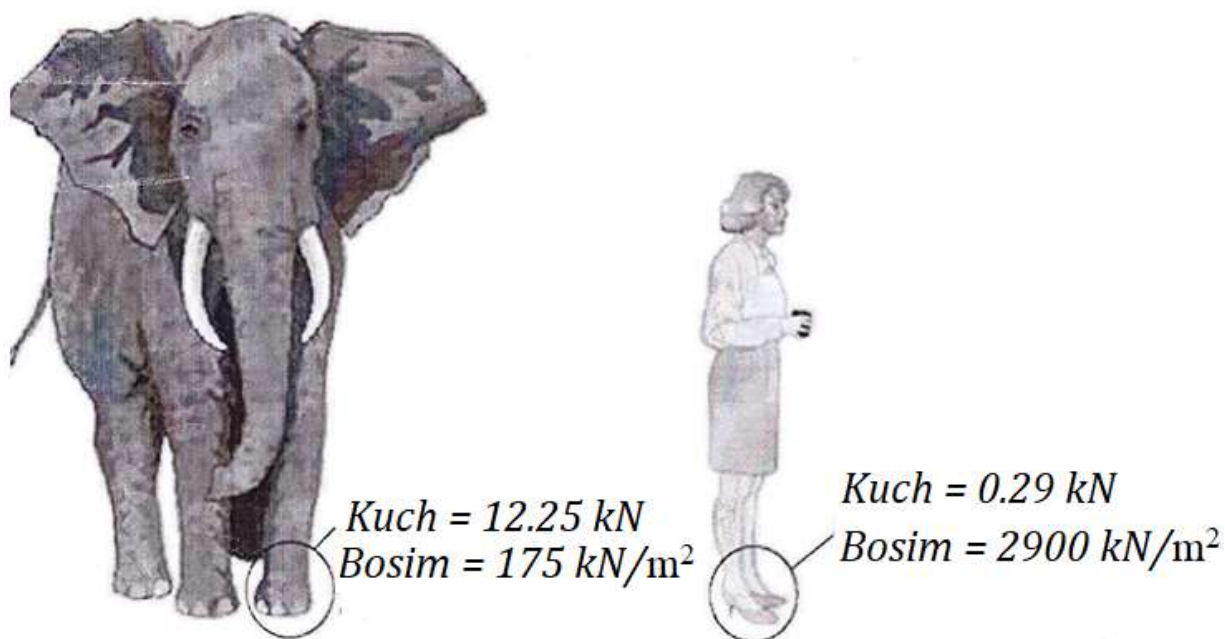
Bir Paskal juda kichik miqdor va shuning uchun ko'pincha kilo-Paskal ishlatiladi:

$$1kPa = 1kN / m^2$$

Ushbu adabiyotda bosimni ifodalash uchun Paskaldan foydalanilada, ya'ni bu metr kvadrat yuzaga kilo-Nyuton kuchni ifodalaydi.

Bosim suyuqlikning har bir yuzasiga ta'sir qilgan normal kuch deb ta'riflanadi.

Eslatma: Standart atmosfera qiymati 1.01325 bar (101325 Pa), bu esa 760 mm simob ustuniga teng deb qabul qilinadi.



2.2 -rasm. Bosim va kuch o'rtasidagi farq

2.2 Muvozanatdagi suyuqlik bosimining xossalari

Tinsh turgan suyuqlikdagi bosim (ya'ni gidrostatik bosim) ikkita asosiy xossaga ega:

1 - x o s s a – *gidrostatik bosim u ta'sir qilayotgan yuzaga normal bo'yisha yo'nalgan bo'ladi.* Bu xossaning to'g'riligini isbotlash ushun gidrostatik bosim p o'zi ta'sir qilayotgan yuzaga normal bo'yicha yo'nalmagan deb faraz qilamiz. Bu holda p normal va urinma yo'nalishlarda proyeksiyalarga ega bo'ladi.

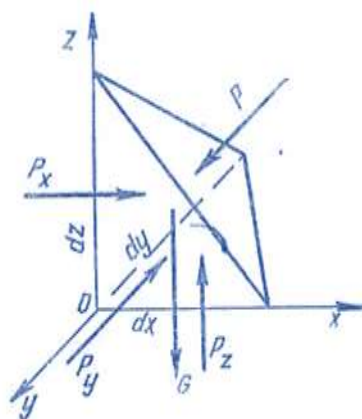
Urinma yo'nalishidagi proektsiya I va II qismlarining bir-biriga nisbatan siljishiga olib keladi (2.2 - rasm). Suyuqlik muvozanatda bo'lgani uchun bu hol yuz berishi mumkin emas. Bundan p normal bo'yisha yo'nalmagan degan fikr noto'g'ri ekanligi kelib shiqadi.

2- x o s s a - *gidrostatik bosim u ta'sir qilayotgan nuqtada hamma yo'nalishlar bo'yisha bir xil qiymatga ega.* Bu xossani isbotlash ushun suyuqlik ishida tomonlari dx , dy , dz ga teng bo'lgan tetraedr ajratib olamiz. Tetraedrning qiya yuzasiga P kuch ta'sir qilsin.

U holda yOz tekislikdagi yuza bo'yisha, Px , xOz tekislikdagi yuza bo'yisha, Py , xOy tekislikdagi yuza bo'yicha, esa Pz kuchlar ta'sir qiladi. Qiya yuzaning sirti $d\omega$ ga teng deb hisoblaymiz. Agar gidrostatik bosim Ox o'qi bilan α , Oy o'qi bilan β , Oz o'qi bilan γ burshak tashkil qilsa, u holda $d\omega$ yuzaga ta'sir qilayotgan kuch ($p d\omega$) ning o'qlardagi proyeksiyalari $p d\omega \cos\alpha$, $p d\omega \cos\beta$, $p d\omega \cos\gamma$ larga teng. Og'irlik kushi esa

$$G = \rho g dV = \frac{1}{6} \rho g dx dy dz$$

Suyuqlik muvozanatda bo'lgani ushun kuchlarning o'qlardagi proyeksiyalarining yig'indisi nolga teng, ya'ni Ox o'qi bo'yisha



2.3-rasm. Bosimlarning xossalariga doir shizma

$$\frac{1}{2} p_x dydz - p d\omega \cos \alpha = 0,$$

Oy o`qi bo`yisha

$$\frac{1}{2} p_y dx dz - p d\omega \cos \beta = 0,$$

Oz o`qi bo`yisha

$$\frac{1}{2} p_z dx dy - p d\omega \cos \gamma + \frac{1}{6} \rho g dx dy dz = 0,$$

$d\omega$ yuzaning proyeksiyalari quyidagilarga teng:

$$d\omega \cos \alpha = \frac{1}{2} dy dz, \quad d\omega \cos \beta = \frac{1}{2} dx dz, \quad d\omega \cos \gamma = \frac{1}{2} dx dy$$

Yuqoridagi tenglamalar qisqartirilgandan keyin quyidagisha yoziladi:

$$p_x - p = 0; \quad p_y - p = 0; \quad p_z - p - \frac{1}{3} \rho g dz = 0$$

Tetraedrning tomonlari sheksiz kishik qiymatga intilganda u nuqtaga yaqinlashadi. Bu holda uning hajmi nolga intiladi. Shuning ushun yuqorida keltirilgan tenglamalardan quyidagi natija kelib shiqadi:

$$p_x = p; \quad p_y = p; \quad p_z = p \quad \text{ya`ni} \quad p_x = p_y = p_z = p$$

Shunday qilib, barsha yo`nalishlarda ta'sir qiluvshi bosim kuchlari teng ekanligi isbotlandi. Bu esa ikkinshi xossaning to`g`riligini ko`rsatadi.

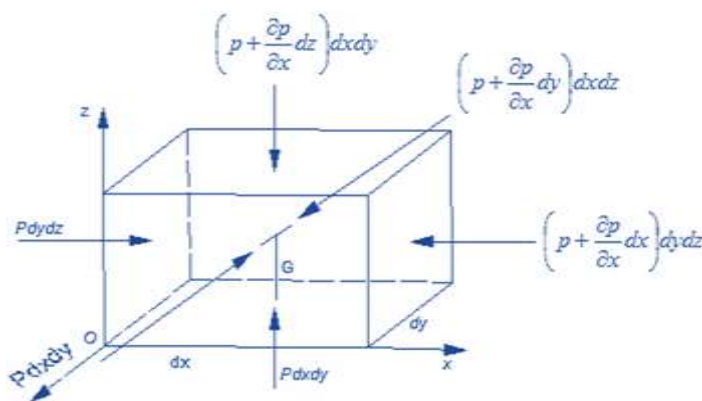
2.3 Muvozanatdagi suyuqlikning differentsial tenglamasi (Eylar differentsial tenglamasi)

Muvozanat holatidagi suyuqliklarga bosim va og`irlik kuchlari ta'sir qiladi. Bosim suyuqlik egallagan hajmning har xil nuqtasida har xil qiymatga ega. Shuning uchun bosimni koordinata o`qlari x , y , z larning funktsiyasi deb qarash kerak. Ko`rilayotgan suyuqlikda tomonlari dx , dy , dz ga teng bo`lgan parallelopipedga teng elementar hajm ajratib olamiz (2.3 - rasm). Endi suyuqlikka ta'sir qiluvchi kuchlarning muvozanat holatini tekshiramiz. Og`irlik kuchining proyeksiyalari

$\rho X dV; \rho Y dV; \rho Z dV$ bo'lsin; ya'ni $G\{\rho X dV, \rho Y dV, \rho Z dV\}$. Elementar hajmning yOz tekislikda yotgan sirtiga Ox o'qi yo'nalishida p ga teng, unga parallel bo'lgan sirtiga esa $p + \frac{\partial p}{\partial x}$ ga teng bosimlar ta'sir qiladi (2.3 - rasm). Bu sirtlarga ta'sir qiluvchi bosim kuchlari esa tegishlicha $p dy dz$ va $\left(p + \frac{\partial p}{\partial x} dx\right) dy dz$ larga teng. Olingan elementar hajm Ox o'qi bo'yicha muvozanatda bo'lishi uchun bu o'q bo'yicha yo'nalgan kuchlar yig'indisi nolga teng bo'lishi kerak:

$$p dy dz - \left(p + \frac{\partial p}{\partial x} dx\right) dy dz - \rho X dx dy dz = 0$$

Shuningdek, Oy o'qi bo'yicha, yOz tekislikda yotuvchi sirtga $p dx dz$, unga parallel bo'lgan sirtga esa, $\left(p + \frac{\partial p}{\partial y} dy\right) dx dz$ kuchlar ta'sir qiladi.



2.4-rasm. Suyuqliklar muvozanatining (Eyler) tenglamasiga doir chizma.

Shuning uchun elementar hajmning Oy o'qi bo'yicha muvozanat sharti quyidagicha bo'ladi:

$$p dx dz - \left(p + \frac{\partial p}{\partial y} dy\right) dx dz + \rho Y dx dy dz = 0 \quad (2.1)$$

Shuningdek, Oz o'qi bo'yicha

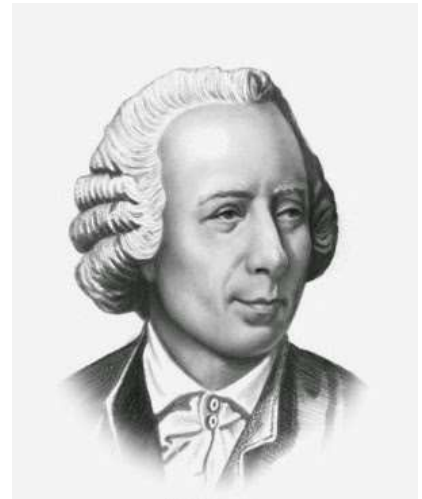
$$p dx dy \text{ va } \left(p + \frac{\partial p}{\partial z} dz\right) dx dy$$

kuchlar ta'sir qiladi hamda ularning muvozanat sharti quyidagicha bo'ladi:

$$p dx dy - \left(p + \frac{\partial p}{\partial z} dz\right) dx dy + \rho Z dx dy dz = 0$$

O'xshash miqdorlarni qisqartirish va qolgan hadlarni dx, dy, dz ga bo'lishdan keyin quyidagi tenglamalar sistemasini olamiz:

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho X = \frac{\partial p}{\partial x}; \\ \rho Y = \frac{\partial p}{\partial y}; \\ \rho Z = \frac{\partial p}{\partial z}. \end{array} \right. \quad (2.2)$$



Leonard Eyler
(1707-1783)

X, Y, Z - birlik massa kuchlarining koordinata o'qlariga proektsiyasi;

$\frac{\partial p}{\partial x}; \frac{\partial p}{\partial y}; \frac{\partial p}{\partial z}$ - bosim gradienti; ρ - suyuqlik zichligi.

Bu tenglamalar sistemasidan ko`rinib turibdiki, gidrostatik bosimning biror koordinata o`qidagi o`zgarishi zichlikning birlik og`irlik kuchining shu o`q yo`nalishidagi proyektsiyasiga ko`paytmasiga teng ekan, ya'ni muvozanatdagi suyuqliklarda bosimning o`zgarishi massa kuchlarga bog`liq. (2.2) tenglamalar sistemasi suyuqliklar muvozanat holatining umumiy differentsial tenglamasidir. Bu tenglama 1755 yil L.Eyler tomonidan taklif enilgan.

2.4 Bosimi teng sirtlar. Erkin sirt

Eyler tenglamalarini integrallash uchun uni qulay shaklga keltirishda (2.2) ning har bir tenglamasini dx, dy, dz larga o`zaro ko`paytiramiz va ularni hadma-had qo`shib chiqamiz:

$$\frac{\partial p}{\partial x} dx + \frac{\partial p}{\partial y} dy + \frac{\partial p}{\partial z} dz = \rho(Xdx + Ydy + Zdz).$$

Bu tenglamaning chap tomoni bosimning to`liq differentsialini beradi, shuning uchun

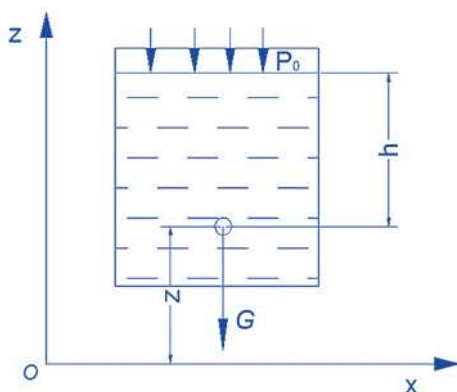
$$dp = \rho(Xdx + Ydy + Zdz) \quad (2.3)$$

Hosil bo`lgan tenglama bosimning suyuqlik turiga va fazoning nuqtalari koordinatalariga bog`liqligini ko`rsatadi hamda bosimning ixtiyoriy nuqtadagi miqdorini topishga yordam beradi. Bu tenglama tomchilanuvchi suyuqliklar uchun ham, gazlar uchun ham o`rinli bo`lib, gazlar uchun qo`llanganda gaz holati tenglamalari bilan birgalikda ishlatiladi. (2.3) dan hamma nuqtalarida bir xil bosimga ega bo`lgan ($p = const$) sirtlarni topish mumkin. Bunday tekisliklar bosimi

teng sirtlar deb ataladi. $p = \text{sonst}$ bo'lganda $dp = 0$ bo'ladi, ρ esa nolga teng bo'lishi mumkin emas. Shuning uchun bosimi teng sirtlar tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$Xdx + Ydy + Zdz = 0 \quad (2.4)$$

Bosimi teng sirtlar xususiyligida suyuqlikning erkin sirti bo'lishi mumkin. Suyuqlikning devor bilan chegaralanmagan sirti erkin sirt deyiladi. Masalan, idishda gaz va suyuqlik birga saqlangan bo'lsa, u holda suyuqlikning yuqori sirti jism devoriga tegmay gaz bilan chegaralangan bo'ladi. Xususiyligida ochiq idishdagi suyuqlikning yuqori sirti havo bilan chegaralangan bo'lib, erkin sirtni tashkil qiladi (2.4 - rasm).



2.5-rasm. Idishda tinch turgan suyuqliklarda erkin sirtga doir chizma.

Bosimi teng sirtlar va erkin sirtlar uchun misollar sifatida og'irlik kuchi ta'siridagi idishda tinch turgan, tekis tezlanuvchan harakat qilayotgan va aylanma harakat qilayotgan idishlardagi suyuqliklarni tekshiramiz.

2.5 Eyler tenglamasining integrallari

Biz yuqorida Eyler tenglamasini (2.3) va (2.4) ko'rinishga keltirdik. Bu ko'rinishda uni integrallash va bosimi teng sirtlarni topish oson bo'ladi. Quyida Eyler tenglamasining integrallari sifatida uchta masalani keltiramiz.

a) Idishda tinch turgan suyuqlik (2.4 - rasm).

Idishda tinch turgan suyuqlikka faqat og'irlik kuchi ta'sir qiladi. Bu holda birlik massa kuchlarining projektsiyalari:

$$X = 0, Y = 0, Z = -g \quad (2.5)$$

bo'ladi. Bu qiymatlarni (2.4) ga qo'ysak, $gdz = 0$ ga ega bo'lamiz. Uni integrallasak, $gz = \text{const}$ bo'ladi. Bu esa gorizont tekislikning tenglamasidir. Shunday qilib, tinch turgan suyuqliklar uchun har qanday gorizont tekislik bosimi teng sirt iborat. Uning havo bilan chegaralangan sirti ham gorizont bo'lib, u erkin sirt bo'ladi. Erkin sirt bosim p_0 ekanligini hisobga olsak, (2.3) tenglamadan quyidagi munosabat kelib chiqadi:

$$p = \rho h + p_0$$

Bu tenglama to'g'risida keyinchalik alohida to'xtalib o'tamiz.

b) Tekis tezlanuvchan harakat qilayotgan idishdagi suyuqlik

Suyuqlik a tezlanish bilan harakat qilayotgan idishda muvozanat holatida bo'lsin (2.4 - rasm), bu holda suyuqlik zarralari tezlanish va og'irlik ta'sirida bo'ladi, ular uchun birlik massa kuchlar esa quyidagicha bo'ladi:

$$X = -a, Y = 0, Z = -g$$

Bu qiymatlarni (2.4) ga qo'ysak, $-adx - gdz = 0$ tenglamani olamiz. Uni integrallab quyidagi tenglamaga ega bo'lamiz:

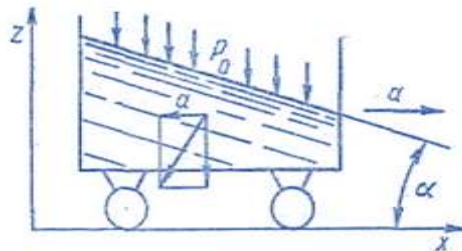
$$ax + gz = const \quad (2.6)$$

Bu esa qiya tekislik tenglamasidir. Shunday qilib, ko'rilayotgan holda bosimi teng sirtlar Ox va Oz o'qlariga burchak ostida yo'nalgan, Oy o'qiga esa parallel bo'lgan sirtlardir. Bu sirtlarning gorizontal tekislik bilan tashkil qilgan burchagi quyidagicha aniqlanadi:

$$\alpha = \arctg \frac{a}{g}$$

Erkin sirtda bosim p_0 ekanligini hisobga olsak, (2.3) tenglamadan quyidagi munosabat kelib chiqadi:

$$p = \rho ax + \rho z + p_0 + C$$



2.6 - rasm Tekis tezlanuvchan harakat qilayotgan idishdagi suyuqlik.

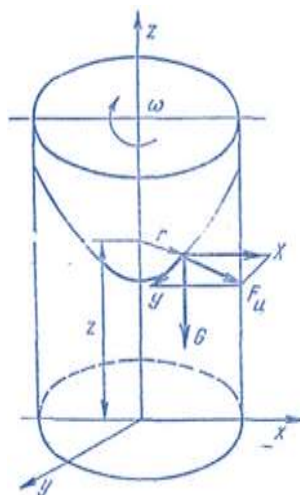
v) Aylanayotgan idishdagi suyuqlik.

Suyuqlik vertikal o'q atrofida ω burchak tezlik bilan aylanayotgan idish ichida muvozanat holatida bo'lsin (2.6 - rasm). Bu holda suyuqlik zarralari markazdan qochma kuch va og'irlik kuchlari ta'sirida bo'ladi. Markazdan qochma kuch quyidagiga teng:

$$F_u = \frac{mu^2}{r} = m\omega^2 r$$

Uning proyeksiyalari esa quyidagicha topiladi:

$$F_{ux} = m\omega^2 x, F_{uy} = m\omega^2 y$$



2.7 - rasm Aylanayotgan jism ichidagi suyuqlik.

Shuning uchun birlik massa kuchlar quyidagilarga teng:

$$X = \omega^2 x; \quad Y = \omega^2 y; \quad Z = -g$$

Bularni (2.4) ga qo‘ysak, quyidagi tenglamani olamiz:

$$\omega^2 x dx + \omega^2 y dy - g dz = 0.$$

Uni integrallasak

$$\frac{\omega^2 x^2}{2} + \frac{\omega^2 y^2}{2} - g z = const$$

bo‘ladi.

Lekin $x^2 + y^2 = r^2$ bo‘lgani uchun

$$\frac{\omega^2 r^2}{2} - g z = const \quad (2.7)$$

Bu bosimi teng sirtning tenglamasidir. Bu sirt aylanma paraboloid ekanligi ko‘rinib turibdi. Shunday qilib, bosimi teng sirtlar o‘qi vertikal bo‘lgan aylanma paraboloidlar oilasidan iborat. Bu sirtlar vertikal tekislik bilan kesishganda o‘qi Oz da bo‘lgan parabolalar, gorizont tekisliklar bilan kesishganda esa markazi Oz da bo‘lgan konsentrik aylanalar hosil qiladi.

2.6 Hidrostatikaning asosiy tenglamasi

Muvozanatdagi suyuqlikning differentsial tenglamalaridan foydalanib gidrostatikaning asosiy tenglamasini keltirib chiqaramiz. Buning uchun (2.2) tenglamani dx, dy, dz larga ko‘paytirib, hadma had qo‘shamiz:

$$\frac{\partial p}{\partial x} dx + \frac{\partial p}{\partial y} dy + \frac{\partial p}{\partial z} dz = \rho(X dx + Y dy + Z dz) \quad (2.8)$$

Tenglamaning chap tomoni bosimning to‘liq differensialini ifodalaydi, u holda (2.8) tenglamadan:

$$dp = \rho(X dx + Y dy + Z dz) \quad (2.9)$$

Massa kuchlaridan faqat og‘irlik kuchini inobatga olsak:

$$X = 0; Y = 0; Z = -g$$

U holda (2.9) dan:

$$dP = -\rho g dz \quad (2.10)$$

(2.10) tenglamani integrallab quyidagi ko‘rinishga keltiramiz:

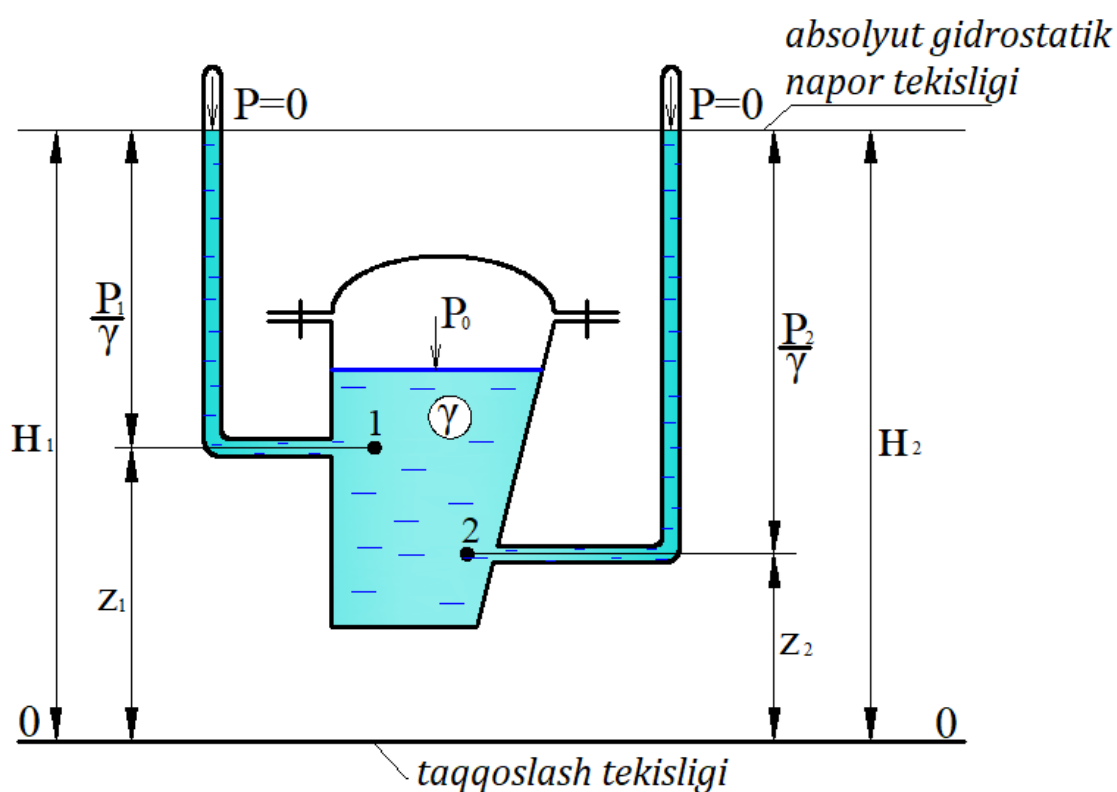
$$z + \frac{P}{\rho g} = \text{const} \quad (2.11)$$

yoki:

$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} \quad (2.12)$$

(2.11), (2.12) ifodalarga gidrostatikaning asosiy tenglamasi deyiladi.

$\gamma = \rho g$ - suyuqlikning solishtirma og‘irligi.



2.8-Gidrostatikaning asosiy tenglamasiga doir chizma

Tenglamaning geometrik ma‘nosi

z – geometrik balandlik, (m);

$\frac{P}{\gamma}$ - pezometrik balandlik, (m);

H – gidrostatik napor, (m): $H = z + \frac{P}{\gamma}$;

Tenglamaning energetik ma‘nosi

Muvozanatdagi suyuqlik potensial energiyaga ega:

$$\mathcal{E}_n = mg H; \quad H = z + \frac{p}{\gamma};$$

$$\mathcal{E}_n = mg(z + \frac{p}{\gamma}); \quad E = \frac{\mathcal{E}_n}{mg};$$

Bu ifodani

$$E = E_1 + E_2 = z + \frac{p}{\gamma} - \text{solishtirma potensial energiya}$$

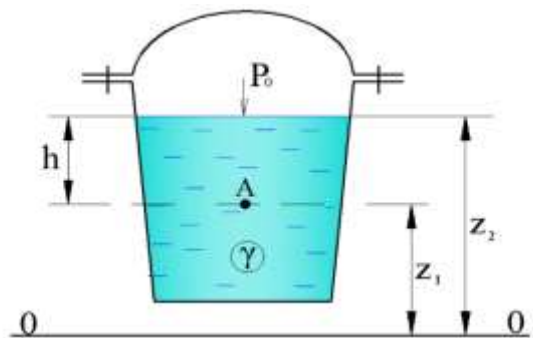
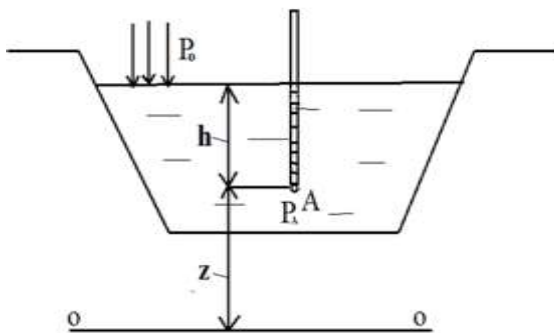
Z – solishtirma holat energiyasi;

$\frac{p}{\gamma}$ - solishtirma bosim energiyasi.

2.7 GIDROSTATIKA ASOSIY TENGLAMASINING NATIJALARI

2.7.1. Ixtiyoriy nuqtadagi bosimni aniqlash. Buning uchun gidrostatikaning asosiy tenglamasini yozamiz:

$$z_1 + \frac{p_A}{\gamma} = z_2 + \frac{p_0}{\gamma}$$



Yuqoridagi tenglamadan ixtiyoriy nuqtadagi bosim quyidagicha aniqlanadi:

$$p_A = p_0 + \gamma(z_2 - z_1)$$

$$z_2 - z_1 = h$$

$$p_A = p_0 + \gamma h$$

Bu yerda: p_A – ixtiyoriy nuqtadagi bosim, yoki absolyut bosim deyiladi;

p_0 – tashqi bosim; γh - og'irlik bosimi.

Bu gidrostatikaning asosiy tenglamasi deb ataladi va suyuqlikning ixtiyoriy nuqtasidagi bosimni, suyuqlik turi va olingan nuqtaning erkin sirtidan qanday masofada ekanligiga qarab aniqlaydi. Gidrostatikaning asosiy tenglamasi quyidagi qonuniyatni ifodalaydi: *suyuqlik ichidagi ixtiyoriy nuqtadagi bosim suyuqlik erkin sirtidagi, bosim p_0 va shu nuqtadagi suyuqlik ustunining bosimi (γh) yig'indisiga teng.*

Absolyut, manometrik, vakuummetrik va atmosfera bosimlari.

Suyuqlik ishidagi ixtiyoriy nuqtadagi (gidrostatikaning asosiy tenglamasi yordamida aniqlanadigan) bosim p shu nuqtadagi *absolyut bosim* deb ataladi. Suyuqlikning erkin sirtidagi bosim p_0 erkin sirtidagi absolyut bosimni beradi, γh esa suyuqlik ustunining nuqtadagi bosimini beradi. Usti yopilmagan idishlardagi, suv sig'implaridagi suyuqliklarning erkin sirtiga ta'sir qiluvchi bosim atmosfera bosimi deb ataladi va p_a harfi bilan belgilanadi. Bu holda (2.8) tenglama quyidagisha yoziladi:

$$p = p_a + \gamma h \quad (2.13)$$

Agar suyuqlik ixtiyoriy nuqtasidagi bosim atmosfera bosimidan katta ($p > p_a$) bo'lsa, (2.9) tenglamaning oxirgi hadi manometrik bosim deb ataladi:

$$p_m = \gamma h = p - p_a \quad (2.14)$$

Manometrik bosim absolyut bosimdan atmosfera bosimining shegirilgan (ayirilgan) miqdoriga teng bo'lgani ushuni uni *shegirma bosim* deb ham atash mumkin.

Manometrik bosim absolyut bosimning miqdoriga qarab har xil qiymatga ega bo'lishi mumkin, masalan, $p = p_0$ bo'lganda $p_m = 0$; $p \rightarrow \infty$ bo'lganda $p_m \rightarrow \infty$, ya'ni manometrik bosim 0 bilan ∞ o'rtasidagi barsha qiymatlarini qabul qilishi mumkin.

Agar suyuqlik nuqtasidagi absolyut bosim atmosfera bosimidan kishik ($p < p_a$) bo'lsa, ularning ayirmasi vakuummetrik bosim (vakuum) p_v ga teng bo'ladi va suyuqlikdagi siyraklanish miqdorini belgilaydi:

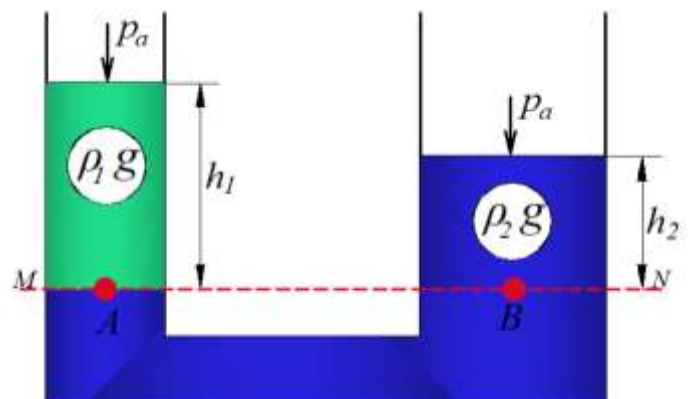
$$P_v = \gamma h = p_a - p \quad (2.15)$$

Vakuummetrik bosim nuqtadagi bosimning atmosfera bosimidan qancha kamligini ko'rsatadi va $p = p_a$ da $p_v \rightarrow \infty$; $p \rightarrow 0$ da $p_v \rightarrow p_a$ bo'ladi. Shunday qilib, vakuummetrik bosim 0 dan p_a gacha bo'lgan qiymatlarni qabul qiladi.

2.7.2. Tutash idishlar qonuni

$$P_A = P_a + \rho_1 g h_1$$

$$P_B = P_a + \rho_2 g h_2$$



$$P_A = P_B \quad \longrightarrow \quad \frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$$

2.7.3. Paskal qonuni

Suyuqlikning sirtiga ta'sir etayotgan bosim shu suyuqlikning har bir zarrachasi uchun bir xil bo'lib, har tomon bo'yicha bir xil tarqalgan bo'ladi. Ko'rsatilgan 2.11-rasmda P_0 bosim A va B nuqtalarga ham beriladi. Paskal qonuni asosida gidravlik presslar ishlaydi. Agar kichik silindr ichidagi suyuqlik sirtiga porshen orqali F_1 kuch bilan ta'sir etsak, unda porshenni tagida bosim hosil bo'ladi (2.12-rasm).



Blez Paskal
(1623-1662)

Inson tafakkur uchun yaratilgan. U uzluksiz, har lahza-soniya tafakkur yuritadi, mulohaza qiladi. Biroq baxtiyor qila oladigan bokira fikr-mulohazalar bilan hayoli hamisha band bo'lsa, toliqadi va xoldan toyadi.

Inson yakrang turmush tarziga moslashmagan, unga xatti-harakat va faoliyat zarur. Boshqacha aytganda, xotirjamligini extiroslar tug'yoni o'qtin-o'qtin bezovta qilishi zarur. Ularni jo'shqin va teran extiroslar manbai-qalbidan topadi.

Suyuqlikka tashqaridan berilgan bosim suyuqlikning hamma nuqtalariga bir hil miqdorda uzatiladi.

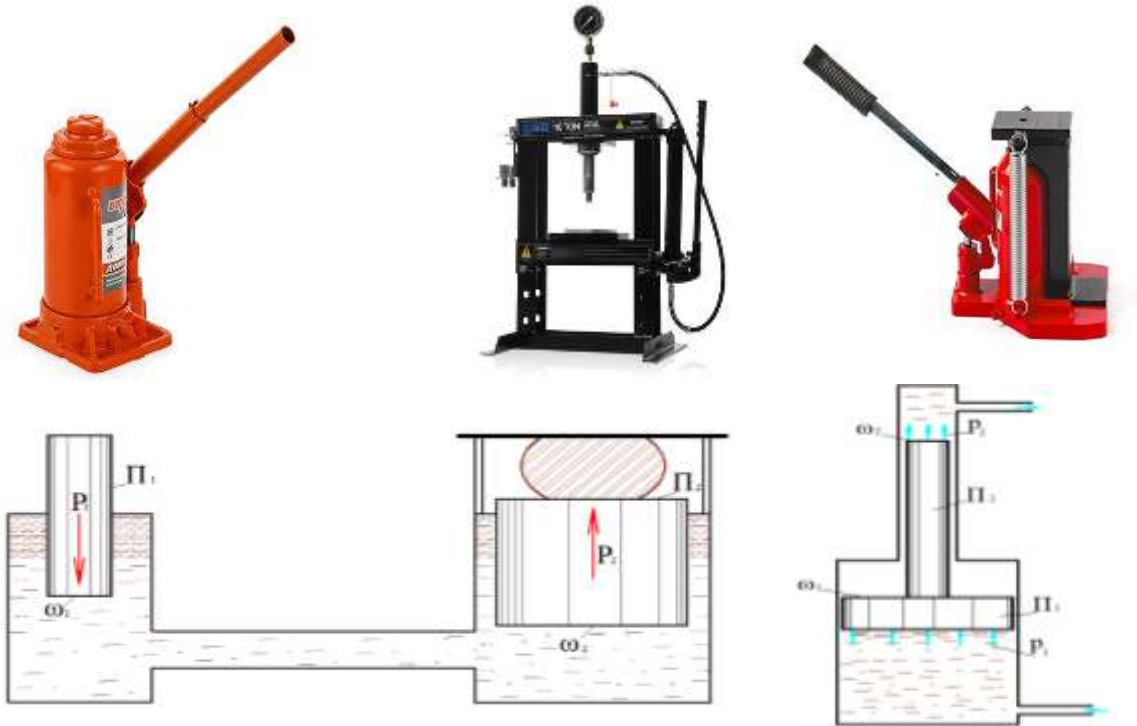
$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma}$$

Gidrostatikaning asosiy tenglamasidan:

Birinchi nuqtaning bosimini Δp_1 - miqdorga o'zgartiramiz, u holda, ikkinchi nuqtaning bosimi qandaydir Δp_2 - o'zgaradi.

Demak, $z_1 + \frac{p_1 + \Delta p_1}{\gamma} = z_2 + \frac{p_2 + \Delta p_2}{\gamma}$
 formuladan $\Delta p_1 = \Delta p_2$ bo'ladi.

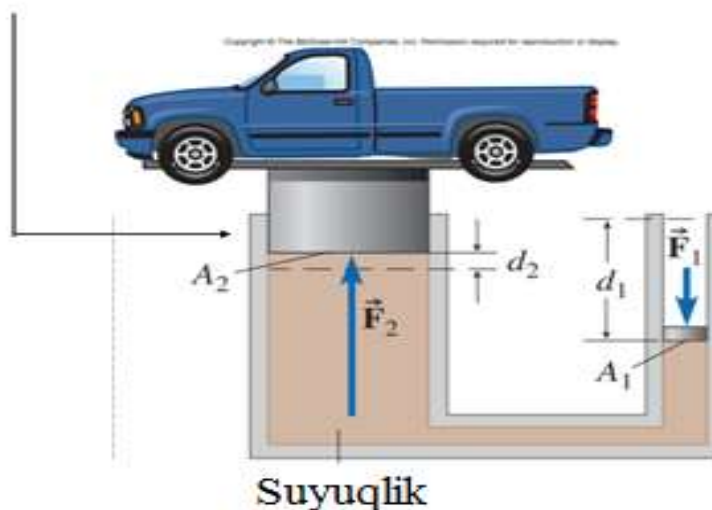
Paskalning bu qonuni asosida fanda ulkan kashfiyotlar yaratildi (gidravlik press)



Suv omborlari va idishlardagi suyuqlik xajmiga yuqoridan ta'sir etayotgan bosim, rezervuarlar devorlariga ta'sir etayotgan bosimlarni aniqlashda.

Qo'llanilgan kuch (F_1) A_2 kesma yuzasiga ega bo'lgan porshenga uzatiladi (F_2).

A_1 kesma yuzasiga ega bo'lgan porshenga F_1 kuch qo'llaniladi.



Bu bosim Paskal qonuni bo'yicha suyuqlikning har bir zarrachasiga ta'sir etadi. Demak, bosim P_1 yuzasi ω_2 ga teng bo'lgan porshenga ham ta'sir etadi va uning kuchi $F_2 = P_1 \cdot \omega_2$ teng bo'ladi, ya'ni

$$F_2 = \omega_2 \cdot \frac{F_1}{\omega_1} = F_1 \cdot \frac{\omega_2}{\omega_1} \quad (2.16)$$

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:

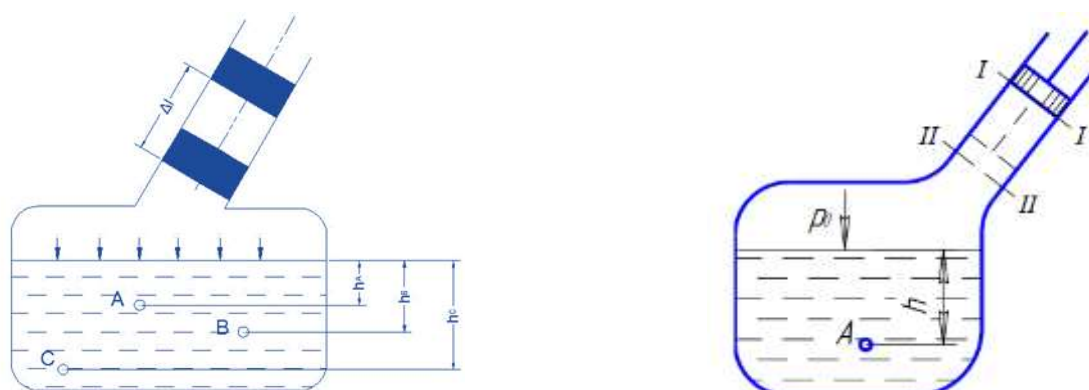
B va C nuqtalarda esa
$$p_a = p_0 + \gamma h_a$$

$$p_b = p_0 + \gamma h_b$$

$$p_c = p_0 + \gamma h_c$$

Agar porshenni Δl masofaga (2.14 - rasm) siljitsak, u holda suyuqlik erkin sirtidagi bosim Δp ga o'zgaradi. Suyuqlikning solishtirma og'irligi bosim o'zgarishi bilan deyarli o'zgarmaydi. Shuning ushun A, B va C nuqtalardagi bosim quyidagisha bo'ladi:

$$\left. \begin{aligned} p'_A &= p_0 + \Delta p + \gamma h_A \\ p'_B &= p_0 + \Delta p + \gamma h_B \\ p'_C &= p_0 + \Delta p + \gamma h_C \end{aligned} \right\}$$



2.9 - rasm. Paskal qonunini tushuntirishga doir shizma.

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

$$\left. \begin{aligned} p'_A - p_A &= \Delta p \\ p'_B - p_B &= \Delta p \\ p'_C - p_C &= \Delta p \end{aligned} \right\}$$

Bundan quyidagisha xulosa kelib shiqadi: *yopiq idishdagi suyuqlikka tashqaridan berilgan bosim suyuqlikning hamma nuqtalariga bir xil miqdorda (o`zgarishsiz) tarqaladi.* Bu Paskal qonuni sifatida ma'lum. Ko`pgina gidromashinalarning tuzilishi ana shu qonunga asoslangan (masalan, gidropress, domkratlar, gidroakkumulyatorlar, hajmiy gidroyuritma va hokazo).

2.8 Bosim o`lshov birliklari

Bosimni o`lshash ushun texnikada turli birliklar ishlatiladi:

1. Kush birliklarining yuza birliklariga nisbati, masalan, N/m^2 ; kgK/m^2 ; kgK/sm^2 .
2. Suyuqlik ustunining balandliklari, masalan, mm suv. ust. - millimetr suv ustuni; m suv. ust. – metr suv ustuni, mm sim. ust.- millimetr simob ustuni.
3. Birlik yuzaga to`g`ri kelgan berilgan kush miqdoriga nisbati yoki suyuqlik ustunining berilgan balandligi miqdorlari, masalan, texnik atmosfera (*atm*) ($1 atm=1 kgK/sm^2 = 10^4 kgK/m^2 = 735,6 mm sim. ust.$) bar ($1 bar = 10^5 N/m^2$) va hokazo.

Bosim birliklari orasidagi nisbat. 2.1 Jadval.

Miqdor	Bosim birliklari orasidagi nisbat.				
	Pa	Bar	mm.simob ustuni	m.suv ustuni	kgk/ sm2
Pa	1	10^{-5}	$7,5 \cdot 10^{-3}$	0,102	$1,02 \cdot 10^{-5}$
Bar	10^5	1	$7,5 \cdot 10^2$	$1,02 \cdot 10^4$	1,02
mm simob. ustuni.	133,3	$1,33 \cdot 10^{-3}$	1	13,6	$1,36 \cdot 10^{-3}$
Mm suv. ustuni.	9,8	$0,98 \cdot 10^{-5}$	$7,35 \cdot 10^{-2}$	1	10^{-4}
kgk/sm^2	$9,8 \cdot 10^4$	0,98	$7,35 \cdot 10^2$	10^4	1

2.9 Bosim o`lshash asboblari

Bosim o`lshash asboblari ikki guruhga ajratiladi. Ular suyuqlik va mexanik asboblardir.

1. Suyuqlik asboblari:

a) *pezometrlar* - idishdagi bosim unga ulangan shisha nayshada tekshirilayotgan suyuqlikning ko`tarilishiga qarab aniqlanadi (2.7 - rasm). Idishdagi bosimning katta yoki kishikligiga qarab pezometr (shisha naycha) da suvning sathi h_n balandlikka ko`tariladi. Tekshirilayotgan A nuqtadagi bosim p_a idishdagi erkin sathdagi bosim bilan undagi suv ustunining bosimi yig`indisiga teng. Pezometr orqali aniqlanganda u gidrostatikaning asosiy tenglamasi yordamida quyidagisha aniqlanadi:

$$P_a=p_a+\gamma(h+h_o) \quad (2.17)$$

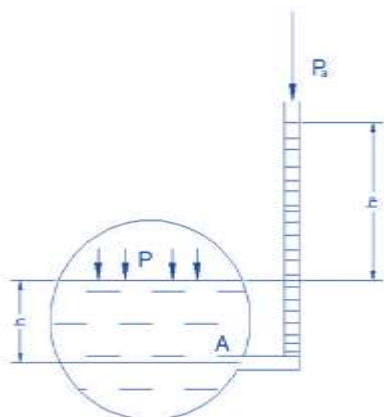
U holda pezometrda suyuqlik erkin sathining balandligi bosim orqali quyidagisha ifodalanadi:

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

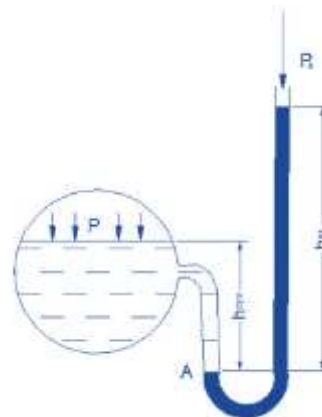
Bunday asboblar 0,5 atm dan yuqori bo`lmagan kishik chegirma bosimlarni o`lshashda ishlatiladi. Haqiqatda ham 1 atm ga teng bo`lgan bosim 10 m suv ustunning balandligiga teng bo`lgani ushun yuqori bosimlarni o`lshashda juda uzun shisha nayshalar ishlatishga to`g`ri kelgan bo`lar edi.

b) *Suyuqlik U-simon manometrlari* - bosim tekshirilayotgan suyuqlik bilan emas, simob ustuni yordamida o`lshanadi (2.8 - rasm). Bu holda simobli shisha naysha idishga U-simon naysha orqali ulanadi. Bunda simobning bosimi o`lshanayotgan idishga oqib o`tishiga U - simon nayshadagi qarshilik to`sqinlik qiladi. U holda A nuqtadagi bosim idish tomondagi qiymatlar orqali quyidagisha aniqlanadi:

$$P_A = \rho \gamma h_1$$



2.10 - rasm. Pezometr.



2.11 - rasm. U - simon manometr.

Simobli nayshadagi qiymatlari orqali esa

$$P_a = p_a + \gamma_{sm} h_{sm}$$

Bu ikki tenglikdan p ni topamiz:

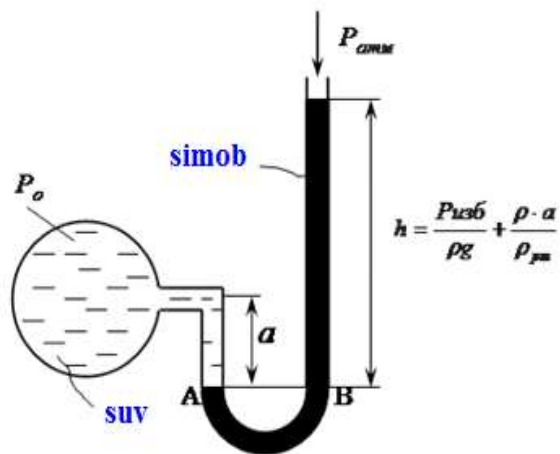
$$P = p_a + \gamma_{sm} h_{sm} - \gamma h_1$$

(2.18)

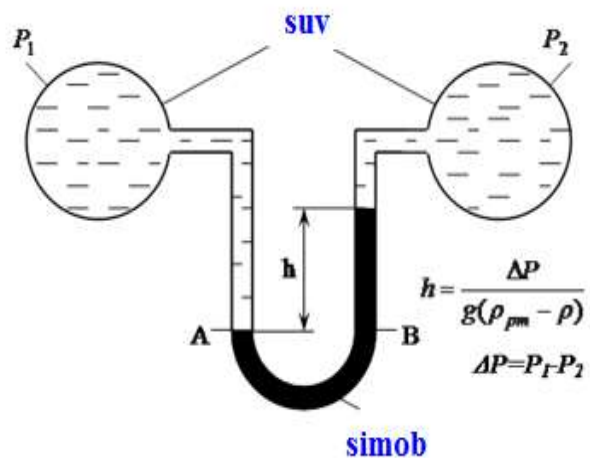
Bunday manometrlar ham bir nasha atmosferadan ortiq bosimni o`lshashga yaramaydi.

v) *Differentsial manometrlar* - ikki idishdagi bosimlar farqini o`lshash ushun ishlatiladi (2.9 - rasm). Bosimlarni p_A va p_B ga teng bo`lgan ikki idish simobli U - simon naysha orqali tutashtirilgan. Bu holda C nuqtadagi bosim birinshi idishdan bosim orqali quyidagisha ifodalanadi:

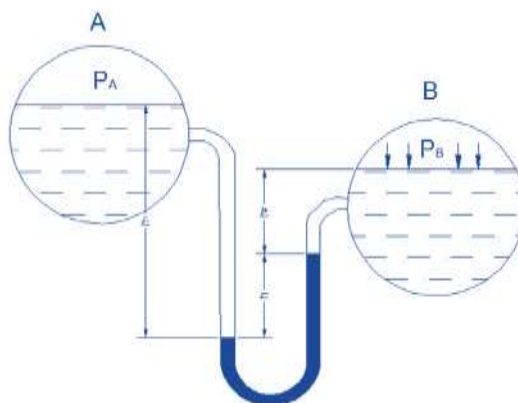
$$P_c = \rho_a + \gamma_1 h_1$$



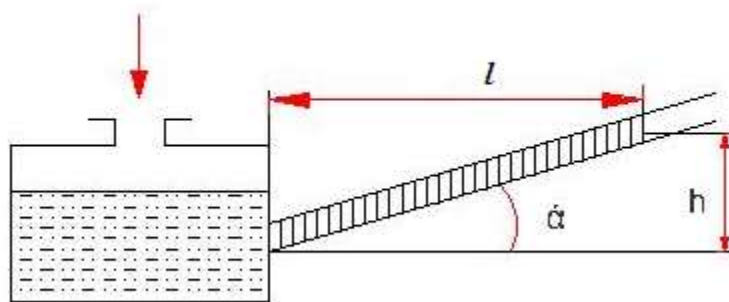
2.12 – rasm
Manometr



2.13 – rasm
Differensial manometr



2.14 - rasm. Differensial manometr.



2.15 - rasm. Mikromanometr

Ikkinchi idishdagi bosim orqali esa

$$P_c = p_v + \gamma_1 h_2 + \gamma_{sm} h$$

U holda idishlardagi bosimlar farqi

$$p_a - p_b = \gamma_1 (h_2 - h_1) + \gamma_{sm} h \quad (2.19)$$

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

$$p_a - p_b = (\gamma_{sm} - \gamma_1) h$$

g) *Mikromanometr*lar - juda kichik bosimlarni o`lshash ushuni ishlatiladi va suyuqlik sathining o`zgarishi sezilarli bo`lishi ushuni suyuqlik to`ldirilgan idishga shisha naysha qiya burshak ostida ulanadi (2.16 - rasm). U holda idishdagi shegirma bosim quyidagisha aniqlanadi: $p = \gamma h$ bo`lgani ushuni

$$p = \gamma \sin \alpha \quad (2.20)$$

shisha nayshaning qiyalik burshagi α qancha kichik bo`lsa, bosim shunsha aniq o`lshanadi. Ko`p hollarda manometr shisha nayshasining qiyalik burshagini o`zgaruvshan qilib ishlanadi. Bu holda mikromanometrlarning qo`llanish shegarasi kengayadi.

d) *Vakuummeter*lar. Tuzilishi xuddi suyuqlik U-simon manometrlariga o`xshash bo`lib, idishdagi siyraklanish darajasini aniqlaydi (2.11-rasm). Hidrostatik bosim tenglamasiga asosan

$$p + \gamma_{sm} h_{sm} = p_a$$

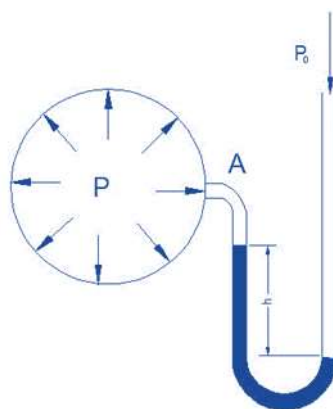
u holda

$$p = p_a - \gamma_{sm} h_{sm}; \quad (2.21)$$

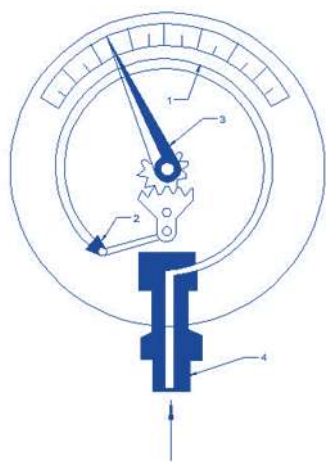
simob ustunining pasayishi idishdagi bosim va p_a orqali quyidagisha ifodalanadi:

$$h_{sm} = \frac{p_a - p}{\gamma_{sm}}$$

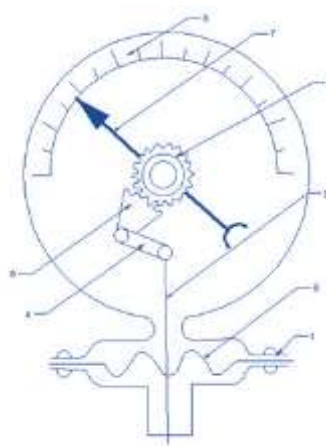
2. Mexanik asboblar (katta bosimlarni o`lshash ushuni ishlatiladi va buning ushuni turli mexanik sistemalardan foydalaniladi):



2.16 - rasm. Vakuummeter



2.17 - rasm. Prujinali manometr.



2.18 - rasm. Membranali manometr.

a) *Prujinali manometr* (2.12 - rasm) ishi bo`sh yupqa egik latun 1 nayshadan iborat bo`lib, uning bir uchi kavsharlangan. Shu ushi zanjir 2 bilan tishli uzatma 3 ga ilashtirilgan bo`ladi.

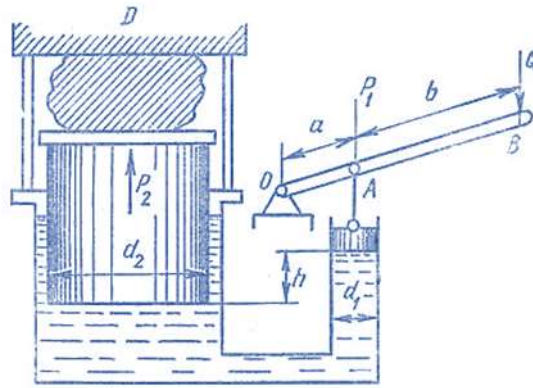
Ikkinshi uchi esa bosimi o`lshanishi zarur bo`lgan idishga bo`yin 4 orqali tutashtiriladi. Egik latun naysha havo bosimi ta'sirida to`g`rilanishga harakat qilib, tishli uzatma yordamida strelkaning burilishiga sabab bo`ladi. Bunday manometrlarda bosimni ko`rsatuvshi shkala bor.

b) *Membranali manometr* (2.13 - rasm) - yupqa metall plastinka yoki rezina shimdirilgan materialdan tayyorlangan plastinkaga ega bo`lib, u membrana deyiladi. Suyuqlik bosimi idish bilan tutashtiruvshi bo`yincha orqali o`tib, membranani egadi. Bu egilish natijasida richaglar sistemasi orqali strelka harakatga keladi va shkala bo`yicha surilib, bosimni ko`rsatadi.

2.9 Hidrostatik mashinalar

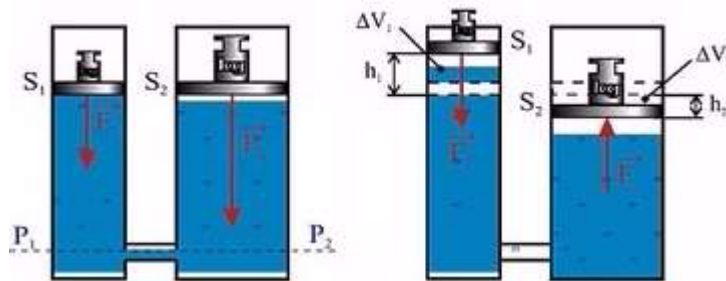
Gidrostatikaning asosiy qonunlari asosida ishlaydigan mashinalar gidrostatik mashinalar deb ataladi. Ularga gidroresslar, gidroakkumulyatorlar, domkratlar (gidroko`targichlar) va boshqalar kiradi. Quyida ularning ishlash printsiplari haqida qisqasha ma'lumot beramiz.

a) Hidroresslardan (2.14 - rasm) gidrostatik qonunlar asosida katta kushlar hosil qilish ushuni foydalaniladi. Bu narsa presslash, shtamplash, toblash, materiallarni sinash va boshqa ishlar ushuni kerak. Ular ikki xil diametrli 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 OAB richag orqali kush qo`yiladi. Katta porshen bilan D devor o`rtasiga presslanuvchi buyum qo`yiladi. Richag qo`l bilan yoki dvigatel yordamida harakatga keltiriladi. Kichik porshen kush ta'sirida pastga qarab siljiydi va suyuqlikka bosim beradi. Bu bosim katta silindrga ham tarqaladi va natijada katta porshen harakatga keladi. Bunday harakat katta porshen ustidagi buyum devor D ga taqalguncha davom etadi. Porshenning bundan so`nggi ko`tarilishi natijasida buyum siqila boradi va u presslanadi.



2.19 - rasm. Hidropressning sxemasi.

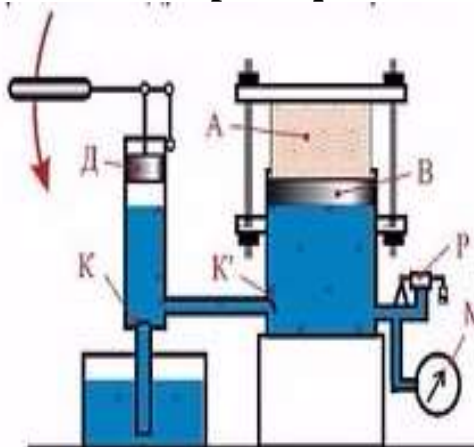
Gidravlik press Gidravlik pressning ishlash prinsipi.



$$P_1 = P_2 \rightarrow \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}$$

$$\Delta V_1 = \Delta V_2 \rightarrow h_1 S_1 = h_2 S_2 \Rightarrow \frac{h_1}{h_2} = \frac{S_2}{S_1}$$

Gidravlik press qurilmasi



A-siqiladigan tanasi;

B-katta porshen

D-kichkina porshen

M-suyuqlik bosimini o'lchash uchun bosim o'lchagich

P-xavfsizlik valfi (klapani)

K va K' - klapanlar

Aytilgan usuldan faqat jismlarni ko'tarishda foydalanilsa, u holda konstruktiv sxemada D devor bo'lmaydi. Bu holda bizning mashina gidrostatik ko'targichga aylanadi. Endi, gidroresslarda kushlarning munosabatini topamiz. OAB richagining B uchiga Q kush qo'yilgan bo'lsin. U holda kush momenti ushun quyidagi tenglamani olamiz:

$$Q(a+b)=P_1a$$

Bu tenglamadan kishik porshenga ta'sir qiluvshi kushni topamiz:

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

u holda kishik porshen ostidagi suyuqlik bosimi

$$p = \frac{P_1}{\omega_1} = \frac{a+b}{a} \frac{4Q}{\pi d_1^2}$$

ga teng bo'ladi. Katta porshen ostidagi bosim esa

$$p + \gamma h = \frac{a+b}{a} \frac{4Q}{\pi d_1^2} + \gamma h. \quad (2.22)$$

bu yerda: h porshenlarning ostki sirtlari orasidagi geometrik masofa.

Natijada katta porshenga ta'sir qiluvshi kush quyidagisha topiladi:

$$P_2 = (p + \gamma h)\omega_2 = \left(\frac{a+b}{b} \frac{4Q}{\pi d_1^2} + \gamma h \right) \frac{\pi d_2^2}{4}. \quad (2.23)$$

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

$$P_2 = \frac{a+b}{b} \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2 Q \quad (2.24)$$

Biz keltirgan sxema soddalashtirilgan bo'lib, gidroresslarda juda ko'p yordamshi qismlar bo'ladi. Amalda gidroresslarda suyuqlikni porshen va silindrlar orasidan sizib o'tishi, tutashtiruvshi quvurlardagi qarshilik kushi hisobiga katta porshenga ta'sir qiluvshi kush yuqorida keltirilgan nazariy hisobdan farq qiladi va quyidagi formula bo'yisha hisoblanadi:

$$P_2^1 = \frac{a+b}{b} \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2 Q \eta. \quad (2.25)$$

bu yerda: η yuqorida aytilgan xatoliklarni o'z ishiga oluvshi koeffitsiyent bo'lib, uni foydali ish koeffitsiyenti deb ataladi. Amalda bu koeffitsiyent 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 presslovshi kuchni istagansha katta qilish mumkin. Amalda esa juda katta kushlar paydo bo'lganda silindrlar devori deformatsiyalanishi va hatto buzilishi mumkin. Bu esa qo'shimsha qiyinshiliklar tug'diradi. Hozirgi vaqtda mavjud gidroresslarda 500 t gasha kush hosil qilish mumkin, ayrim hollarda esa (mustahkam materiallarni presslashda) kush 4000-8000 t ga ham yetadi.

b) Hidroakkumulyatorlar. Hidravlik sistemalarda bosim va suyuqlik sarfining ortib ketish yoki kamayish hollari bo`ladi. Bosim va sarfning normallashtirilishi ushuni mana shu hollarda gidroakkumulyatorlardan foydalaniladi. Ular suyuqlik sarfi yoki bosim ortib ketganda yuqori bosimli suyuqlikning bir qismini o`z ishiga olib, sistemada bosim va sarfni kamaytirilsa, teskari holda o`zidagi suyuqlikni sistemaga berish yo`li bilan bosimni va sarfni oshiradi. Hidroakkumulyatorlar gidrotormozlarda, ko`targishlar, presslar, shig`irlar va boshqa gidromashinalarda qo`llaniladi.

Potensial energiyaning qaysi usul bilan to`planishi va qaytarib berilishiga qarab pnevmatik, prujinali va yukli gidroakkumulyatorlarga bo`linadi. Yukli gidroakkumulyatorlar silindr, uning ishida harakatlanuvshi va yuk ortilgan yelka (obkash) li plunjerdan iborat bo`lib, silindrga gidrosistemaning suyuqlik harakat qiluvshi qismlari quvur orqali tutashtirilgan bo`ladi. Sistemada bosim ortib ketsa, suyuqlik silindrga o`tib yukli plunjerni ko`taradi, bosim kamayganda esa plunjer pastga tushib suyuqlik silindrdan sistemaga qarab oqadi. Natijada bosimning o`zgarishi tekislanadi.

2.16 - rasmda pnevmatik gidroakkumulyator tasvirlangan. U korpus 1, diafragma 2 dan tuzilgan bo`lib, shtutser 4 orqali gidrosistemaga ulangan bo`ladi. Shtutser 5 gidroakkumulyatorni gaz bilan to`ldirish ushuni xizmat qiladi. Shayba 3 esa gazning rezina diafragmani korpusga bosib (akkumulyatorida bosim kamayganda) ezib qo`yishidan saqlaydi.

Diafragmani harakatga keltiruvchi kuch:

$$F_1 = (p_1 - p_2) \omega \quad (2.26)$$

Suyuqlikda ishqalanish kuchi F_2 mavjud. U holda diafragma ta'sir etuvshi kush orqali haqiqiy bosim quyidagisha aniqlanadi:

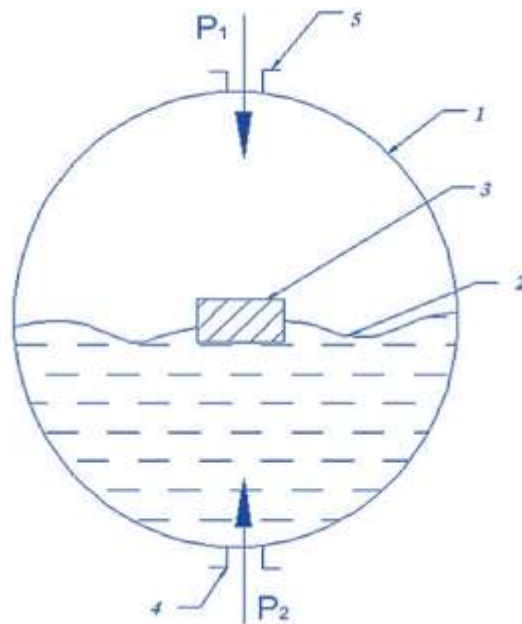
$$p = \frac{(p_1 - p_2) \omega + F_2}{\omega} \quad (2.27)$$

Bu holda haqiqiy bajarilgan ish

$$A_x = \eta A = \eta \int p \, sh \, dh \quad (2.28)$$

bu yerda: η – gidroakkumulyatorning foydali ish koeffitsiyenti.

Gidrosistemadan gidropressga suyuqlik oqib o`tganida yuz beradigan qarshilikni hisobga olish mumkin edi. Bu gidroakkumulyatorga suyuqlik o`tishi tamomlanmagan taqdirdagina kerak. Boshqa hamma hollarda yuqoridagi formula gidroakkumulyatorlarni hisoblash ushuni o`rinli bo`ladi.

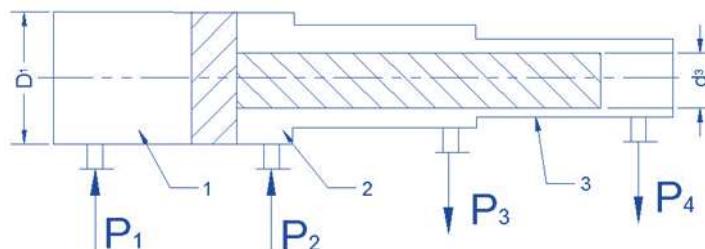


2.20 - rasm. Pnevmatik gidroakkumulyatorning sxemasi.

v) **Gidromultiplikatorlar** gidrosistemadagi bosimni, uning biror qismida oshirib berish ushun foydalaniladi. Bu vazifa ko`p hollarda xususan gidroakkumulyatorlar yetarli bosimni ta'minlab berolmaganda muhim ahamiyatga ega. 2.17 - rasmda gidromultiplikatorning soddalashtirilgan sxemasi keltirilgan. U differentsial silindrda harakatlanuvshi differentsial porshendan tashkil topgan. Bo`shliq 1 gidrosistemaga ulangan, bo`shliq 2 ortiqsha suyuqlikning oqib ketishi uchun, bo`shliq 3 esa suyuqlikning - gidrosistemaning ish bajaruvchi organiga bog`langan. Bo`shliq 2 dagi shagirma bosimni hisobga olmaganimizda ushinshi bo`shliqdagi bosim quyidagi formula yordamida hisoblanadi

$$p_3 = p_1 \left(\frac{D_1}{d_3} \right)^2 \eta_g \cdot \eta_{mex} \quad (2.29)$$

bu yerda: η_g – gidravlik qarshiliklarini hisobga oluvshi koeffitsiyent; η_{mex} – mexanik qarshiliklarni hisobga oluvchi koeffitsiyent.



2.21 - rasm. Hidromultiplikatorning shizmasi.

Gidromultiplikatorlarning sarfi suyuqlik sarfining miqdoriga qarab hisobga olinadi va ular suyuqlik sarfining kishik qiymatlari ushun ishlatiladi. Suyuqlik sarfi katta o`zgarishlarga to`g`ri kelganda bunga qaraganda boshqasharoq sxemalar ishlatiladi.

Amaliy mashg'ulotlarga doir ko'rsatma:

1 - masala. Sisterna suyuqlik bilan to'ldirilgan. Agar sistema $x=3t^2+2t$ tenglama bilan harakatlanayotgan bo'lsa, $t=20$ sekunddan keyin oqim sathining gorizont bilan tashkil etgan burchakni aniqlang.

Yechish:

1. Sathining gorizont bilan tashkil etgan burchakni quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$a = \operatorname{arctg} \frac{a}{g}$$

2. Sistemaning tezlanishini aniqlaymiz. Buning uchun yo'ldan xarakat tenglamasidan ikkinchi tartibli hosila olish kerak.

$$a=(x)''=(3t^2+2t)''=6 \text{ m/s}^2$$

Yuqoridagi formulaga olib borsak, burchak quyidagiga teng bo'ladi:

$$a = \operatorname{arctg} \frac{a}{g} = \operatorname{arctg} \frac{6}{9,81} \approx 31^\circ$$

2 - masala. Diametri $D=2,0$ m ga teng bo'lgan silindrsimon bakka $H=1,5$ m gacha suv va benzin quyilgan. Pezometrda suv sathi benzin sathidan $h=300$ mm past. Bakdagi benzin og'irligini aniqlang, benzin zichligi $\rho_b=700 \text{ kg/m}^3$

Yechimi:

1. Hidrostatikaning asosiy tenglamasiga asosan A nuqtadagi bosim

$$P_A = P_a + \rho_o g h_1 + \rho g h_2$$

$$P_A = P_a + \rho g (H - h)$$

Tenglamaning o'ng tomonlarini tenglashtirib, h ni aniqlaymiz:

$$\rho_o g h_1 + \rho g h_2 = \rho g (H - h)$$

Ma'lumki,

$$h_1 + h_2 = H; h_2 = H - h_1$$

u holda

$$h_1(\rho_b g - \rho g) = \rho g h$$

$$h_1 = \frac{\rho g h}{\rho_b g - \rho g} = \frac{\rho h}{\rho_b - \rho} = \frac{1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,3 \text{ m}}{300 \text{ kg/m}^3} = 1,0 \text{ m}$$

2. Bakdagi benzin og'irligi:

$$G = \rho_o g W = \rho_o g \frac{\pi d^2}{4} \cdot h_1 = 22 \text{ kH}$$

3 - masala. Agar simobli asbobning ko'rsatishi $h=363$ mm, balandligi $h=1,0$ m bo'lsa idishdagi havoning absolyut bosimini aniqlash kerak (2.18-rasm).

Simobning zichligi $\rho_s=13600 \text{ kg/m}^3$. Atmosfera bosimi 736 mm simob ustuniga teng

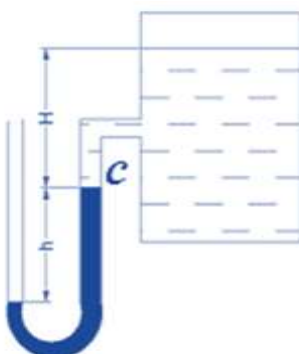
Yechimi:

1. (1.2) formuladan C nuqtadagi bosim

$$P_c = P_a - \rho_c g h$$

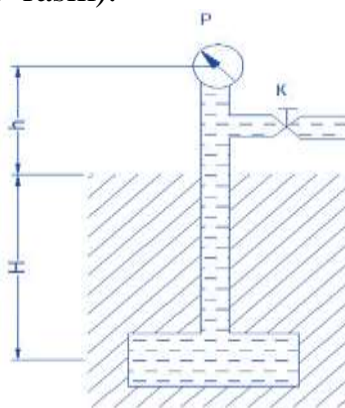
2. Suyuqlik sathidagi bosim

$$P_0 = P_c - \rho g h = P_a - \rho g h - \rho g H = 39952 \text{ Kn/m}^2 = 40 \text{ kPa}$$



2.22 – rasm. Amaliy mashg’ulotga doir

4-masala. Agar $h=1,7 \text{ m}$ balandlikda qo‘yilgan vakuummetrning ko‘rsatgichi $P_v=0,12 \text{ mPa}$ bo‘lib, atmosfera bosimi $h_a=740 \text{ mm}$ simob ustuniga va benzin zichligi $\rho_b=700 \text{ kg/m}^3$ bo‘lsa, $H=5 \text{ m}$ chuqurlikka o‘rnatilgan rezervuardagi absolyut bosimni aniqlang (2.19-rasm).



2.23 - rasm. Amaliy mashg’ulotga doir

Yechimi:

1. Ma’lumki, vakuummetr vakuummetrik bosimni o‘lchaydi, u holda absolyut bosim quyidagicha aniqlanadi:

$$P_A = P_a - P_v$$

$$P_A = P_a - P_v = 0,8 \text{ at} = 0,08 \text{ MPa}$$

2. S nuqtadagi absolyut bosimni quyidagi formula yordamida hisoblaymiz:

$$P_C = P_A + \rho g (H + h) = 1,26 \text{ at.}$$

Gidravlik press kichik porshening yuzasi 5 sm^2 , katta porshening yuzasi 50 sm^2 bo'lsa bunday press kuchdan necha marta yutuq beradi

Berilgan:	Formulasi:	Yechilishi:
$S_1=5 \text{ sm}^2$	$F_1/S_1=F_2/S_2$ bundan	$F_2/F_1=50 \text{ sm}^2/5 \text{ sm}^2= 10 \text{ marta}$
$S_2=50 \text{ sm}^2$	$F_2/F_1=S_2/S_1$	
Topish kerak?		

$F_2/F_1=?$

Javobi; 10 marta

Agar kichik yuzali porshenga F_1 kuch bilan ta'sir etilsa, undan suyuqlikka $P_1=F_1/S_1$ bosim uzatiladi. Paskal qonuniga ko'ra bu bosim o'zgarishsiz holda xar tomonga uzatiladi. Jumladan, S_2 yuzali ikkinchi porshenga ham. Porshenda $P_1=F_1/S_1$ bosim hosil bo'ladi. $P_1=P_2$ dan

$$F_1/S_1=F_2/S_2.$$

Bundan

$$F_2=S_2/S_1 * F_1$$

Demak, S_2/S_1 nisbat katta bo'lsa, F_2 ham F_1 dan shuncha katta bo'ladi.

Masala yechish namunasi.

Gidravlik press kichik porshening yuzasi 5 sm^2 , katta porshening yuzasi 50 sm^2 bo'lsa bunday press kuchdan necha marta yutuq beradi

Berilgan:	Formulasi:	Yechilishi:
$S_1=5 \text{ sm}^2$	$F_1/S_1=F_2/S_2$ bundan	$F_2/F_1=50 \text{ sm}^2/5 \text{ sm}^2= 10 \text{ marta}$
$S_2=50 \text{ sm}^2$	$F_2/F_1=S_2/S_1$	
Topish kerak?		

$F_2/F_1=?$

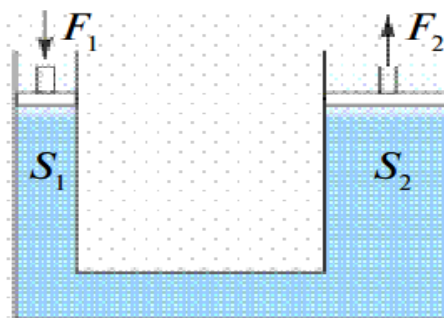
Javobi; 10 marta

5-masala

Agar kichik yuzali porshenga F_1 kuch bilan ta'sir etilsa, undan suyuqlikka

$$p_1 = \frac{F_1}{S_1}$$

bosim uzatiladi. Paskal qonuniga ko'ra bu bosim o'zgarishsiz holda har tomonga uzatiladi. Jumladan, S_2 yuzali ikkinchi porshenga ham.



Porshenda $p_1 = \frac{F_1}{S_1}$ bosim hosil bo'ladi. $p_1 = p_2$ dan $\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$. Bundan

$$F_2 = \frac{S_2}{S_1} F_1$$

Demak, $\frac{S_2}{S_1}$ nisbat katta bo'lsa, F_2 ham F_1 dan shuncha katta bo'ladi.

Masala yechish namunasi

Gidravlik press kichik porshenining yuzasi 5 sm^2 , katta porshenining yuzasi 50 sm^2 bo'lsa, bunday press kuchdan necha marta yutuq beradi?

Berilgan:

$$S_1 = 5 \text{ sm}^2$$

$$S_2 = 50 \text{ sm}^2$$

Topish kerak

$$\frac{F_1}{F_2} = ?$$

Formulasi:

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \text{ bundan}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{S_1}{S_2}$$

Yechilishi:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{50 \text{ sm}^2}{5 \text{ sm}^2} = 10 \text{ marta}$$

Javobi : 10 marta.

6-masala.

Okeanning eng chuqur qismidagi bosim taxminan 1100 atm . Ushbu bosimda dengiz suvining zichligini slug/ft^3 birligida toping.

Yechish.

P/P_a nisbati 1100 sifatida berilgan bo'lib, quydagi tenglama suv yoki dengiz suvi uchun amal qiladi:

$$\frac{P}{P_a} \approx (B + 1) \left(\frac{\rho}{\rho_a} \right)^n - B$$

$$1100 \approx (3001) \left(\frac{\rho}{\rho_a} \right)^7 - 3000$$

$$\frac{\rho}{\rho_a} = \left(\frac{4100}{3001}\right)^{1/7} = 1.046$$

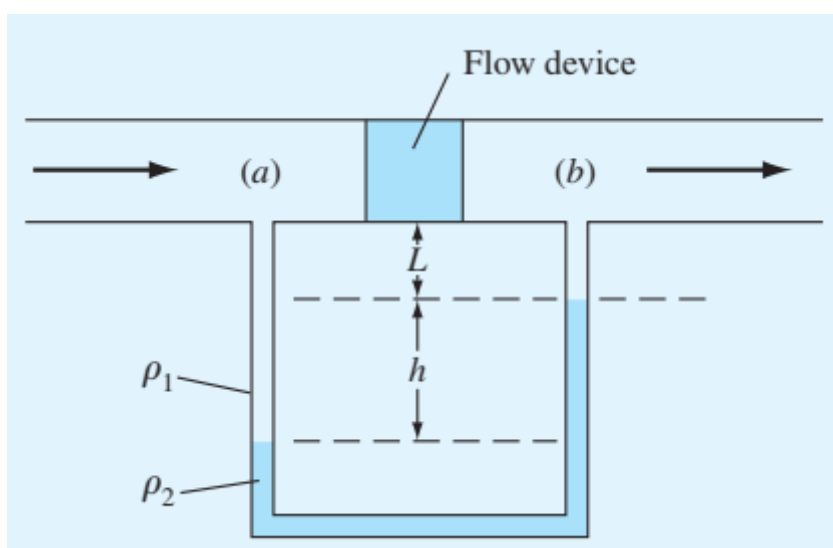
Dengiz suvining o'rtacha sirt zichligini $\rho_{or} = 2.00 \text{ slug/ft}^3$ deb olib, hisoblaymiz:

$$\rho \approx 1.046(2.00) = 2.09 \text{ slug/ft}^3$$

Hatto shunday katta bosimlarda ham, zichlikning oshishi 5 foizdan kam bo'ladi, bu esa suyuqlik oqimining mohiyatan siqilmasligini ko'rsatadi.

7-masala.

2.24-rasmda bo'lgani kabi ikkita teng uzunlikda bo'lgan U-shaklidagi naychalar manometrning klassik qo'llanilishi bo'lib, ikkita gorizontol nuqtadagi bosim farqini o'lchash uchun qo'llaniladi. 2.24-rasmdan foydalanib bosimlar farqi $p_a - p_b$ ni toping.



2.24 -rasm.

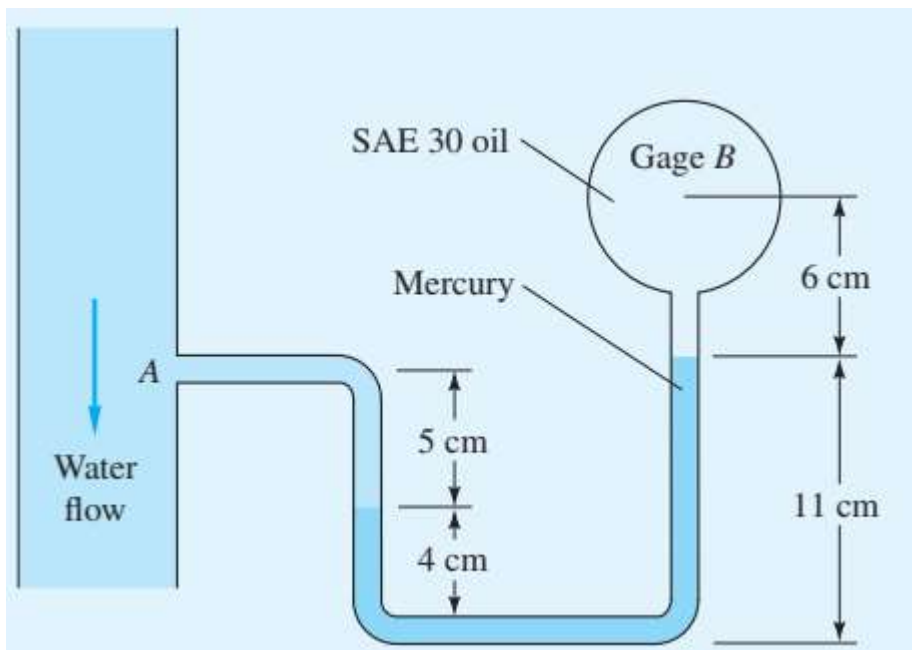
(2.14) tenglamadan foydalanib, (a) nuqtadan boshlang, U-naycha atrofidagi bosim o'zgarishini baholang va (b) nuqtada tugating:

$$p_a + \rho_1 g L + \rho_1 g h - \rho_2 g L - \rho_2 g h = p_b$$

$$p_a - p_b = (\rho_1 - \rho_2) g h$$

O'lchov faqat h , manometrdan ko'riladi. L bilan bog'liq shartlar chiqib ketish. Manometr va ishchi suyuqlik orasidagi zichlik farqining ko'rinishiga e'tibor bering. Suyuqlik zichligi ρ_1 ni olib tashlamaslik talabalarning odatiy xatosi hisoblanadi - agar har ikkala suyuqlik ham suyuq bo'lsa, jiddiy xato va agar biri gaz bo'lsa, unchalik yomon emas. Akademik jihatdan, albatta, bunday xatolik suyuqlik mexanikasi o'qituvchilari tomonidan har doim jiddiy hisoblanadi.

6-masala



2.25-rasm

B nuqtadagi bosim o'lchagich *A* nuqtasidagi suv oqimining bosimni o'lchash uchun mo'jallangan. Agar *B* nuqtadagi bosim 87 kPa bo'lsa, *A* nuqtadagi bosimni kPa da hisoblang. Barcha suyuqliklar 20°C da (2.25-rasm).

Yechish.

Tizim eskizi: Tizim 2.25 -rasmida ko'rsatilgan.

Taxminlar: Hidrostatik suyuqliklar bir-biri bilan aralashmaydi (2.25-rasmida vertikal "yuqoriga").

Yondashuv: *A* nuqtadan *B* nuqtaga o'tish uchun (2.14) tenglamadan ketma-ket foydalanamiz.

O'zgarmas qiymatlari: 2.1 -jadval yoki A.3 -jadvaldan olingan:

$$\gamma_{\text{suv}} = 9790 \text{ N/m}^3; \quad \gamma_{\text{simob}} = 133,100 \text{ N/m}^3; \quad \gamma_{\text{yog'}} = 8720 \text{ N/m}^3$$

Yechish bosqichlari: *A* dan *B* gacha tenglama tuzishda "pastga", keyin "yuqoriga":

$$p_A + \rho_w |\Delta z|_w - \gamma_m |\Delta z|_m - \gamma_o |\Delta z|_o = p_b$$

$$p_A + \left(9790 \frac{\text{N}}{\text{m}^3}\right)(0.05 \text{ m}) - \left(133,100 \frac{\text{N}}{\text{m}^3}\right)(0.07 \text{ m}) - \left(8720 \frac{\text{N}}{\text{m}^3}\right)(0.06 \text{ m}) = 87,000$$

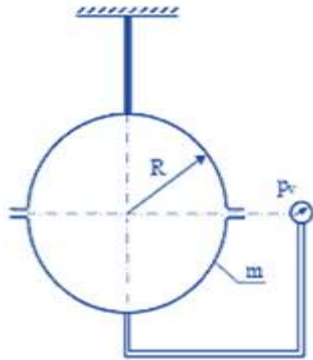
$$p_A + 490 - 9317 - 523 = 87,000$$

$$p_A = 96,350 \text{ N/m}^2 \approx 96.4 \text{ kPa}$$

Izohlar: E'tibor bering, biz N/m^2 birliklarini paskal yoki Pa deb qisqartirdik. Oraliq besh ta raqamdan iborat natija, $p_A = 96,350 \text{ Pa}$, ma'lumotlarni uch raqamga yaxlitlaymiz.

Mustaqil yechishga doir masalalar:

1. Suv bilan to'ldirilgan (2.20-rasm), radiusi $R = 0.4 \text{ m}$ bo'lgan shar shiftga osib qo'yilgan. Yarim sharning massasi $m = 150 \text{ kg}$ bo'lsa sharning markazidagi vakuummetrik bosimni aniqlang?



Berilgan:

$$R = 0,4 \text{ m}$$

$$G = 1,5 \text{ kN}$$

$$\gamma = 10 \text{ kN/m}^3$$

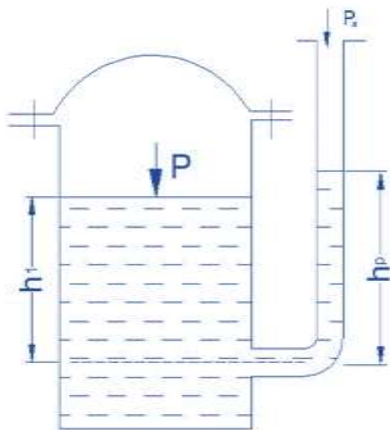
$$p_v = ?$$

2.25 – rasm. Amaliy mashg'ulotga doir

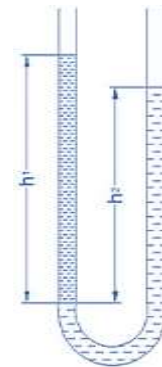
2. Idish tubidagi to'la gidrostatik bosimni toping. Idishning usti ochiq bo'lib, uning erkin sirtidagi bosim atmosfera bosimiga teng.

Aniqlangan gidrostatik bosimni har xil birliklarida ifodalang (1 - jadvaldan foydalanib).

3. Yopiq idishga o'rnatilgan pezometrda suyuqlik sathini h_p toping. Suv sathidagi absolyut bosim: $p = 1,06 \text{ at}$; $h_1 = 60 \text{ sm}$; $p_a = 760 \text{ mm}$ simob ustuniga teng. (2.21 - rasm).



2.26 - rasm. Amaliy mashg'ulotga doir



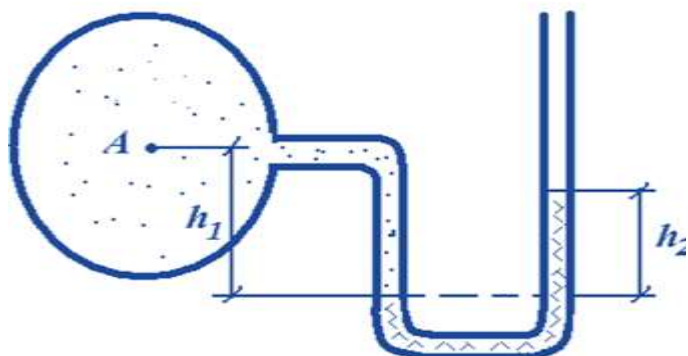
2.27 - rasm. Amaliy mashg'ulotga doir

4. Idishdagi suv sathidagi bosimni aniqlang. Pezometrda suyuqlik balandligi $h_p = 70 \text{ sm}$, $h_1 = 40 \text{ sm}$, $P_a = 100 \text{ kPa}$ (2.21 - rasm).

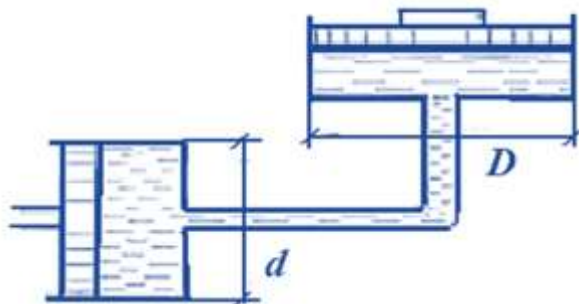
5. U – shakldagi idishga benzin va suv quyilgan. Agar $h_1 = 70 \text{ sm}$; $h_2 = 50 \text{ sm}$ bo'lsa, benzin zichligini aniqlang (2.22 - rasm).

6. A quvurdagi suvning manometrik bosimini toping. Pezometrda simob ustuni balandligi $h_2 = 25 \text{ sm}$ va $h_1 = 40 \text{ sm}$. (2.23 - rasm).

7. Agar katta porshenga qo'yilgan kush $F_2 = 50$ kN, kichik porshenga qo'yilgan kush $F_1 = 20$ kN bo'lsa, tizim muvozanatda bo'lishi ushun h ni aniqlang. Naylar suv bilan to'ldirilgan (2.24 - rasm).



2.28 – rasm. Amaliy mashg'ulotga doir



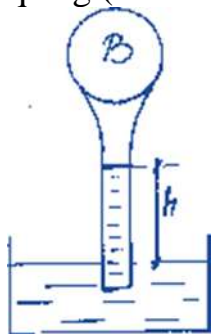
2.29 – rasm. Amaliy mashg'ulotga doir

8. Balondagi $-V$ vakuum va absolyut bosimni toping. Vakuummetrning ko'rsatishi $h = 0,7$ m suv ustuniga teng (2.25 - rasm).

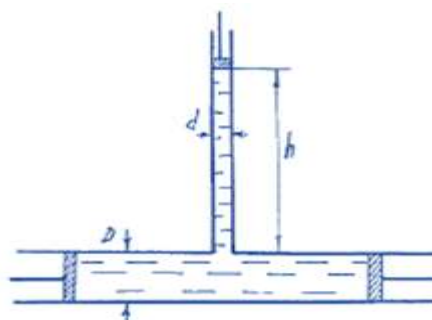
9. V-idishdagi vakuummetrik bosim $P_B = 0,5$ at; suyuqlikning zichligini aniqlang, agar $h = 0,7$ m; $P_a = 760$ mm simob ustuniga teng bo'lsa (2.25 - rasm).

10. Rasmda ko'rsatilganidek $D = 500$ mm li quvur $d = 100$ mm li quvurga ulangan. Suv ustunining balandligi $h = 80$ sm. Quvurlarga porshen o'rnatilgan. Tizim muvozanatda bo'lishi uchun S porshenga $F_1 = 9,81$ N kush qo'yilgan bo'lsa, A va B porshenlarga qanday F_2 kush qo'yilishi kerak. Porshen va quvur orasidagi ishqalanish hisobga olinmasin (2.26 - rasm).

11. Agar porshenlarga qo'yilgan kushlar $F_2 = 60$ kN; $F_1 = 20$ kN bo'lsa, h ni miqdorini aniqlang (2.26 - rasm).



2.30 – rasm. Amaliy mashg'ulotga doir



2.31 – rasm. Amaliy mashg'ulotga doir

3-BO'LIM. GIDROSTATIK BOSIM KUCHINI HISOBLASH

3.1. Tekis sirtga ta'sir qiluvshi bosim kuchi

Amaliyotda ihtiyoriy tekis sirtga ta'sir qiluvshi bosim kuchini aniqlash kerak bo'ladi. Quyidagi fotosuratlarda tekis sirtga ta'sir etayotgan kuchnu hisoblash asosida loyihalanadigan va quriladigan inshootlardan namunalar keltirilgan.



Chorvoq suv ombori to'g'oni



Akosombo to'g'oni, Gana



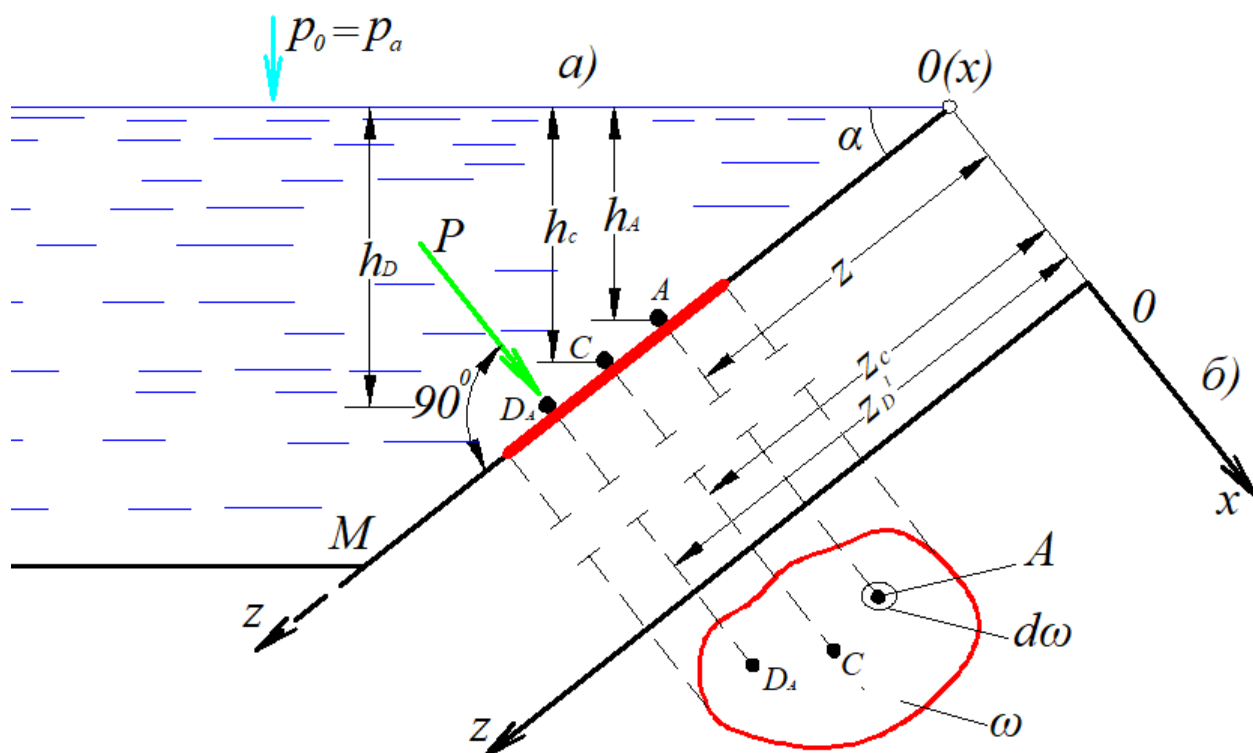
GES Tri Ushelya (Three Gorges Dam), Xitoy



Tekis sirtli suv darvozasi

3.1.1. Ihtiyoriy tekis sirtga ta'sir qiluvshi bosim kuchini hisoblash

Ihtiyoriy qiya tekislikka bo'lgan bosim kuchini aniqlash kerak bo'ladi. Xususiyl holda shitlarga ta'sir qiluvshi kushlarni aniqlash xuddi shunday masalaga olib keladi. Shitlardagi gidrostatik bosim kuchini hisoblash ushuni quyidagi masalani ko'ramiz. Suyuqlik biror qiya tekislikka ta'sir etayotgan bo'lsin. Uning gorizont bilan α burshak tashkil etgan qiya sirtida ω yuzaga tushadigan bosim kuchini aniqlaymiz. Oz o'qini qiya sirt yo'nalishi bo'yisha, Ox o'qini esa unga tik yo'nalishda deb qabul qilamiz (3.1 - rasm).



3.1-rasm. Gidrostatik bosim kuchini aniqlashga doir chizma

Bu holda ω sirtidagi kichik $d\omega$ sirtga ta'sir etayotgan gidrostatik bosim kushi quyidagisha aniqlanadi:

$$dP = p_A d\omega$$

p_A - A nuqtadagi gidrostatik bosim: $p_A = p_a + \gamma h$.

bu yerda γh - suyuqlik ustunining bosimi; p_a - erkin sirtidagi bosim.

U holda ω yuzaga ta'sir qilayotgan to'la bosim quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$dP = (p_a + \gamma h)d\omega = p_a d\omega + \gamma h d\omega = p_a d\omega + \gamma z \sin \alpha d\omega$$

Chizmadan: $h = z \sin \alpha$

bu erda: α - devor qiyaligi, h - suyuqlik chuqurligi.

$$P = p_a \int_{\omega} d\omega + \gamma \sin \alpha \int_{\omega} z d\omega$$

Ifodani hadma had integrallaymiz

$$\int_{\omega} d\omega = \omega; \quad \int_{\omega} z d\omega = (St) = z_c \omega$$

$(St)_{Ox}$ - tekis shaklning Ox o'qqa nisbatan statik momenti;

z_c - shaklning og'irlik markazi koordinatasi.

$z_c \sin \alpha = h_c$ bo'lgani uchun:

$$P = p_a \omega + \gamma \omega z_c \sin \alpha$$

yoki

$$P = p_a \omega + \gamma h_c \omega$$

h_c - og'irlik markazi chuqurligi.

$$P = (p_a + \gamma h_c) \omega = p_c \omega$$

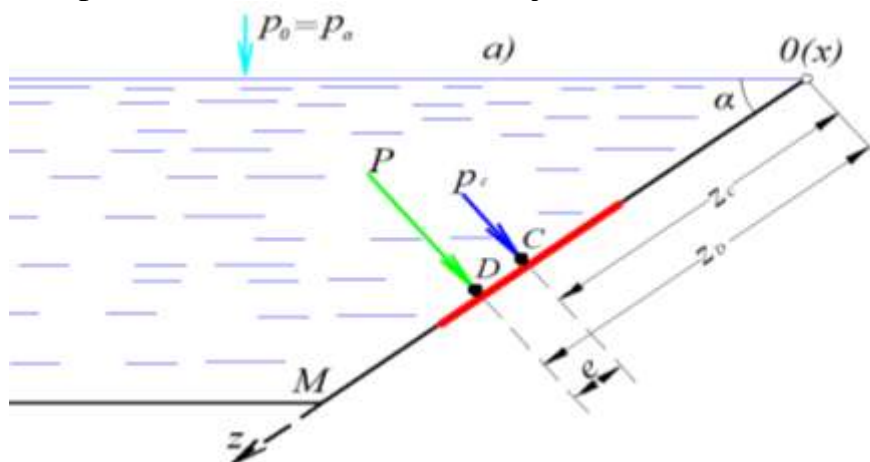
R - atmosfera bosimidan yuqori bo'lgan (og'irlik) bosim hisobiga paydo bo'ladigan gidrostatik bosim kuchi:

$$P = \gamma h_c \omega = p_c \omega, \quad (3.1)$$

Demak, ixtiyoriy yuzaga ta'sir etayotgan bosim kushi shu yuza sirti bilan uning og'irlik markaziga ta'sir qiluvshi bosimning ko'paytmasiga teng.

3.2 Bosim markazini aniqlash

Gidrostatik bosim kuchining teng ta'sir etuvchisining qo'yilish nuqtasi bosim markazi deb ataladi. Bu nuqtani topish amaliyotda inshootlarning o'lchamlarini aniqlash uchun kerak bo'ladi. Shuning uchun bosim markazi koordinatasini topish inshootlarni hisoblashda juda zarur.



3.2-rasm. Bosim markazini aniqlashga doir chizma

Keltirilgan 3.2- rasmdan bosim markazining koordinatasi z_D ga teng deb hisoblab, ω sirtga ta'sir qilayotgan momentni aniqlaymiz (**Varinon teoremasi**):

$$\int_{\omega} (pd\omega)z = Pz_D$$

$$\int_{\omega} (\gamma h d\omega)z = (\gamma h_C)z_D$$

$$\int_{\omega} (\gamma \sin \alpha z d\omega)z = (\gamma \sin \alpha z_C \omega)z_D$$

$$z_D = \frac{\int_{\omega} z^2 d\omega}{z_C \omega} = \frac{I_{Ox}}{(St)_{Ox}}$$

bu yerda: $I_{Ox} = \int_{(\omega)} z^2 d\omega$ – ko`rilayotgan sirtning Ox o`qqa nisbatan inertsiya momenti.

$$\int_{\omega} z^2 d\omega = I_{Ox}$$

$$(St)_{Ox} = z_C \omega$$

$$z_D = \frac{I_{Ox}}{(St)_{Ox}} = \frac{I_C + z_e^2 \omega}{z_C \omega} = z_C + \frac{I_C}{z_C \omega}, \quad (3.2)$$

$$e = \frac{I_C}{(St)_{Ox}} = \frac{I_C}{z_C \omega}$$

$$z_D = z_C + e$$

Bu tenglamadan (3.2) ko`rinadiki, bosim markazi ko`rilayotgan qiya sirt og`irlik markazidan **e-ekssentrisitet** miqdorda pastda joylashgan bo`lib, sirt gorizonta bo`lgan xususiy holdagina bu farq 0 ga teng, (ya'ni, og`irlik markazi bilan bosim markazi ustma-ust tushadi).

3.3. Ihtiyoriy tekis sirtga ta'sir qiluvshi bosim kuchini Grafoanalitik usulda hisoblash

Grafoanalitik usulda hisoblash quyidagicha amalga oshiriladi. Buning uchun 3.3-rasmda keltirilgan masalani ko`rib chiqamiz. Faraz qilamizki to`g`ri burchakli vertikal tekis sirtga ta'sir etayotgan og`irlik bosimi ta'siridagi kuchni hisoblash kerak. Masala quyidagi tartibda yechiladi:

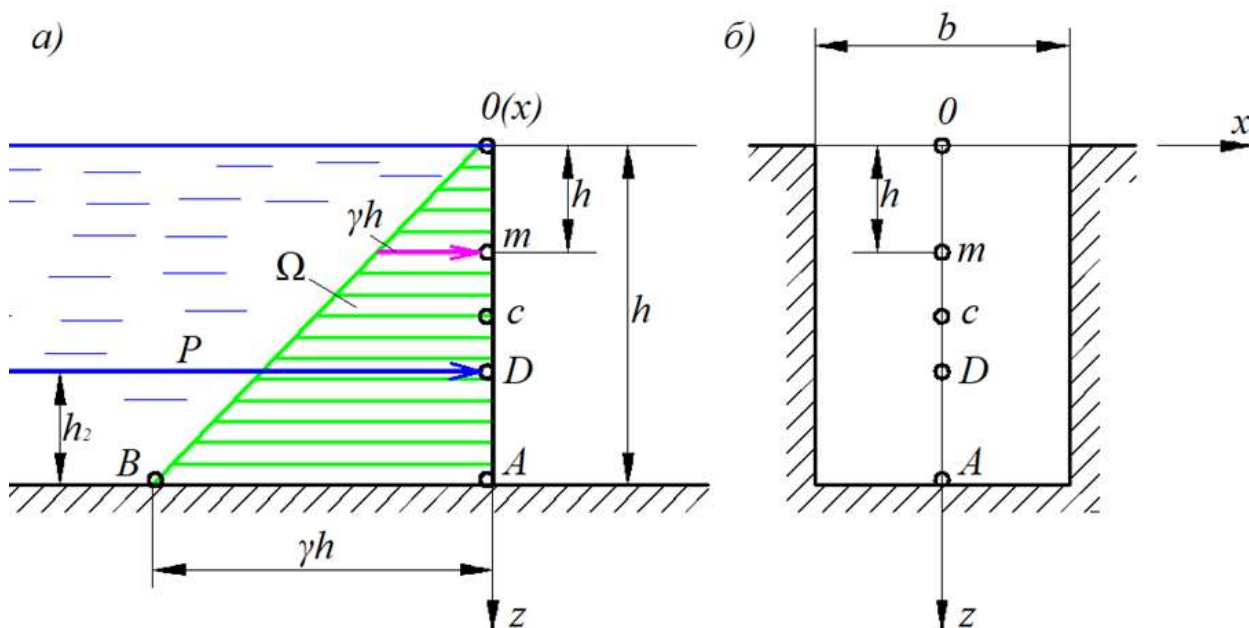
1. Chizma masshtabda chiziladi;

2. Bosim epyurasi quriladi;
3. Bosim epyurasining hajmi aniqlanadi;

$$P = V_3$$

2. Bosim epyurasining og'irlik markazi aniqlanadi.

3



3.3-rasm. To'g'ri to'rtburchak shakldagi devor uchun gidrostatik bosim epyurasi.

Grafoanalitik usulda gidrostatik bosim epyurasining hajmi gidrostatik bosim kuchiga teng. U holda gidrostatik bosim kuchini quyidagicha aniqlaymiz:

$$P = V_3 = \Omega b = \frac{1}{2} \gamma b h h = \frac{1}{2} \gamma b h^2, \quad (3.3)$$

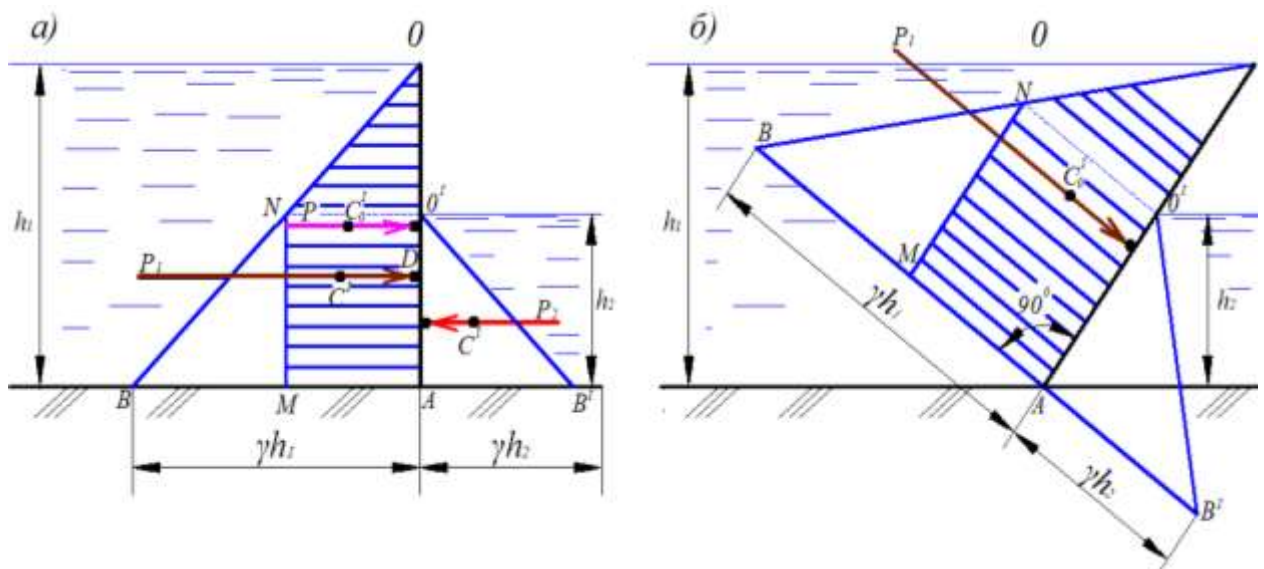
Ω - bosim epyurasining yuzasi;

Huddi shu masalani analitik usulda ham ko'rib chiqamiz. U holda gidrostatik bosim kuchi quyidagicha (3.1) aniqlanadi:

$$P = \gamma h_c \omega = \gamma \frac{h}{2} b h = \frac{1}{2} \gamma b h^2;$$

Demak ikkala usulda ham bir hil natijaga erishdik. Shunday qilib, Grafoanalitik usulda gidrostatik bosim epyurasining hajmi gidrostatik bosim kuchiga teng.

Grafoanalitik usulda bosim markazini aniqlashda bosim epyurasining og'irlik markazini aniqlash lozim bo'ladi. Gidrostatik bosim kuchining ta'sir chizig'i bosim epyurasining og'irlik markazidan o'tadi. Bu holatni quyidagi misollarda ko'ramiz. To'g'ri to'rtburchak shakldagi devorga suyuqlik ikki tomondan ta'sir ko'rsatsa



3.4-rasm. Bosim markazini analitik usulda aniqlashga doir

3.4. Hidrostatik g'ayritabiiylik (paradoks)

Har xil shakldagi idishlardagi suyuqlikning shuqurligi h bo'lsin, u holda ixtiyoriy nuqtadagi bosim uning suyuqlik ichida qancha chuqurlikda bo'lganiga bog'liq bo'ladi. A, B, C nuqtalardagi bosimlar quyidagilarga teng:

$$P_A = \gamma h_a; \quad P_B = \gamma h_B; \quad P_C = \gamma h_C.$$

Suyuqlik tubidagi bosim kuchi esa

$$P = \gamma h \omega$$

ga teng. Demak, suyuqlik tubidagi bosim kuchi suyuqlikning og'irligiga teng bo'lar ekan.

3.5- rasmda har xil shakldagi idishlar tasvirlangan va barsha idishlardagi suyuqlikning shuqurligi h ga, idish tubining sirti esa ω ga teng.

Bu holda idish tubiga bo'lgan bosim kuchi idishlarda

$$P_a = \gamma h \omega; \quad P_b = \gamma h \omega; \quad P_c = \gamma h \omega; \quad P_e = \gamma h \omega \quad (3.4)$$

ya'ni, barsha idishlarda suyuqlik tubiga bo'lgan bosim kuchi idishning shakli va bosim hosil qilgan suyuqlikning miqdoridan qat'i nazar quyidagiga teng bo'ladi:

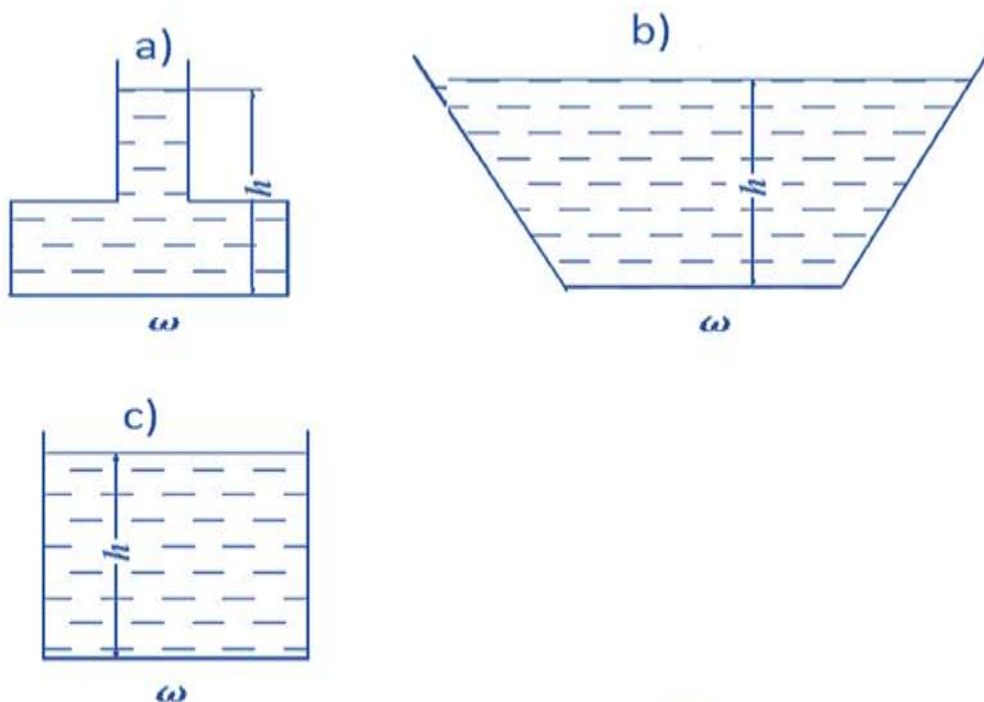
$$P = \gamma h \omega$$

Qanday qilib hajmi va og'irligi har xil suyuqliklarning idish tubidagi bosimi bir xil? Bu yerda fizikaning biror qonuni noto'g'ri talqin qilinayotgani yo'qmikan?

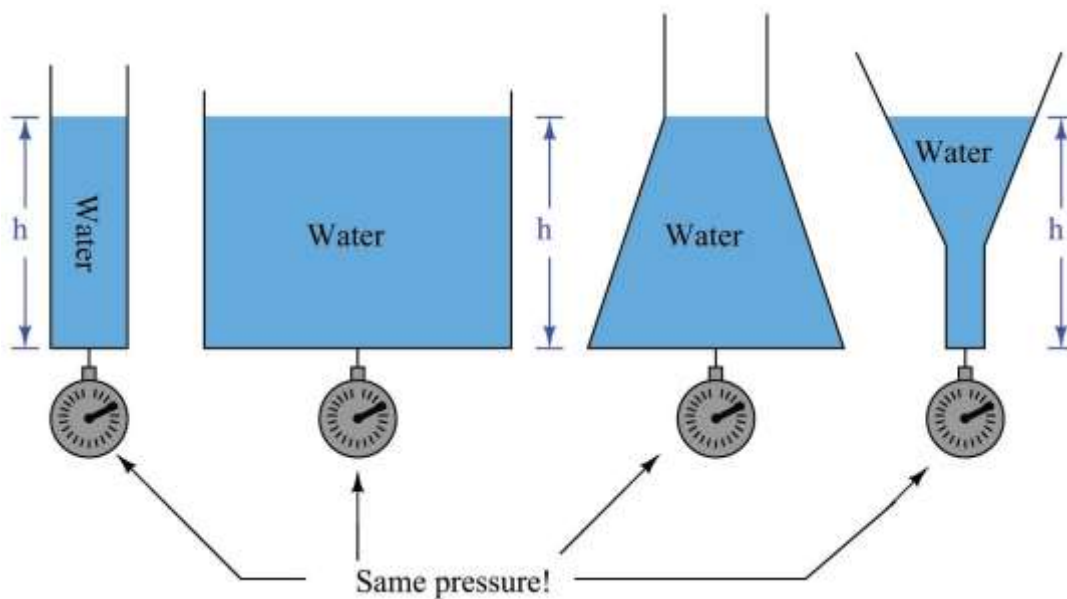
Gidravlika qonunlari bo'yisha suyuqlikdagi bosim uning shakliga bog'liq bo'lmay, uning shuqurligiga bog'liq.

Bu hodisa gidrostatik g`ayritabiiylik deb ataladi. Bu savolga javob olish ushun Paskal qonunini shuqurroq talqin qilish kerak. Masalan, 3.5 a va 3.5 b-rasmlarni tekshirsak, birinshi holda idishning yuqoridagi devorlarida bosim yuqoriga yo`nalgan bo`lib, reaksiya kushlari pastga yo`nalgan, 3.5 c da esa aksincha.

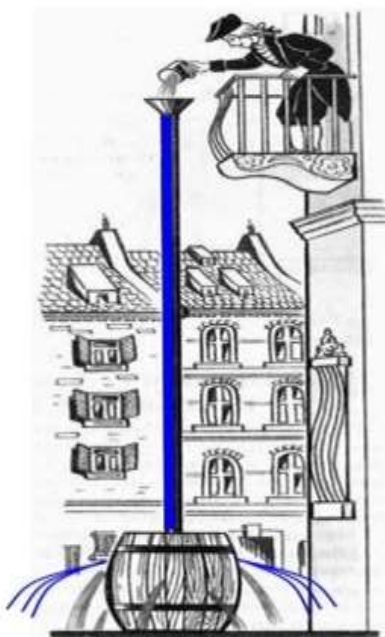
Ana shu hodisalar gidrostatik g`ayritabiiylikning mohiyatini ochib beradi.



3.5- rasm. Tekis gorizontol sirdagi bosim



3.6- rasm. Gidrostatik paradoksga doir chizma



Balkonga chiqib, Paskal trubkani suv bilan to'ldira boshladi. U birdan, barrel atrofidagi onlookers hayrat uchun, barrel portlash bilan yorilib qachon, o'nlab ko'zoynak to'kib vaqt yo'q edi. U tushunarsiz kuch bilan parchalandi. Paskal ishonch hosil qiladi: ha, bochkani sindirgan kuch kolbadagi suv miqdoriga umuman bog'liq emas. Bu kolba to'ldirilgan balandlik haqida.

Paskal suvning xossasini aniqladi-uning yuzasida yaratilgan bosimni (barrelida) butun hajm bo'ylab, devorning har bir nuqtasiga yoki bochkaning pastki qismiga o'tkazish. Shunday qilib, u o'z nomini olgan qonun kashfiyotiga keldi.

Amaliy mashg'ulotlarga doir ko'rsatma:

1 – Masala. Rezervuar qopqog'iga ta'sir etayotgan GBK ni va bosim markazini quyidagi holatlarda aniqlang.

1. Diametri $D = 1m$. Manometr ko'rsatgichi $P_m = 0.08 MPa$ $H_0 = 15m$.

Berilgan

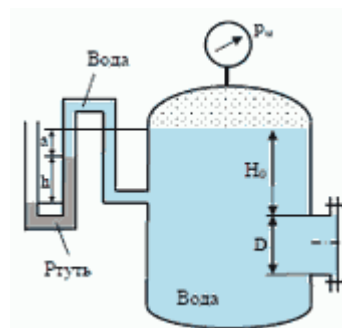
$$H_0 = 1.5 m$$

$$D = 1 m$$

$$P_M = 80 kN/m^2$$

$$\gamma = 10 kN/m^3$$

GBK ?



3.7 – rasm. Amaliy mashg'ulotga doir

Yechish

Birinchi holat uchun.

1) Qopqoqning og'irlik markazidagi bosimni aniqlaymiz.

$$P_c = P_M + \gamma \cdot h_c = P_M + \gamma \cdot \left(H_0 + \frac{D}{2}\right) = 80 + 10 \cdot \left(1.5 + \frac{1}{2}\right) = 80 + 10 \cdot 2 = \frac{100kN}{m^2}$$

2) Qopqoq yuzasini aniqlaymiz.

$$\omega = \pi d^2 / 4 = 0.785 \cdot 1^2 = 0.785 m^2$$

3) Ta'sir etayotgan GBK ni aniqlaymiz

$$F = P_c \cdot \omega = 100 \cdot 0.785 = 78.5 kN$$

2 – Masala. Qopqoq o'lchamlari $a=1,0$ m; $b=1,2$ m; suyuqlik zichligi $\rho=700$ kg/m³ va rezervuarga o'rnatilgan manometrning ko'rsatishi $p_m=0,08$ MPa; $H_0=1,5$ m.

Yeshimi:

1. Tekis shakl og'irlik markaziga qo'yilgan bosimni aniqlaymiz:
Formuladan ixtiyoriy nuqtadagi bosim:

$$p_c = p_o + \rho g h_c$$

bu yerda: p_o – tashqi bosim,

$$p_o = p_m + p_a$$

U holda

$$p_c = p_m + p_a + \rho g \left(H_0 + \frac{a}{2} \right)$$

2. Tekis shakl yuzasini aniqlaymiz:

$$\omega = ba$$

3. Hidrostatik bosim kuchini aniqlaymiz:

$$P = p_c \omega = \left[p_m + p_a + \rho g \left(H_0 + \frac{a}{2} \right) \right] ab$$

Berilgan qiymatlarni qo'yib, gidrostatik bosim kuchini hisoblaymiz:

$$P = p_c \omega = \left[0,08 \cdot 10^6 \frac{N}{m^2} + 10^5 \frac{N}{m^2} + 700 \frac{kg}{m^3} \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} (1,5m + 0,5m) \right] \cdot 1,2m^2 = 232800N \approx 233kN$$

4. Bosim markazini aniqlaymiz:

$$h_d = h_c + \frac{J_0}{h_c \omega}$$

bu yerda:

$$h_c = H_0 + a/2; \quad \omega = ab; \quad J_0 = ba^3/12$$

u holda, berilgan qiymatlarni qo'yib h_D ni aniqlaymiz:

$$h_d = \left(H_0 + \frac{a}{2} \right) + \frac{ba^3}{\left(H_0 + \frac{a}{2} \right) 12ba} = 2 + \frac{1}{24} = 2,06m;$$

Endi bosim markazini aniqlashni boshqa hollarda ham ko'ramiz.

3 – Masala. Yuqoridagi masalada idish devori burshak ostida joylashgan bo'lsa z_d ni aniqlaymiz:

bu yerda: $H_0 = 1,5$

$$a = 1,4 \text{ m}$$

$$b = 1,2 \text{ m}$$

$\alpha = 60^\circ$ bo'lib, bosim markazini aniqlash kerak bo'lsin:

$$z_d = z_c + \frac{J_0}{z_c \omega}$$

u holda

$$h_d = z_d \sin \alpha = 2.17 \text{ m}$$

Bunday hollarda bosim markazini aniqlashning bir qulay usuli bor (Mazkur usul mualliflar tomonidan taklif qilingan). Burshak ostida joylashgan tekis shakl vertikal tekislikka proyeksiyalanib, bosim markazi (2.37) formula bilan hisoblanadi:

$$h_d^x = h_c^x + \frac{J_0^1}{h_c^x \omega^1}$$

bu yerda: J_0^1 – tekis shakl proyeksiyasining inertsia momenti;

ω^1 – tekis shaklning vertikal tekislikka proyeksiyasi.

U holda,

$$h_D = 2,17 \text{ m}$$

4 – Masala. O'lchamlari $L=2.5$; $B = 10 \text{ m}$ bo'lgan darvoza (zatvor) chuqurligi $H = 2.3 \text{ m}$ bo'lgan suvni to'sib turibdi.

Aniqlansin:

- a) Trossdagi kuchlanish (zatvor og'irligi hisobga olinmasin)
- b) Sharnirdagi reyaktsiya kuchi R.

Berilgan:

$$L = 2.5 \text{ m}$$

$$B = 10 \text{ m}$$

$$H = 2.3 \text{ m}$$

$$\gamma = 10 \text{ kN/m}^3$$

$$T = ? \quad R = ?$$

Yechish:

- 1) Zatvorning og'irlik markazidagi bosimni aniqlaymiz.

$$p_c = \gamma \cdot h_c = \gamma \cdot \frac{H}{2} = 10 \cdot \frac{2,3}{2} = 10 \cdot 1,15 = 11,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

- 2) Yuzani aniqlaymiz.

$$\omega = L \cdot B = 2.5 \cdot 10 = 25 \text{ m}^2$$

- 3) Ta'sir etayotgan GBK ni aniqlaymiz.

$$P = p_c \omega = 11.5 \cdot 25 = 287.5 \text{ kN}$$

- 4) Bosim markazini aniqlaymiz

$$Z_d = Z_c + \frac{J}{Z_c \cdot \omega}$$

$$Z_c = \frac{H}{2} \cdot \frac{L}{H} = \frac{2,5}{2} = 1,25m$$

$$\omega = 2.5m^2$$

$$J = \frac{B \cdot L^2}{12} = \frac{10 \cdot 2,5^3}{12} = 13$$

5) Trossdagi kuchlanish T ni aniqlaymiz. $\sum M_0 = 0$

$$T \cdot L - P \cdot (L - Z_d) = 0$$

$$T \cdot L - P \cdot (L - Z_d) = 0$$

$$T = \frac{P \cdot (L - Z_d)}{L} = \frac{287,5 \cdot (2,5 - 1,66)}{2,5} = 96,6kN$$

6) Sharnirdagi R reaksiya kuchini aniqlaymiz.

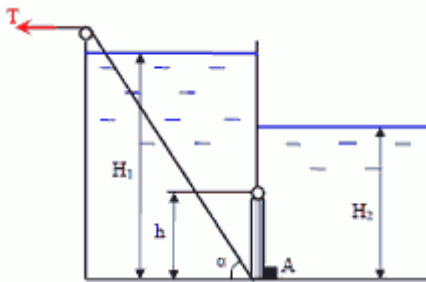
$$\sum M_0 = 0$$

$$R \cdot L - F \cdot Z_d = 0$$

$$R = \frac{P \cdot Z_d}{L} = \frac{287,5 \cdot 1,66}{2,5} = 191kN$$

Javob: $T = 96.6 kN$ $R = 191 kN$

5 – Masala. Ikki qismga ajratilgan rezervuar o‘rtasiga bo‘yi $h = 0.4 m$, eni $b = 0.8 m$ bo‘lgan shit o‘rnatilgan. Suvning chuqurliklari $H_1 = 1.6 m$, $H_2 = 1.0 m$, $\alpha = 60^\circ$, $\rho = 1000 kg/m^3$. Shitni ochish uchun kerak bo‘lgan T kuchi va A tayanchdagi reaksiya kuchini aniqlang.



Berilgan:

$$H_1 = 1.6 m$$

$$H_2 = 1 m$$

$$\alpha = 60$$

$$\gamma = 10 kN/m^3$$

3.8-rasm. Amaliy mashg‘ulotga doir

$$h = 0.4 m$$

$$b = 0.8 m$$

$$T = ? \quad R_A = ?$$

Yechish:

1) Chap tomondan shitning og‘irlik markazidagi bosimni aniqlaymiz.

$$P_{cl} = \gamma \cdot h_c = \gamma \cdot (H_1 - \frac{h}{2}) = 10 \cdot 1,4 = 14 \frac{kN}{m^2}$$

2) Yuzasini aniqlaymiz.

$$\omega_1 = h \cdot b = 0,4 \cdot 0,8 = 0,32m^2$$

3) Ta'sir etayotgan GBK ni aniqlaymiz.

$$P_1 = p_{c1} \cdot \omega_1 = 14 \cdot 0,32 = 4,48kN$$

4) Bosim markazini aniqlaymiz.

$$h_{d1} = h_{c1} + \frac{J_1}{h_{c1} \cdot \omega_1}$$

$$h_{c1} = 1,4m; \omega_1 = 0,32m^2.$$

$$J_1 = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{0,8 \cdot 0,4^3}{12} = 0,0042$$

$$h_{d1} = 1,4 + \frac{0,0042}{1,4 \cdot 0,32} = 1,409m$$

5) O'ng tomondan shitning og'irlik markazidagi bosimni aniqlaymiz.

$$p_{c2} = \gamma \cdot h_{c2} = \gamma \cdot (H_2 - \frac{h}{2}) = 10 \cdot (1 - \frac{0,4}{2}) = 10 \cdot 0,8 = 8kN / m^2$$

6) Yuzasini aniqlaymiz.

$$\omega_2 = h \cdot b = 0,4 \cdot 0,8 = 0,32m^2$$

7) Ta'sir etayotgan GBK ni aniqlaymiz.

$$P_2 = p_{c2} \cdot \omega_2 = 8 \cdot 0,32 = 2,56kN$$

8) Bosim markazini aniqlaymiz.

$$h_{d2} = h_{c2} + \frac{J}{h_{c2} \cdot \omega_2}$$

$$h_{c2} = 0,8m; \omega_2 = 0,32m^2$$

$$J_2 = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{0,8 \cdot 0,4^3}{12} = 0,0042$$

$$h_{d2} = 0,8 + \frac{0,0042}{0,8 \cdot 0,32} = 0,816m$$

9) T kuchini aniqlash uchun sharnir turgan nuqtani 0 deb belgilab moment olamiz.

$$T \cdot h \cdot \cos \alpha - P_1 \cdot [h_{d1} - (H_1 - h)] + P_2 \cdot [H_2 - h] = 0$$

$$T = \frac{P_1 \cdot [h_{d1} - (H_1 - h)] + P_2 \cdot [H_2 - h]}{h \cdot \cos \alpha} = \frac{14 \cdot [1,409 - (1,6 - 0,4)] - 8 \cdot [0,816 - (1 - 0,4)]}{0,4 \cdot 0,5} =$$

$$= \frac{14 \cdot 0,209 - 8 \cdot 0,216}{0,2} = \frac{2,926 - 1,728}{0,2} = \frac{1,198}{0,2} = 6kN$$

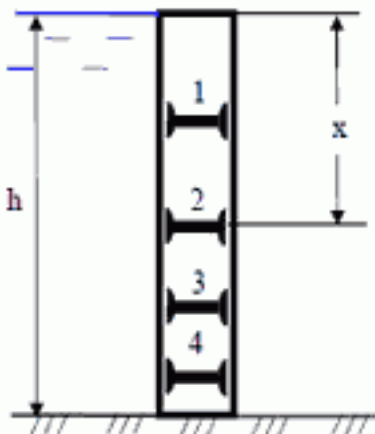
10) A nuqtadagi reaksiya kuchini aniqlaymiz.

$$\sum M_0 = 0$$

$$R_A \cdot h - P_1 \cdot [h_{d1} - (H_1 h)] + P_2 \cdot [h_{d2} - (H_2 - h)] = 0$$

$$R_A = \frac{P_1 \cdot [h_{d1} - (H_1 h)] - P_2 \cdot [h_{d2} - (H_2 - h)]}{h} = \frac{2,926 - 1,728}{0,4} = \frac{1,198}{0,4} = 4,95kN$$

Javob: $T = 6 \text{ kN}$ $R_A = 4.95 \text{ kN}$



6 – Masala. Eni $b = 6 \text{ m}$ bo‘lgan ikki qavat shit orasiga balkalar joylashtirilgan. Suvning chuqurligi va shitning balandligi $h = 4 \text{ m}$. Zo‘riqish bir xilda taqsimlanishi uchun x qanday masofada bo‘lishi kerak?

Berilgan:

$$h = 4 \text{ m}$$

$$b = 6 \text{ m}$$

$$\gamma = 10 \text{ kN/m}^3$$

$$x = ?$$

3.9-rasm. Amaliy mashg‘ulotga doir

Yechish:

- 1) Shitning og‘irlik markazidagi bosimni aniqlaymiz

$$p_c = \gamma \cdot h_c = \gamma \cdot \frac{h}{2} = 10 \cdot \frac{4}{2} = 20 \text{ kN/m}^2$$

- 2) Yuzasini aniqlaymiz.

$$\omega = h \cdot b = 4 \cdot 6 = 24 \text{ m}^2$$

- 3) Ta‘sir etayotgan GBK ni aniqlaymiz.

$$P = p_c \cdot \omega = 20 \cdot 24 = 480 \text{ kN}$$

- 4) Bosim markazini aniqlaymiz.

$$h_d = h_c + \frac{J}{h_c \cdot \omega}$$

$$h_c = 2 \text{ m}; \omega = 24 \text{ m}^2$$

$$J = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{6 \cdot 2^3}{12} = 4$$

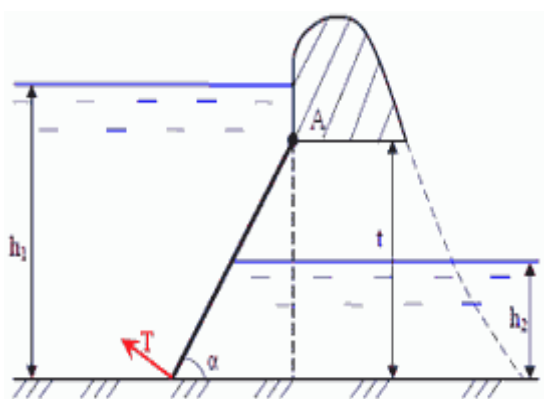
$$h_d = 2 + \frac{4}{2 \cdot 24} = 2,083 \text{ m} \rightarrow h_d = X = 2,083 \text{ m}$$

Javob: $X = 2,083 \text{ m}$

7 – Masala. To‘g‘onning suv chiqish qismida eni $b = 6 \text{ m}$ bo‘lgan shit o‘rnatilgan. Yuqori b‘efda suv chuqurligi $h_1 = 23 \text{ m}$, pastki b‘efda esa $h_2 = 11.5 \text{ m}$, chiqish qismi balandligi $t = 17.25 \text{ m}$. Qiyalik $\alpha = 45^\circ$. Shit A o‘qi atrofida aylanadi. Shitning og‘irligi $G = 100 \text{ kH}$.

Aniqlanishi kerak.

- Shitga ta‘sir etayotgan GBK P_1 va P_2
- Umumiy GBK P_{um}
- Umumiy kuch bosim markazi.
- Shitni qo‘zg‘atuvchi T kuchi.



Berilgan
 $h_1 = 23 \text{ m}$
 $h_2 = 11.5 \text{ m}$
 $t = 17.25 \text{ m}$
 $b = 6 \text{ m}$
 $\alpha = 45^\circ$
 $G = 100 \text{ kN}$
 $\gamma = 10 \text{ kN/m}^3$

Yechish:

- 1) Yuqori b'efdagi shitning og'irlik markazidagi bosimni aniqlaymiz.

$$p_{c1} = \gamma \cdot h_{c1} = \gamma \left[(h_1 - t) + \frac{t}{2} \right] = 10 \cdot \left[(23 - 17,25) + \frac{17,25}{2} \right] = 10 \cdot 14,25 = 142,5 \text{ kN / m}^2$$

- 2) Yuzasini aniqlaymiz.

$$\omega_1 = \frac{t}{\sin \alpha} \cdot b = \frac{17,5}{0,707} \cdot 6 = 148,5 \text{ m}^2$$

- 3) Ta'sir etayotgan GBK ni aniqlaymiz.

$$P_1 = p_{c1} \cdot \omega_1 = 142,5 \cdot 148,5 = 21161,25 \text{ kN}$$

- 4) Pastki b'efdagi shitning og'irlik markazidagi bosimni aniqlaymiz.

$$p_{c2} = \gamma \cdot h_{c2} = \gamma \cdot \frac{h_2}{2} = 10 \cdot \frac{11,5}{2} = 57,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

- 5) Yuzasini aniqlaymiz.

$$\omega_2 = \frac{h_2}{\sin \alpha} \cdot b = \frac{11,5}{0,707} \cdot 6 = 97,9 \text{ m}^2$$

- 6) Ta'sir etayotgan GBK ni aniqlaymiz.

$$P_2 = p_{c2} \cdot \omega_2 = 57,5 \cdot 97,6 = 5612 \text{ kN}$$

- 7) Shitga ta'sir etayotgan umumiy GBK ni aniqlaymiz.

$$\sum_x = P_{um} = P_1 - P_2 = 21161,25 - 5612 = 15549,25 \text{ kN}$$

- 8) Yuqori b'efdagi bosim markazini aniqlaymiz.

$$Z_{d1} = Z_{c1} + \frac{J}{Z_{c1} \cdot \omega_1}$$

$$Z_{c1} = \frac{h_{c1}}{\sin \alpha} = \frac{14,25}{0,707} = 20,15 \text{ m}$$

$$\omega_1 = 148,5 \text{ m}^2$$

$$J_1 = \frac{b}{12} \cdot \left(\frac{t}{\sin \alpha} \right)^3 = \frac{6}{12} \cdot \left(\frac{17,25}{0,707} \right)^3 = 0,5 \cdot 14524,7 = 7262,38$$

$$Z_{d1} = 20,15 + \frac{7262,68}{20,15 \cdot 148,5} = 22,57m$$

9) Pastki b'efdagi bosim markazini aniqlaymiz.

$$Z_{d2} = Z_{c2} + \frac{J}{Z_{c2} \cdot \omega_2} = 8,13 + \frac{2151,8}{8,13 \cdot 97,6} = 10,84m$$

$$Z_{c2} = \frac{h_{c2}}{\sin \alpha} = \frac{5,75}{0,707} = 8,13m$$

$$\omega_2 = 97,6m^2$$

$$J = \frac{b}{12} \cdot \left(\frac{h_2}{\sin}\right)^3 = \frac{6}{12} \cdot \left(\frac{11,5}{0,707}\right)^3 = 0,5 \cdot 4303,6 = 2151,8m$$

10) Umumiy ta'sir etayotgan GBK ning qo'yilish nuqtasini aniqlash uchun A nuqtaga nisbatan moment olamiz.

$$\begin{aligned} \sum M_0 &= 0 \\ P_{um}l &= P_1 \cdot [Z_{d1} - (\frac{h_1 - t}{\sin \alpha})] - P_2 \cdot [Z_{d2} + (\frac{t - h_2}{\sin \alpha})] \\ l &= \frac{F_1 \cdot [Z_{d1} - (\frac{h_1 - t}{\sin \alpha})] - F_2 \cdot [Z_{d2} + (\frac{t - h_2}{\sin \alpha})]}{F_{um}} \\ &= \frac{21161,25 \cdot [22,57 - (\frac{23,5 - 17,25}{0,707})] - 5612 \cdot [10,84 + (\frac{17,25 - 11,5}{0,707})]}{15549,25} \\ &= \frac{21161,25 \cdot 13,73 - 5612 \cdot 18,97}{15549,25} = \frac{184084,32}{15549,25} = 11,83m \end{aligned}$$

$$l = 11,83m.$$

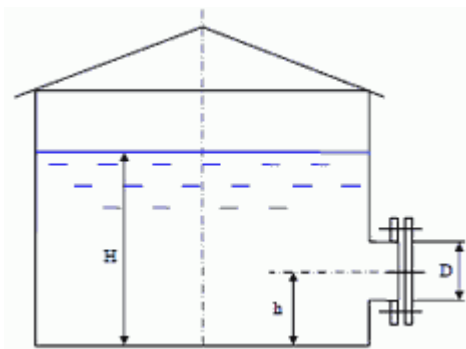
11) Shitni qo'zg'atuvchi T kuchni aniqlash uchun A nuqtaga nisbatan moment olamiz.

$$\begin{aligned} \sum M_0 &= 0 \\ T \cdot \frac{t}{\sin \alpha} - P_{um} \cdot l - G \cdot \frac{t}{2 \cdot \sin \alpha} &= 0 \\ T &= \frac{P_{um} \cdot l - G \cdot \frac{t}{2 \cdot \sin \alpha}}{\frac{t}{\sin \alpha}} = \frac{15549,25 \cdot 11,83 - 100 \cdot \frac{17,25}{2 \cdot 0,707}}{\frac{17,25}{0,707}} \\ &= \frac{183947,62 - 1219,94}{24,398} = 7489,4kN \end{aligned}$$

Javob: **P₁ = 21161.25 kN** **P₂ = 5612 kN**

8 – Masala. Rezervuarga zichligi $\rho = 860 \text{ kg/ m}^3$ bo'lgan kerosin quyilgan. Kerosin chuqurligi $H = 8 \text{ m}$ rezervuar tubigacha. $h = 0.5 \text{ m}$. Qopqoq diametri $D =$

0.75 m ,va u $n = 12$ dona bolt bilan qotirilgan. Ruxsat etilgan kuchlanish $\sigma = 700 \text{ kg/m}^2 = 70 \text{ MPa}$ boltlar diametrini aniqlang.



Berilgan:

$$H = 8 \text{ m}$$

$$h = 0.5 \text{ m}$$

$$\gamma = 8.6 \text{ kN/m}^3$$

$$D = 0.75 \text{ m}$$

$$n = 12$$

$$\sigma = 700 \text{ kg/sm}^2$$

$$d = ?$$

1) Qopqoqning og'irlik markazidagi bosimni aniqlaymiz.

$$p_c = \gamma \cdot h_c = \gamma \cdot (H - h) = 8,6 \cdot (8 - 0,5) = 0,86 \cdot 7,5 = 64,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

2) Yuzasini aniqlaymiz.

$$\omega = \frac{\pi d^2}{4} = 0,785 \cdot 0,75^2 = 0,44 \text{ m}^2$$

3) Ta'sir etayotgan GBK ni aniqlaymiz.

$$P = p_c \cdot \omega = 64,5 \cdot 0,44 = 28,48 \text{ kN}$$

4) Kuchni boltlarga taqsimlaymiz.

$$Q = \frac{P}{n} = \frac{28,48}{12} = 2,37 \text{ kN} = 237 \text{ kgk}$$

5) Cho'zilish va siqilish defarmatsiyasiga asosan, ruxsat etilgan kuchdan foydalanib boltlar diametrini aniqlaymiz.

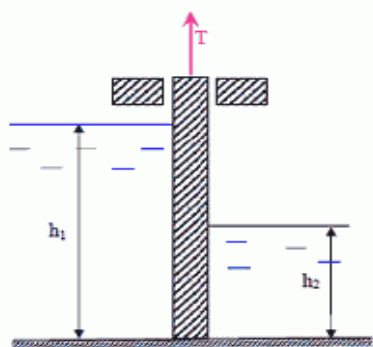
$$G = \frac{Q}{\omega_b} \leq [G]$$

$$\omega_b = \frac{Q}{[G]}; \omega_b = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$d = \sqrt{\frac{Q}{[G]} \cdot \frac{4}{\pi}} = \sqrt{\frac{237}{700} \cdot \frac{4}{3,14}} = 0,65 \text{ sm}$$

$$d \geq 0,65 \text{ sm} = 6,5 \text{ mm}$$

9 – Masala. Suvni to'sib turgan zatvorning o'lchamlari: bo'yi $a = 4 \text{ m}$, eni $b = 2 \text{ m}$ va qalinligi $c = 0.2 b$ chap tomonidagi suvning chuqurligi $h_1 = 3 \text{ m}$, o'ng tomonidagi suvning chuqurligi $h_2 = 1.5 \text{ m}$. Zatvor metaldan tayyorlangan $\gamma_m = 75 \text{ kN/m}^3$. Ishqalanish koeffitsiyenti $f = 0.4$. Suvning solishtirma og'irligi $\gamma = 10 \text{ kg/m}^3$ bo'lsa zatvorni ko'taruvchi dastlabki kuch T ni aniqlang?



Berilgan:

$$a = 4 \text{ m}, b = 2 \text{ m}, c = 0.2b$$

$$h_1 = 3 \text{ m}, \quad h_2 = 1.5, \\ \gamma_m = 75 \text{ kN/m}^3 \\ f = 0.4$$

$$T = ?$$

1) Chap tomondan zatvorning og'irlik markazidagi bosimni aniqlaymiz.

$$p_{c1} = \gamma \cdot h_c = \gamma \cdot \frac{h_1}{2} = 10 \cdot \frac{3}{2} = 10 \cdot 1.5 = 15 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

2) Yuzasini aniqlaymiz.

$$\omega_1 = h_1 \cdot b = 3 \cdot 2 = 6 \text{ m}^2$$

3) Ta'sir etayotgan GBK ni aniqlaymiz.

$$P_1 = p_{c1} \cdot \omega_1 = 15 \cdot 6 = 90 \text{ kN}$$

4) O'ng tomondan shitning og'irlik markazidagi bosimni aniqlaymiz,

$$p_{c2} = \gamma \cdot h_{c2} = \gamma \cdot \frac{h_2}{2} = 10 \cdot \frac{1.5}{2} = 10 \cdot 0.75 = 7.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

5) Yuzasini aniqlaymiz.

$$\omega_2 = h_2 \cdot b = 1.5 \cdot 2 = 3 \text{ m}^2$$

6) Ta'sir etayotgan GBK ni aniqlaymiz.

$$P_2 = p_{c2} \cdot \omega_2 = 7.5 \cdot 3 = 22.5 \text{ kN}$$

7) Zatvorning og'irlik kuchini aniqlaymiz.

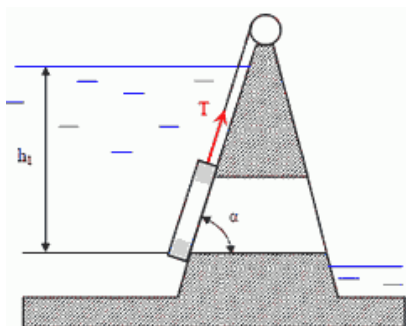
$$G = \gamma_m \cdot W = \gamma_m \cdot a \cdot b \cdot 0.2b = 75 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 0.2 \cdot 2 = 75 \cdot 3.2 = 240 \text{ kN}$$

8) Zatvorni ko'taruvchi T kuchni aniqlaymiz.

$$T \geq G + (F_1 + F_2) \cdot f = 240 + (90 + 22.5) \cdot 0.4 = 240 + 45 = 285$$

Javob : $T \geq 285 \text{ kN} = 28.5 \text{ Tk}$

10 – Masala. To'g'onda suvning chiqish qismini to'sib turuvchi shitning balandligi $a = 2 \text{ m}$, eni $B = 1.6 \text{ m}$, qalinligi $c = 0.25b$, $\alpha = 60^\circ$. Shitning pastki qismigacha bo'lgan chuqurlik $h_1 = 10 \text{ m}$, shitning massasi $m = 2 \text{ t}$, $f = 0.3$ suvning solishtirma og'irligi $\gamma = 10 \text{ kN/m}^3$ bo'lsa shitni ko'taruvchi T kuchni aniqlang?



Berilgan:

$$h_1 = 10 \text{ m}, \quad a = 2 \text{ m}, \quad b = 1.6 \text{ m}, \quad c = 0.25b \\ \alpha = 60^\circ \quad m = 2 \text{ T} \quad f = 0.3 \quad \gamma = 10 \text{ kN/m}^3 = 1 \text{ Tk/m}^3 \\ \underline{\hspace{10em}} \\ T = ?$$

Yechish:

1) Shitning 0 og'irlik markazidagi bosimni aniqlaymiz.

$$P_c = \gamma \cdot h_c = \gamma \cdot \left(h_1 - \frac{a}{2} \right) = 1 \cdot \left(10 - \frac{2}{2} \right) = 1 \cdot 9 = 9 \cdot \frac{\text{Tk}}{\text{m}^2}$$

2) Yuzasini aniqlaymiz.

$$\omega = \frac{\alpha}{\sin \alpha} \cdot b = \frac{2}{0,866} \cdot 1,6 = 3,7m^2$$

3) Shitga ta'sir etayotgan GBK ni aniqlaymiz.

$$F = P_c \cdot \omega = 9 \cdot 3,7 = 33,25Tk$$

4) Shitni ko'taruvchi kuch Arximed kuchini aniqlaymiz.

$$P_A = \gamma \cdot W = \gamma \cdot a \cdot b \cdot 0,25b = 1 \cdot 2 \cdot 1,6 \cdot 0,4 = 1,28Tk$$

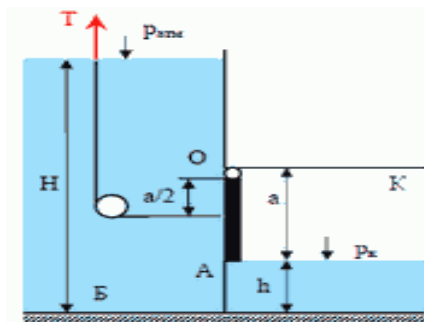
5) Shitni yuqoriga ko'taruvchi T kuchni aniqlaymiz.

$$T \geq m \cdot \cos \alpha + F \cdot f - P_A = 2 \cdot 0,5 + 33,25 \cdot 0,3 - 1,28 = 1 + 9,975 - 1,28 = 9,7Tk$$

Javob: $T \geq 9,7Tk = 97kN = 97000N$

11 – Masala. B Rezervuardan suvni chiqarish uchun A zatvorni ochish uchun kerak bo'lgan T kuchni aniqlang. O'lchamlari: eni $b = 0.6$ m, balandligi $a = 1.2$ m. Suvning chuqurligi $H = 10$ m. Kameradagi bosim $P_k = 0.01at = 1000$ Pa, $h = 0.8$ m

Berilgan



$$\begin{aligned} a &= 1.2 \text{ m} \\ b &= 0.6 \text{ m} \\ H &= 10 \text{ m} \\ h &= 0.8 \text{ m} \\ P_k &= 0.01 at = 1kN/m^2 \\ \gamma &= 10 \text{ kN/m}^3 \\ T &= ? \end{aligned}$$

Yechish:

1) Zatvorning og'irlik markazidagi bosimni aniqlaymiz.

$$P_c = P_{at} + \gamma \cdot h_c = P_{at} + \gamma \cdot (H - h - \frac{a}{2}) = 100 + (10 - 0,8 - \frac{1,2}{2}) = 100 + 10 \cdot 8,6 = 186 \frac{kN}{m^2}$$

2) Yuzasini aniqlaymiz.

$$\omega = ab = 1,2 \cdot 0,6 = 0,72m^2$$

3) Ta'sir etayotgan GBK ni aniqlaymiz.

$$F = P_c \cdot \omega - P_k \cdot \omega = (P_c - P_k) \cdot \omega = (186 - 1) \cdot 0,72 = 185 \cdot 0,72 = 133,2kN$$

4) Bosim markazini aniqlaymiz.

$$h_d = h_c + \frac{J}{h_c \cdot \omega}$$

$$J = \frac{b \cdot a^3}{12} = \frac{0,6 \cdot 1,2^3}{12} = 0,0864$$

$$h_c = 8,6m; \omega = 0,72m^2$$

$$h_d = 8,6 + \frac{0,0864}{8,6 \cdot 0,72} = 8,61m$$

5) T kuchini aniqlash uchun O nuqtaga nisbatan moment olamiz.

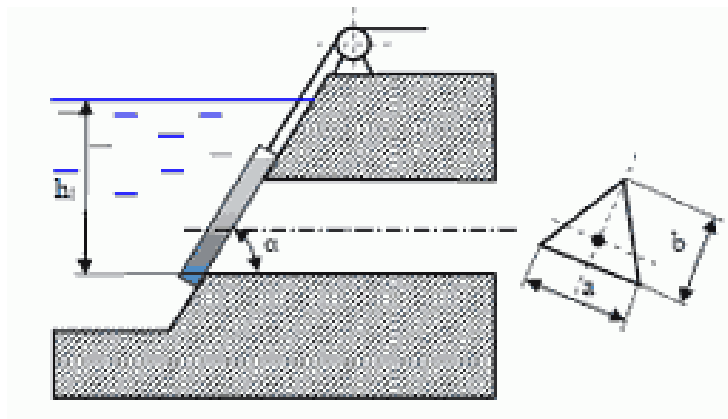
$$\sum M_O = 0$$

$$T \cdot \frac{a}{2} - F \cdot (h_d - H - h - a) = 0$$

$$T = \frac{F \cdot (h_d - H - h - a) \cdot 2}{a} = \frac{133,2 \cdot (8,61 - 8)}{1,2} = \frac{133,2 \cdot 0,61}{1,2} = 67,26kN$$

Javob: $T \geq 135,4kN = 13,54Tk$

12 – Masala. Uchburchak shaklidagi suv tashlama zatvorning asosi $a = 12m$, balandligi $b = 1.5m$, qiyaligi $\alpha = 45^\circ$, suvning chuqurligi $h = 9.5m$ $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ bo'lsa zatvorga ta'sir etayotgan GBK va bosim markazini aniqlang.



Berilgan

$$h = 9.5 \text{ m}$$

$$a = 1.2 \text{ m}$$

$$b = 1.5 \text{ m}$$

$$\alpha = 45^\circ$$

$$\gamma = 10 \text{ kN/m}^3$$

$$F = ? \quad h_d = ?$$

Yechish:

1) Zatvorning og'irlik markazidagi bosimni aniqlaymiz.

$$P_c = \gamma \cdot \left(h - \frac{b}{3} \cdot \sin \alpha \right) = 10 \cdot \left(9,5 - \frac{1,5}{3} \cdot 0,707 \right) = 10 \cdot 9,14 = 91,4 \frac{kN}{m^2}$$

2) Yuzasini aniqlaymiz.

$$\omega = \frac{a \cdot b}{2} = \frac{1,2 \cdot 1,5}{2} = 0,9m^2$$

3) Ta'sir etayotgan GBK ni aniqlaymiz

$$F = P_c \cdot \omega = 91,4 \cdot 0,9 = 82,26kN$$

4) Bosim markazini aniqlaymiz.

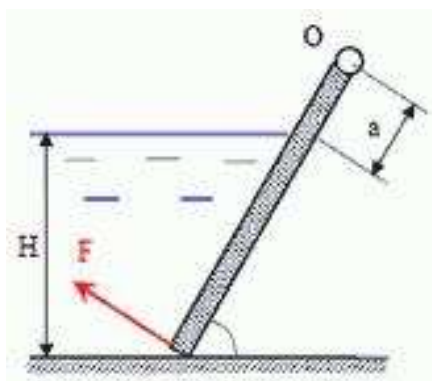
$$Z_d = Z_c + \frac{J}{Z_c \cdot \omega}$$

$$Z_c = \frac{h_c}{\sin \alpha} = \frac{0,14}{0,707} = 0,198m$$

$$\omega = 0,9m^2$$

Javob: $F = 82,26kN$

13 – Masala. O o‘q atrofida aylanuvchi shitni ko‘taruvchi kuch F ni aniqlang. Shitning og‘irligi hisobga olinmasin. Shitning eni $b=1.25m$, suvning chuqurligi $H=1.5m$, $a = 0.2 m$, $\alpha = 60^{\circ}$.



Berilgan:

$$\begin{aligned} \gamma &= 10 \text{ kN/m}^3 & H &= 1.5 \text{ m} \\ b &= 1.25 \text{ m} & a &= 0.2 \text{ m} \\ \alpha &= 60^{\circ} \\ Q &= ? \end{aligned}$$

Yechish:

1) Shitning og‘irlik markazidagi bosimni aniqlaymiz.

$$P_c = \gamma \cdot h_c = \gamma \cdot \frac{H}{2} = 10 \cdot \frac{1,5}{2} = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

2) Yuzasini aniqlaymiz.

$$\omega = \frac{H}{\sin \alpha} \cdot b = \frac{1,5}{0,866} \cdot 1,25 = 2,16 \text{ m}^2$$

3) Ta’sir etayotgan GBK ni aniqlaymiz.

$$F = P_c \cdot \omega = 7,5 \cdot 2,16 = 16,2 \text{ kN}$$

4) Bosim markazini aniqlaymiz.

$$Z_d = h_c + \frac{J}{h_c \cdot \omega}$$

$$Z_c = 0,866 \text{ m}; \omega = 2,16 \text{ m}^2$$

$$J = \frac{b}{12} \cdot \left(\frac{H}{\sin \alpha} \right)^3 = \frac{1,25}{12} \cdot \left(\frac{1,5}{0,866} \right)^3 = 0,54$$

$$Z_d = 0,866 + \frac{0,54}{0,75 \cdot 2,16} = 1,21 \text{ m}$$

5) Q kuchni aniqlash uchun O nuqtaga nisbatan moment olamiz.

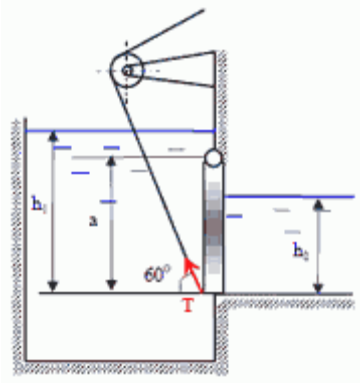
$$\sum m_0 = 0$$

$$Q \cdot \left(\frac{H}{\sin \alpha} \cdot a \right) - F \cdot (Z_d + a) = 0$$

$$Q = \frac{F \cdot (Z_d + a)}{\left(\frac{H}{\sin \alpha} \cdot a \right)} = \frac{16,2 \cdot (1,21 + 0,2)}{\left(\frac{1,5}{0,866} + 0,2 \right)} = \frac{22,84}{1,93} = 11,86 \text{ kN}$$

Javob: $Q \geq 11,83 \text{ kN} = 1,18 \text{ Tk}$

14 – Masala. Rezervuarda suvni to‘shib turgan shitning o‘lchamlari $a = 3m$, $b = 4m$. Chap tomondagi suvning chuqurligi $h_1 = 5m$, o‘ng tomonda esa $h_2 = 2m$. Suvning solishtirma og‘irligi $\gamma = 10 \text{ kN/m}^3$. Shit O nuqtadagi sharnir atrofida aylanadi. Shitni dastlabki ko‘taruvchi kuch T ni aniqlang.



Berilgan:

$$\begin{aligned} h_1 &= 5 \text{ m} \\ h_2 &= 2 \text{ m} \\ a &= 3 \text{ m} \\ b &= 4 \text{ m} \\ \gamma &= 10 \text{ kN/m}^3 \\ \alpha &= 60^\circ \\ T &=? \end{aligned}$$

Yechish:

- 1) Dastlabki rezervuarining chap tomonidan shitning og‘irlik markazidagi bosimni aniqlaymiz.

$$P_c = \gamma \cdot h_c = \gamma \cdot \left(h_1 - \frac{a}{2}\right) = 10 \cdot \left(5 - \frac{3}{2}\right) = 10 \cdot 3,5 = 35 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

- 2) Yuzasini aniqlaymiz.

$$\omega = a \cdot b = 3 \cdot 4 = 12 \text{ m}^2$$

- 3) Ta’sir etayotgan GBK ni aniqlaymiz.

$$F_1 = P_c \cdot \omega = 35 \cdot 12 = 420 \text{ kN}$$

- 4) Bosim markazini aniqlaymiz.

$$h_{d1} = h_c + \frac{J_{ox}}{h_c \cdot \omega}$$

$$h_c = 3,5 \text{ m}$$

$$J_{ox} = \frac{b \cdot a^3}{12} = \frac{4 \cdot 3^3}{12} = \frac{108}{12} = 9$$

$$h_{d1} = 3,5 + \frac{9}{3,5 \cdot 12} = 3,71 \text{ m}$$

- 5) O‘ng tomondan shitning og‘irlik markazidagi bosimni aniqlaymiz.

$$P_c = \gamma \cdot h_c = \gamma \cdot \frac{h_2}{2} = 10 \cdot \frac{2}{2} = 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

- 6) Yuzasini aniqlaymiz.

$$\omega = h_2 \cdot b = 2 \cdot 4 = 8 \text{ m}^2$$

- 7) Ta’sir etayotgan GBK ni aniqlaymiz

$$F_2 = P_c \cdot \omega = 10 \cdot 8 = 80 \text{ kN}$$

- 8) Bosim markazini aniqlaymiz.

$$h_{d2} = h_c + \frac{J_{ox}}{h_c \cdot \omega}$$

$$h_c = 1m; \omega = 8m^2$$

$$J_{ox} = \frac{b \cdot h_2^3}{12} = \frac{4 \cdot 8^3}{12} = \frac{32}{12} = 2,66$$

$$h_{d2} = 1 + \frac{2,66}{1 \cdot 8} = 1,33m$$

9) T kuchni aniqlash uchun sharnir turgan 0 nuqtaga nisbatan moment olamiz.

$$\sum M_0 = 0$$

$$T \cdot a \cdot \cos 60^\circ - F_1 \cdot [h_{d1} - (h_1 - a)] + F_2 \cdot [h_{d2} + (a - h_2)] = 0$$

Bundan:

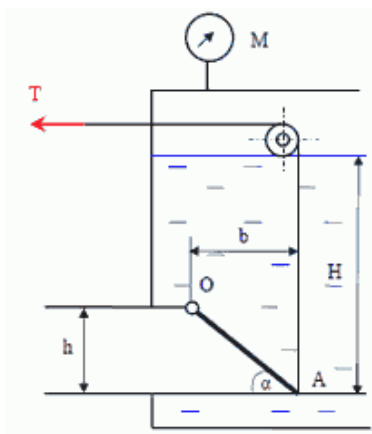
$$T = \frac{F_1 \cdot [h_{d1} - (h_1 - a)] - F_2 \cdot [h_{d2} + (a - h_2)]}{a \cdot \cos 60^\circ} = \frac{420 \cdot [3,71 - (5 - 3)] - 80 \cdot [1,33 + (3 - 2)]}{3 \cdot 0,5}$$

$$= \frac{420 \cdot 1,71 - 80 \cdot 2,33}{1,5} = \frac{531,8}{1,5} = 354,53kN$$

Javob: $T = 354,53kN$

Mustaqil yechishga doir masalalar:

15 – Masala. Rezervuardan benzinni kvadrat quvur ($h = 0.3m$) ga chiqish qismida qiya joylashgan AO klapan to'sib turibdi. Qiyalik $\alpha = 45^\circ$. Benzin chuqurligi $H = 0.85$ m, benzin zichligi $\rho = 700$ kg/m^3 , benzin rezervuaridagi manometrning ko'rsatgichi $M = 0.05kg/m^2 = 5000$ $Pa = 50kN/m^2$. Trossdagi kuchlanish T ni aniqlang.



Berilgan

$$H = 0.85$$
 m

$$h = 0.3$$
 m

$$\alpha = 45^\circ$$

$$P_M = 50$$
 kN/m^2

$$\gamma = 7$$
 kN/m^3

$$T = ?$$

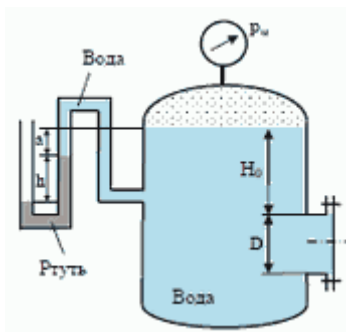
Javob: $T = 4.55$ kN

16 – Masala. Ikki qismga ajralgan rezervuar o'rtasiga kvadrat shakildagi $a \times a = 0.6 \times 0.6$ m^2 shit(darvoza) quyilgan. O'ng tomondagi suvning sathi $H_1 = 2$ m, ga etishi bilan shit avtomatik tarzda ochilishi uchun sharnir berilgan o'qdan qancha masofada- x bo'lishi kerak? Chap tomondagi suv sathi o'zgarmas $H_2 = 1$ m. Sharnirdagi reaksiya kuchini R_0 aniqlang.

Javob: $X = 0.29$ m ; $R_0 = 3.6$ kN

17 – Masala. Diametri $D = 1m$ bo‘lgan qopqoqqa ta’sir etayotgan GBK ni quyidagi holatlarda aniqlang.

- a) Manometr ko‘rsatgichi $P_m = 0.08 MPa$ $H_0 = 15.m$.
 b) Vakuummetr simob ko‘rsatgichi $h = 73.5 mm$ $a = 1m$ $\rho_{sim} = 13600kg/m^3$
 $H_0 = 1.5 m$.



Berilgan

$H_0 = 1.5 m$

$D = 1 m$

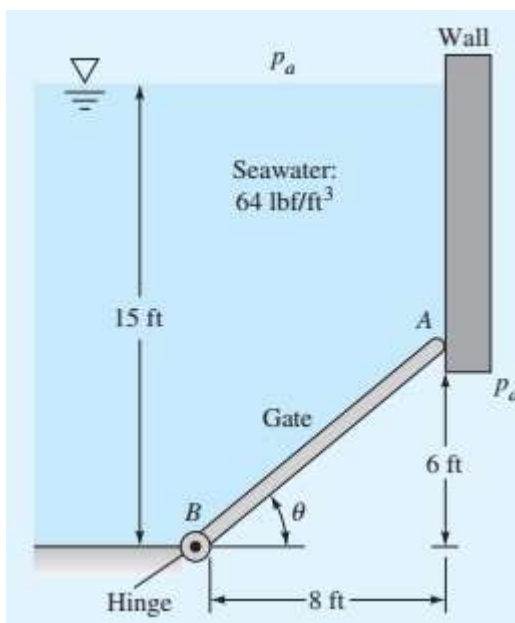
$P_M = 80 kN/m^2$

$\gamma = 10 kN/m^3$

Javob: $F = 0$

16-masala.

Rasmdagi darvoza kengligi 5 fut bo‘lib, B nuqtasida qo‘zg‘almas sharner va A nuqtada esa silliq devorga tayanadi. (A) dengiz suvining bosimi tufayli darvoza ustidagi bosim kuchni, (b) devorning A nuqtasidagi gorizontal ta'sir etuvchi kuchini va (v) B nuqtadagi momentni hisoblang.



Geometriyaga ko'ra, darvoza A dan B gacha 10 fut uzunlikda va uning markaziy qismi yarmida yoki B nuqtasidan 3 fut balandlikda joylashgan. Shunday qilib, h_{CG} chuqurligi $15-3 = 12$ fut. Darvoza maydoni $5(10) = 50$ fut². Darvozaning har ikki tomonida bir xilda atmosfera bosimi P_a ta'sir qilyapti. (2.26) tenglamaga asosan darvoza ustidagi gidrostatik kuch:

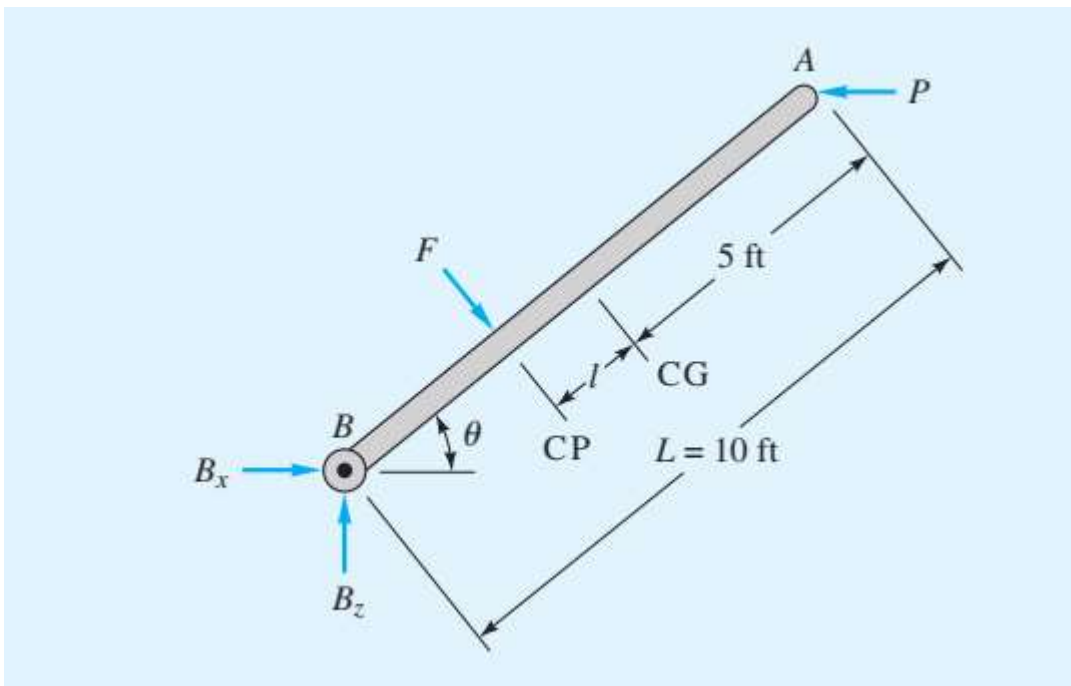
$$F = p_{CG}A = \gamma h_{CG}A = (64 \text{ lbf/ft}^3)(12 \text{ ft})(50 \text{ ft}^2) = 38,400 \text{ lbf}$$

Avval F ning bosim markazini topishimiz kerak. Darvoza to'rtburchaklar, shuning uchun:

$$I_{xy} = \frac{bL^3}{12} = \frac{(5 \text{ ft})(10 \text{ ft})^3}{12} = 417 \text{ ft}^4$$

P_a hisobga olinmagani uchun CG dan CP gacha bo'lgan l masofa tenglama (2.29) tenglama orqali topiladi:

$$l = -y_{CP} = + \frac{I_{xx} \sin \theta}{h_{CG}A} = \frac{(417 \text{ ft}^4) \left(\frac{6}{10}\right)}{(12 \text{ ft})(50 \text{ ft}^2)} = 0.417 \text{ ft}$$



B nuqtadan F kuchigacha bo'lgan masofa $10-5 = 4.583$ fut ni tashkil qiladi. B nuqta momentlarni soat yo'nalish bo'yicha:

$$PL \sin \theta - F(5 - l) = P(6 \text{ ft}) - (38400 \text{ lbf})(4.583 \text{ ft}) = 0$$

$$P = 29300 \text{ lbf}$$

F va P ma'lum bo'lganda, B_x va B_z ta'sir etuvchilari darvozadagi kuchlarni yig'ish orqali topiladi:

$$\sum F_x = 0 = B_x + F \sin \theta - P = B_x + 38400 \text{ lbf}(0.6) - 29300 \text{ lbf}$$

$$B_x = 6300 \text{ lbf}$$

$$\sum F_z = 0 = B_z - F \sin\theta = B_z - 38400 \text{ lbf}(0.8)$$
$$B_z = 30700 \text{ lbf}$$

4-BO'LIM. EGRI SIRTLARGA TA'SIR QILUVSHI BOSIM

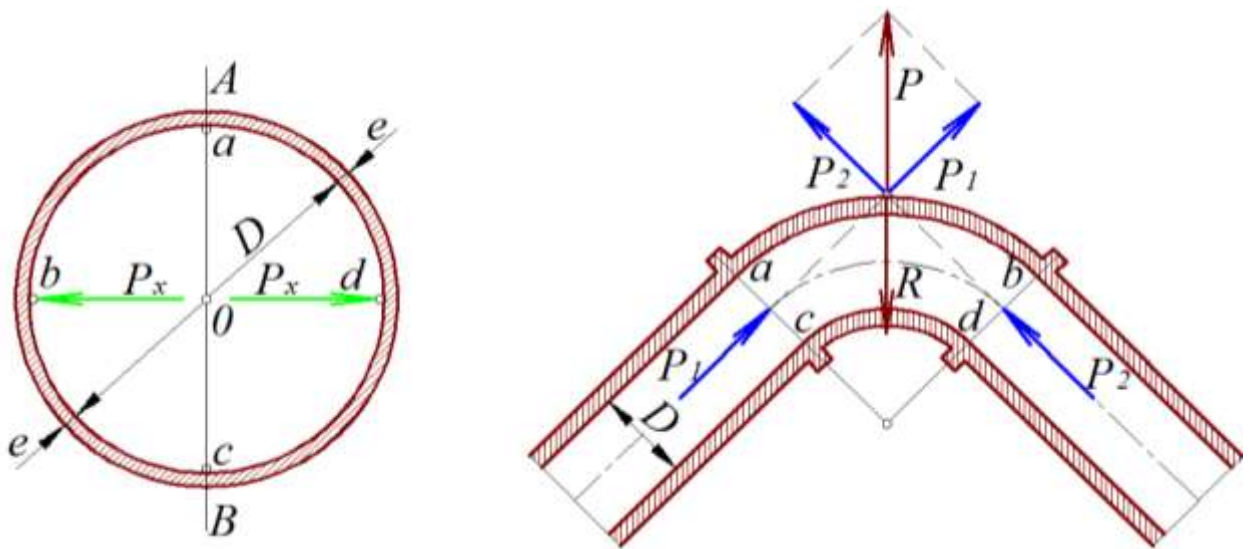
Amaliyotda egri sirlarga ta'sir qiluvshi bosim kuchini aniqlash kerak bo`ladi. Quyidagi fotosuratlarda egri sirtga ta'sir etayotgan kuchni hisoblash asosida loyihalanadigan va quriladigan inshootlardan namunalar keltirilgan.



Egri sirtli gidrotexnik inshootlar (to'g'onlar)



Egri sirtli darvozalar



4.1-rasm. Aylana shakldagi quvurlar

4.1. Hidrostatik bosim kuchining silindrik sirtga ta'sirini hisoblash

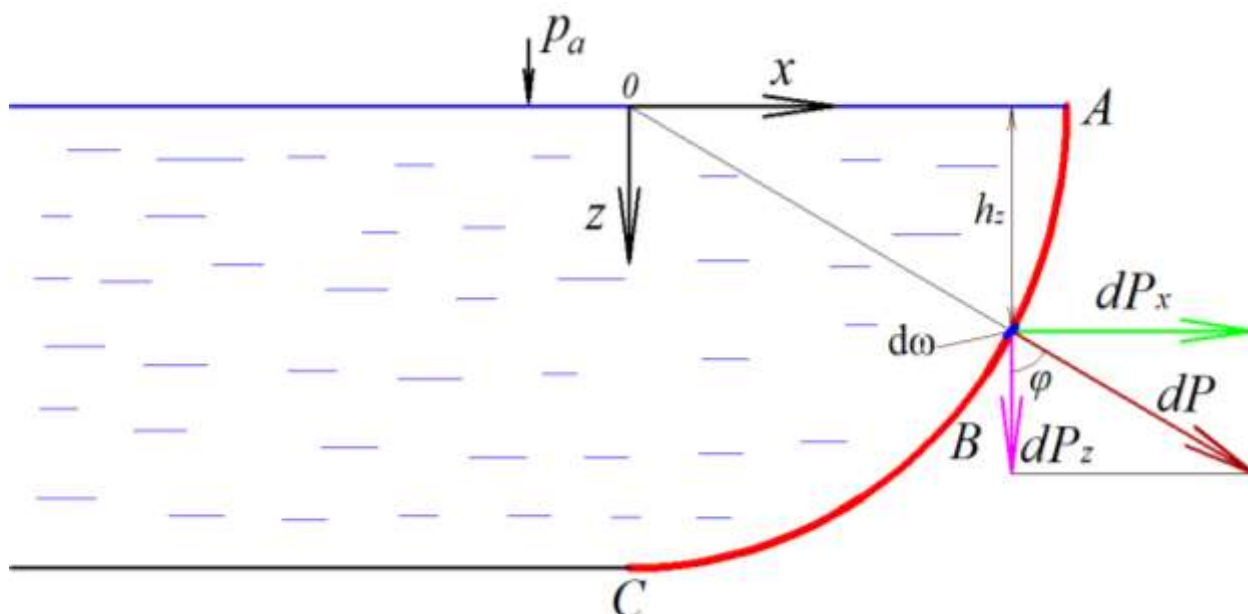
Texnikada ba'zi hollarda egri sirtga tushadigan bosimni topish talab etiladi. Umumiy holda egri sirtlarga ta'sir etuvchi gidrostatik bosim kuchi quyidagicha aniqlanadi:

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2}$$

Silindrik egri sirtga ta'sir etuvchi GBK

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_z^2}$$

Silindrik sirtga ta'sir etayotgan GBK ni hisoblashning analitik usulini qarab chiqamiz. Buni topish ushun 4.2- rasmdan foydalanamiz. Egri sirtga tushadigan bosim shegirma va gidrostatik bosim kushlari yig'indisidan iborat:



4.2-rasm. Silindrik sirtga ta'sir etayotgan GBK ning hisoblashga doir

Kishkina yuzaga tushadigan bo'lgan bosim yuqorida ko'rganimizdek quyidagisha ifodalanadi:

$$dP = \gamma d\omega.$$

Kuchning gorizontal tashkil etuvchisi:

$$dP_x = dP \sin \varphi = \gamma h_z d\omega \sin \varphi;$$

Kuchning vertikal tashkil etuvchisi:

$$dP_z = dP \cos \varphi = \gamma h_z d\omega \cos \varphi;$$

Kuchning gorizontal tashkil etuvchisi

$$\int_{\omega} dP_x = \int_{\omega} \gamma h_z d\omega \sin \varphi$$

$$P_x = \gamma \sin \varphi \int_{\omega} h_z d\omega = \gamma h_c \omega \sin \varphi$$

$\omega \sin \varphi = \omega_z$ - egri sirt proeksiyasining yuzasi.

Bu formula tekis sirlarga tushadigan bosimni hisoblash formulasiga o'xshaydi va undan faqat ω_z yuza egri sirtning yOz tekislikdagi proyeksiyasi ekanligi bilan farq qiladi.

Kuchning vertikal tashkil etuvchisi

$$\int_{\omega} dP_z = \int_{\omega} \gamma h_z d\omega \cos \varphi = \gamma \mathcal{W}_{\bar{\omega}_m}$$

$$P_z = \gamma \mathcal{W}_{\bar{\omega}_m}$$

V_{BT} - bosim tanasining hajmi;

$$P_z = \gamma \mathcal{W}_{\bar{\omega}_m} = G_{\bar{\omega}_m}$$

Shunday qilib, egri sirtga tushadigan bosimning vertikal tashkil etuvchisi bosuvshi jism hajmi bilan suyuqlik solishtirma og'irligining ko'paytmasiga teng.

Kuchning vertikal tashkil etuvchisi, sirtning bosim tanasidagi suyuqlik og'irligiga teng.

Umumiy kuchni aniqlaymiz, egri sirtga tushadigan bosimning gorizontal va vertikal tashkil etuvshilari orqali uning o'zini topish mumkin:

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_z^2}$$

Demak, egri sirtga tushadigan bosim uning tashkil etuvshilari P_x va P_y ning kvadratlari yig'indisidan olingan ildizga teng ekan.

Egri sirtga tushadigan bosimning yo'nalishi quyidagi formulalar bilan aniqlanadi:

$$\alpha = \arctg \frac{P_z}{P_x}.$$

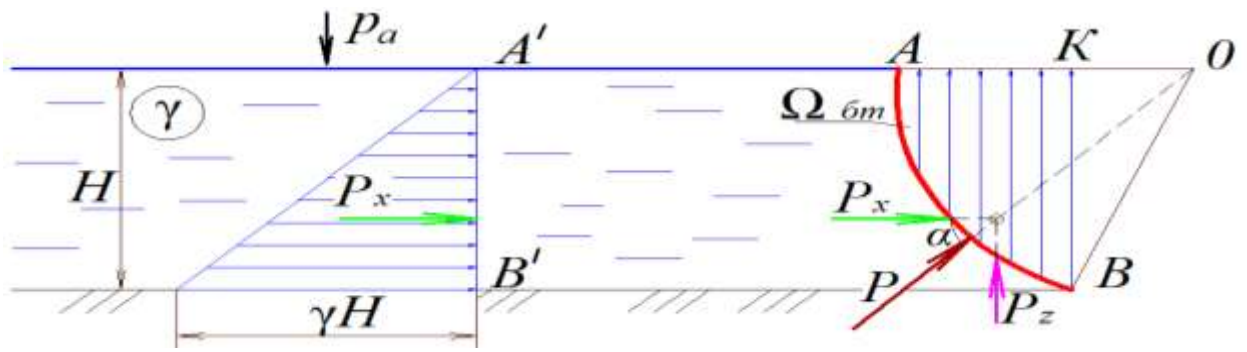
Kushning qo'yilish nuqtasi grafik usulda topiladi. U kush yo'nalishi bilan egri sirtning kesishgan nuqtasida bo'ladi.

4.2. Bosim tanasini qurish

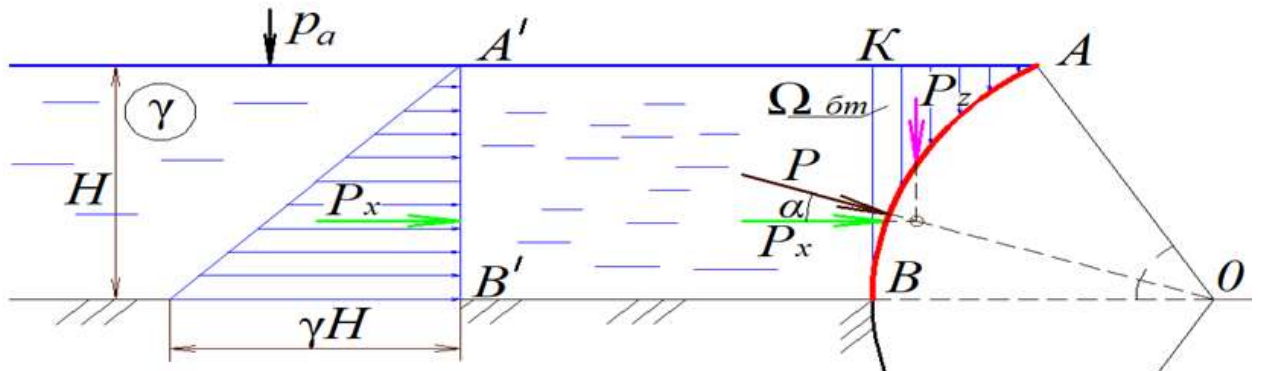
Egri sirtda bosim ikki tashkil etuvshiga ega bo'lib (4.3,4.4- rasmlar), P_x tashkil etuvchisi tekis sirtidagi kabi epyuraga ega bo'ladi. P_z ning epyurasi esa egri sirt bilan erkin sirt orasidagi soha shakliga ega bo'ladi. Teng ta'sir etuvshi kush yoki to'liq bosimning qo'yilish nuqtasi va kattaligini grafik usulda topish mumkin. Buning uchun P_x tashkil etuvshining yo'nalishini P_z ning yo'nalishi bilan kesishgunsha davom ettiramiz. Kesishgan nuqtasiga esa P_x va P_z larni keltirib qo'yamiz va parallelogramm hosil qilamiz. Uning diagonali yo'nalishini egri sirt bilan kesishgunsha davom ettirib, kesishish nuqtasiga suyuqlik tomondan hosil bo'lgan P kushni keltirib qo'yamiz *kesishish* nuqtasi bosim markazi yoki teng ta'sir etuvshi kushning qo'yilishi nuqtasi bo'ladi.

Texnikada ushraydigan sirtlar silindr, sfera va uning qismlaridan iborat bo'lishi mumkin.

Bosim tanasi – egri sirt, vertikal tekisliklar va suyuqlik sathi (yoki davomi) bilan chegaralangan hajm. Bosim tanasini aniqlashni quyidagi shakllarda qarab chiqamiz.



4.3-rasm. Bosim tanasini aniqlashga doir



4.4-rasm. Bosim tanasini aniqlashga doir

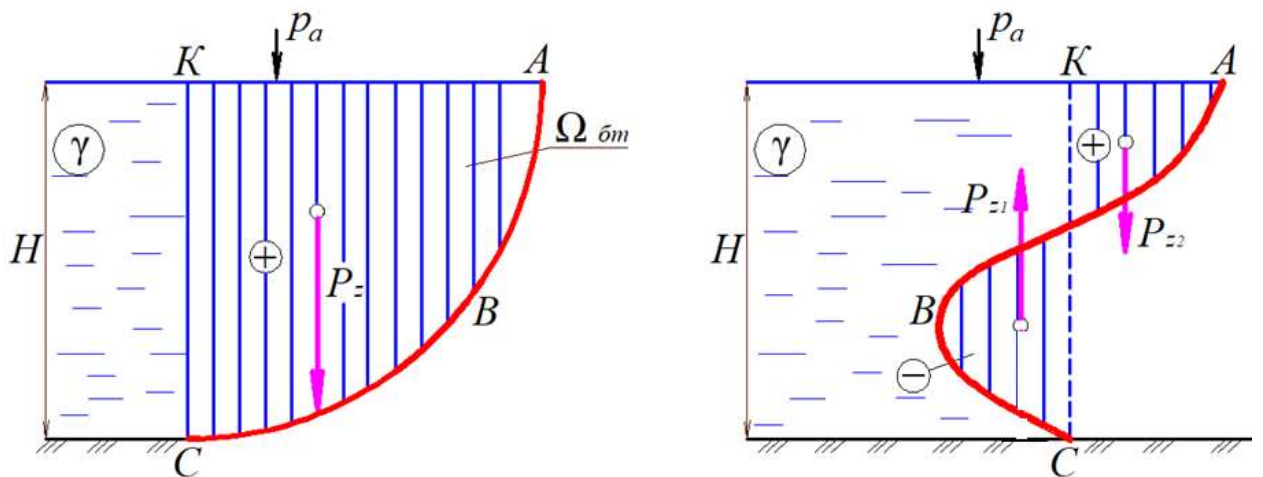
Yuqoridagilardan kelib chiqib kuchning vertikal tashkil etuvchisi:

$$P_z = \gamma V_{\delta m}$$

$$P_z = \gamma V_{\delta m} = G_{\delta m} = \gamma \Omega_{\delta m} b$$

Bu yerda: $V_{\delta m}$ - bosim tanasining hajmi; $\Omega_{\delta m}$ - bosim tanasining yuzasi;
 b - egri sirt eni.

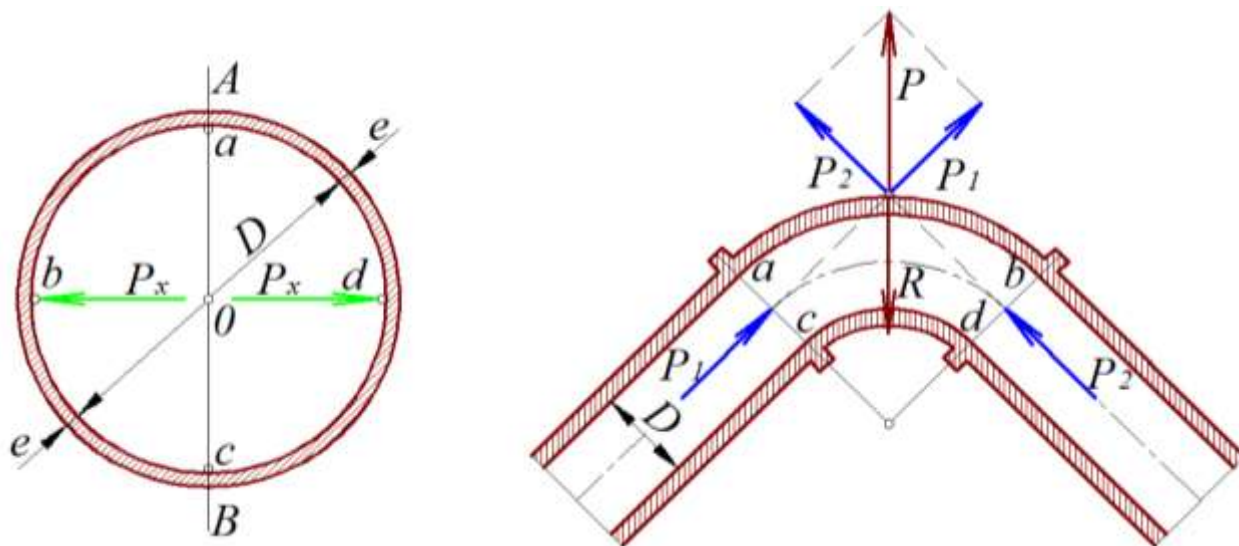
Shunday qilib kuchning vertikal tashkil etuvchisi, sirtning bosim tanasidagi suyuqlik og'irligiga teng.



4.5-rasm. Bosim tanasini qurish

4.3. Aylana shakldagi quvur ichidan ta'sir etuvchi gidrostatik bosim kuchi

Amaliyotda silindrik quvurlar devorlariga ta'sir qilayotgan gidrostatik bosim kuchini aniqlashga to'g'ri keladi.



4.6-rasm. Silindrik quvurlar devorlariga ta'sir qilayotgan gidrostatik bosim kuchini aniqlashga doir

Rasmda keltirilgan quvur devorlari gidrostatik bosim kuchi ta'sirida bo'ladi. Faraz qilamizki, quvur uzunligi - l silindrik quvurda aylananing elementar dS bo'lsin. U holda elementar yuz ldS ga teng bo'ladi.

U holda radius bo'yicha yo'nalgan elementar gidrostatik kuchi:

$$dP_r = pldS$$

Yuqoridagidan kelib chiqib, quvurga ta'sir etayotgan gidrostatik bosim kuchi:

$$P_z = p \cdot \omega_D;$$

ω_D - quvurning ko'ndalang kesimi yuzasi;

Shunday qilib, suyuqlik tomonidan silindirik quvur devoriga ta'sir etayotgan gidrostatik bosim kuchi (suyuqlik og'irligi inobatga olinmagan) quvurdagi manometrik bosimning quvur yuzasiga ko'paytmasiga teng ekan.

Quvurning devoridagi kuchlanishni - τ_o aniqlash uchun, quvur qalinligini " δ " deb belgilab quyidagi bog'lanishni yozamiz.

$$2l\delta\tau_{\delta} = P_z;$$

U holda

$$\tau_{\delta} = \frac{P_r}{\delta};$$

Bu formulaga () Mariotta formulasi deyiladi, yuqori bosimdan quvurlarning devorlaridagi kuchlanishni aniqlashda foydalaniladi.

Amaliy mashg'ulotlarga doir ko'rsatma:

1 - Masala. Vertikal holatda silindir sisterna yarimshar shaklidagi qopqoq bilan yopilgan va ichida ikki xil suyuqlik (J_1, J_2) ($\rho_1 = 1150 \text{ kg/m}^3$ va $\rho_2 = 1060 \text{ kg/m}^3$) quyilgan. Sisterna diametri $D = 2.6 \text{ m}$, silindr qismining balandligi $H = 4.5 \text{ m}$, J_1 , suyuqlik chuqurligi $H/2$, manometrik ko'rsatgichi $P_m = 0.01 \text{ MPa}$.

Aniqlang:

Berilgan;

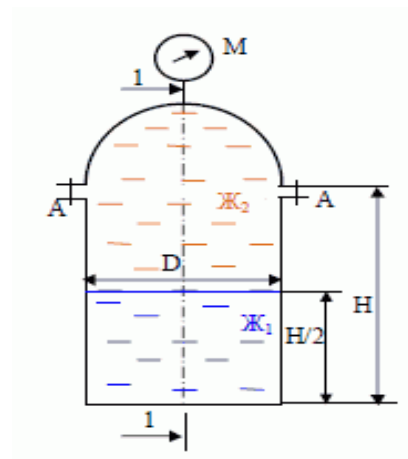
$$D = 2.6 \text{ m}$$

$$H = 4.5 \text{ m}$$

$$P_M = 10 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma_1 = 11.5 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_2 = 10.6 \text{ kN/m}^3, \underline{R = 1.3 \text{ m}},$$



4.7 - rasm

$$P_x = ? \quad P_A = ?$$

A Boltdagi kuchlanish, 1 – 1 kesimdagi GBK ning gorizantal tashkil etuvchisini.

Yechish:

1) Yarim sfera qopqoqni yuqoriga ko'taruvchi kuchni aniqlaymiz.

$$F_z = P_M \cdot \omega = P_M \cdot \frac{\pi D^2}{4} = 10 \cdot \frac{3,14}{4} \cdot 2,6^2 = 10 \cdot 5,3 = 53 \text{ kN}$$

2) A boltdagi kuchlanishni aniqlaymiz

$$P_A = \frac{F_z}{2} = \frac{53}{2} = 26,5 \text{ kN}$$

3) 1 – 1 kesimdagi gorizantal tashkil etuvchi P_x ni aniqlaymiz.

$$F_x = F_2 + F_1$$

$$F_2 = P_c \cdot \omega = (P_M + \gamma_2 \cdot h_c) \cdot \omega = [P_M + \gamma_2 \cdot (\frac{H}{2} + R)] \cdot (D \cdot \frac{H}{2} + \frac{\pi R^2}{2})$$

$$= [10 + 106 \cdot (\frac{2,25 + 1,3}{2})] \cdot (2,3 \cdot 2,25 + \frac{3,14 \cdot 1,3^2}{2}) = 28,8 \cdot 8,5 = 244,9 \text{ kN}$$

$$F_1 = P_c \cdot \omega = (P_M + \gamma_2 \cdot h + \gamma_1 h_c) \cdot \omega = [P_M + \gamma_2 \cdot (\frac{H}{2} + R) + \gamma_1 \cdot \frac{H}{2}] \cdot (D \cdot \frac{H}{2})$$

$$= [10 + 10,6 \cdot (2,25 + 1,3) + 11,5 \cdot 1,125] \cdot 2,6 \cdot 2,25 = 60,25 \cdot 5,85 = 354,5 \text{ kN}$$

$$F_x = P_2 + P_1 = 244,9 + 354,2 = 599 \text{ kN}$$

Javoblar: $F_x = 599 \text{ kN}$, $P_A = 26,5 \text{ kN}$

2 - Masala. Tubi yarim shar shaklidagi silindrik rezervuarga suv quyilgan. Agar $d = 4 \text{ m}$; $h_1 = 4 \text{ m}$; $h_2 = 2 \text{ m}$ bo'lsa:

- Rezervuar tubiga ta'sir etayotgan manometrik bosim kuchini aniqlang;
- ABC – devorga ta'sir etayotgan GBKni aniqlang.

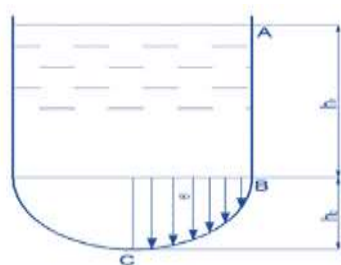
Yechish:

1. Idish tubidagi manometrik bosimni aniqlaymiz.

$$P_2 = P_a + \rho \cdot g \cdot (h_1 + h_2)$$

$$P_{2m} = P_2 - P_a \rightarrow P_a + \rho \cdot g \cdot (h_1 + h_2) - P_a = \rho \cdot g \cdot (h_1 + h_2) = 1000 \cdot 9,81 \cdot (4 + 2) = 58860 \text{ Pa} = 0,6 \text{ atm}$$

AB devorga ta'sir etayotgan GBKni aniqlaymiz.



4.8 - rasm

$$P_{AB} = P_{og(AB)} \cdot \omega_{AB} = (P_a + \rho \cdot g \cdot h_1) \cdot h_1 \cdot d = (98100 + 1000 \cdot 4) \cdot 4 \cdot 4 = 2,2 \text{ MN}$$

3. BC devorga ta'sir etayotgan GBKni P_x tashkil etuvchisini aniqlaymiz.

$$P_{x(BC)} = \frac{1}{2} \cdot P_2 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{1}{8} \cdot 156960 \cdot 3,14 \cdot 4^2 \approx 1 \text{ MN}$$

4. BC devorga ta'sir etayotgan GBKni P_z tashkil etuvchisini aniqlaymiz.

$$P_{z(BC)} = W_{B.T.} = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot r^3 = \frac{1}{3} \cdot 3,14 \cdot 2^3 = 8,37 \text{ N}$$

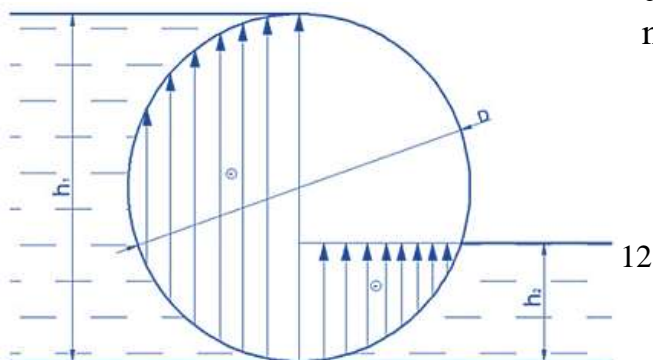
5. BC devorga ta'sir etayotgan GBK quyidagicha aniqlanadi:

$$P_{BC} = \sqrt{P_{x(BC)}^2 + P_{z(BC)}^2} = \sqrt{1000000^2 + 8,37^2} \approx 1 \text{ MN}$$

6. ABC devorga ta'sir etayotgan GBK quyidagicha aniqlanadi:

$$P_{ABC} = \sqrt{P_{AB}^2 + P_{BC}^2} = \sqrt{2,2^2 + 1,0^2} \approx 2,41 \text{ MN}$$

3 - Masala. Diametri $D = 2 \text{ m}$ va uzunligi $L = 5 \text{ m}$ bo'lgan silindrik darvozaga ta'sir etayotgan kuchning miqdori va yo'nalishini aniqlang.



Agar:

$$h_1 = 3 \text{ m};$$

$$h_2 = 1 \text{ m}$$

4.9 - rasm

Yechish:

1. P_{1x} ni quyidagicha aniqlaymiz.

$$P_{1x} = \frac{h_1 \cdot \gamma \cdot h_1}{2} = \frac{3 \cdot 9810 \cdot 3}{2} = 44145 \text{ N}$$

2. P_{1z} ni quyidagicha aniqlaymiz.

$$P_{1z} = W_{B.T.} = \frac{2}{3} \cdot \pi \cdot r^3 = \frac{2}{3} \cdot 3,14 \cdot 1^3 = 2,1 \text{ N}$$

3. P_1 ni quyidagi formula bo'yicha aniqlaymiz.

$$P_1 = \sqrt{P_{1x}^2 + P_{1z}^2} = \sqrt{44145^2 + 2,1^2} = 44145 \text{ N} \approx 44 \text{ kN}$$

4. P_{2x} ni quyidagicha aniqlaymiz.

$$P_{2x} = \frac{h_2 \cdot \gamma \cdot h_2}{2} = \frac{1 \cdot 9810 \cdot 1}{2} = 4905 \text{ N}$$

5. P_{2z} ni quyidagicha aniqlaymiz.

$$P_{2z} = W_{B.T.} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 = \frac{2}{9} \cdot 3,14 \cdot 1^3 = 0,7 \text{ N}$$

6. P_2 ni quyidagi formula bo'yicha aniqlaymiz.

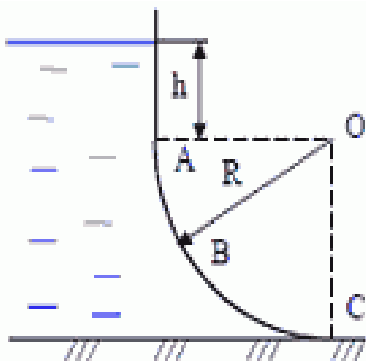
$$P_2 = \sqrt{P_{2x}^2 + P_{2z}^2} = \sqrt{4905^2 + 0,7^2} = 4905 \text{ N} \approx 5 \text{ kN}$$

7. Darvozaga ta'sir etayotgan GBKlarni qo'yilish nuqtasini aniqlaymiz.

$$a_1 = \arctg \frac{P_{1z}}{P_{1x}} = \arctg \frac{2,1}{44145} \approx 1^\circ$$

$$a_2 = \arctg \frac{P_{2z}}{P_{2x}} = \arctg \frac{0,7}{4905} \approx 1^\circ$$

4 – Masala. Silindr shaklidagi ABC egri sirtga ta'sir etayotgan GBK ning gorizantal va vertikal tashkil etuvchilarini epyuralarini quring hamda GBK ni aniqlang. Bosim markazini aniqlang. Silindr radiusi $R = 1.2 \text{ m}$, uzunligi $L = 2.0 \text{ m}$, A nuqta suv sathidan $h = 0.7 \text{ m}$, chuqurlikda.



Berilgan

$$R = 1.2 \text{ m}$$

$$L = 2.0 \text{ m}$$

$$h = 0.7 \text{ m}$$

$$\gamma = 10 \text{ kN/m}^3$$

$$F = ? \quad \alpha = ?$$

Yechish:

- 1) GBK ning gorizantal tashkil etuvchisini aniqlash uchun egri sirtni vertikal proektsiyasida bosim epyurasini chizamiz.

$$P_A = \gamma \cdot h = 10 \cdot 0,7 = 7 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$P_c = \gamma \cdot (h + R) = 10 \cdot (0,7 + 1,2) = 10 \cdot 1,9 = 1,9 \text{ kN} / \text{m}^2$$

- 2) Gorizantal tashkil etuvchi F_x bosim tanasi hajmiga teng

$$F_x = W_{er} = \frac{P_A + P_c}{2} R \cdot L = \frac{7 + 19}{2} \cdot 1,2 \cdot 2 = 31,2 \text{ kN}$$

- 3) Vertikal tashkil etuvchi F_z ni aniqlaymiz.

$$P_z = \gamma \cdot W_{BT} = 10 \cdot 3,94 = 39,4 \text{ kN}$$

$$W_{BR} = \left(\frac{\pi R^2}{4} + h \cdot R \right) \cdot L = \left(\frac{3,14 \cdot 1,2^2}{4} + 0,7 \cdot 1,2 \right) \cdot 2 = 1,97 \cdot 2 = 3,94 \text{ m}^3$$

- 4) Egri sirtga ta'sir etayotgan GBK ni aniqlaymiz.

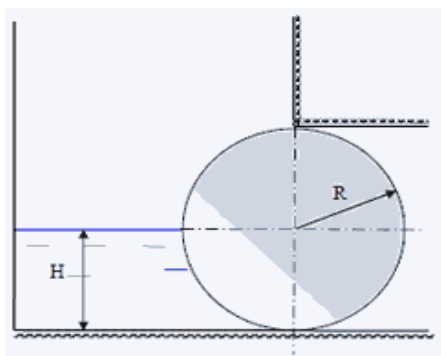
$$P = \sqrt{F_x^2 + F_z^2} = \sqrt{31,2^2 + 39,4^2} = 50,25 \text{ kN}$$

- 5) Gorizantal tekislik bilan tashkil etgan burchagini aniqlaymiz.

$$\alpha = \arctg \alpha = \frac{F_z}{F_x} = \frac{39,4}{31,2} = 1,26 = 51,62^\circ$$

Javob: $F = 50,25 \text{ kN}$; $a = 51,62^\circ$

5 – Masala. Radiusi $R = 3 \text{ m}$, eni $L = 2 \text{ m}$, bo'lgan silindr shaklidagi zatvorga ta'sir etayotgan GBK ni aniqlang. Zatvor oldidagi suv chuqurligi $H = 3 \text{ m}$.



Berilgan

$$R = 3 \text{ m}$$

$$L = 2 \text{ m}$$

$$H = 3 \text{ m}$$

$$\gamma = 10 \text{ kN/m}^3$$

$$F = ?$$

Yechish:

- 1) Zatvorga ta'sir etayotgan GBK ning gorizantal tashkil etuvchisi F_x ni aniqlaymiz.

$$F_x = P_c \cdot \omega = \gamma \cdot h \cdot \omega = \gamma \cdot \frac{H}{2} \cdot R \cdot L = 10 \cdot \frac{3}{2} \cdot 3 \cdot 2 = 15 \cdot 6 = 90 \text{ kN}$$

- 2) Vertikal tashkil etuvchi F_z kuchni aniqlaymiz.

$$F_z = \gamma \cdot W_{BT}$$

$$W_{BT} = \frac{\pi R^2}{4} \cdot L = \frac{3,14 \cdot 3^2}{4} \cdot 2 = 14,13 m^3$$

$$F_z = 10 \cdot 14,13 = 141,3 kN$$

3) Zatvorga ta'sir etayotgan umumiy GBK F ni abiqalaymiz.

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_z^2} = \sqrt{90^2 + 141,3^2} = 167,5 kN$$

4) Gorizantal tekislik bilan tashkil qiluvchi burchakni aniqlaymiz.

$$a = \arctg \alpha = \frac{F_z}{F_x} = \frac{141,3}{90} = 1,57 = 57,5^\circ$$

Javob: $F = 167,5 kN$

Mustaqil yechishga doir masalalar:

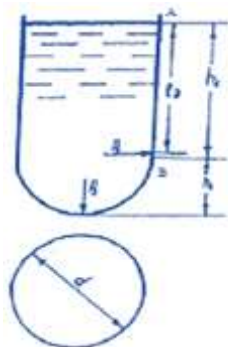
1. Tubi yarim shar shaklidagi silindrik rezervuarga neft quyilgan. Agar $d = 4,0$ m; $h_1 = 4,0$ m; $h_2 = 2$ m bo'lsa:

a) Rezervuar tubiga ta'sir etayotgan manometrik bosim kushini aniqlang;

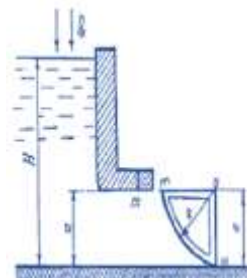
b) ABC - devorga ta'sir etayotgan gidrostatik bosim kushini aniqlang (2.39 - rasm).

2. Segmentli darvoza bilan oqim to'silgan. Darvoza oldidagi suv sathi $H = 7$ m,

$a = 3$ m, darvoza eni $b = 4$ m, radiusi $R = 4$ m. Darvozaga ta'sir etayotgan gidrostatik bosim kushini aniqlang (2.40 - rasm).



2.39 - rasm.



2.40 - rasm.

3. Benzin rezervuarining yon tomoniga o'rnatilgan qopqog'i yarim sfera shaklida Rezervuar qopqog'iga ta'sir etayotgan gidrostatik bosim kushini hisoblash kerak, agar

$H = 2,0$ m; $d = 0,5$ m; $\rho = 700$ kg/m³; $P_s = 102$ kPa bo'lsa.

5-BO'LIM. JISMLARNING SUYUQLIKDA SUZISHI

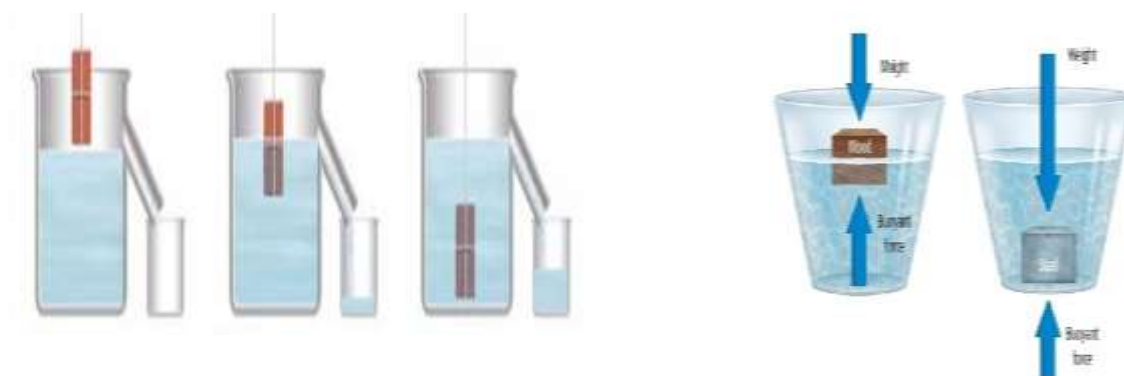
5.1 Arximed qonuni

Suyuqlikka tushirilgan jismlarning qay yo'sinda harakat qilishi va qanday holatlarni qabul qilishini tekshirish ushun ularning suyuqlik bilan ta'sirlashish va muvozanat qonunlarini o'rganish kerak. Bu qonuniyatlar eramizdan 250 yil avval

kashf qilingan Arximed qonuniga asoslanadi. Bu qonun asosida kemalar nazariyasi yaratilgan bo`lib, ular L. Eyler, S. A. Makarov va A. N. Krilov asarlarida ifodalangan. Arximed qonuni quyidagisha ifodalaniladi: *suyuqlikka botirilgan jasmga siqib chiqaruvchi kuch ta'sir qilib, bu kuchning kattaligi botirilgan jism siqib shiqargan suyuqlik og`irligiga teng bo`ladi.*



Arximed
(287-212)



5.1-rasm. Arximed qonuni namoyishi

Bu qoidani isbotlash qiyin emas. Suyuqlikka V hajmli jism botirilgan bo`lsin (5.1 - rasm). Unga ta'sir etuvshi kuchlar quyidagilar bo`ladi:

- 1) jismga yuqoridan ta'sir etuvshi bosim kushi

$$P_1 = \gamma H_1 \omega$$

- 2) jismga pastdan ta'sir etuvshi bosim kushi

$$P_2 = \gamma H_2 \omega$$

- 3) pastga yo`nalgan og`irlik kushi

$$G = \gamma_1 \Delta H \omega = \gamma_1 V$$

4) jismga yon tomonlaridan ta'sir etuvshi kush P_H ; gidrostatikaning asosiy qonuniga asosan bu kushlar teng va qarama-qarshi yo`nalgan bo`lib, o`zaro muvozanatlashadi (teng ta'sir etuvshi kush nolga teng). Bu holda bosim kushlarining teng ta'sir etuvshisi P_1 , va P_2 kushlarning ayirmisiga teng bo`lib, yuqoriga yo`nalgan bo`ladi:

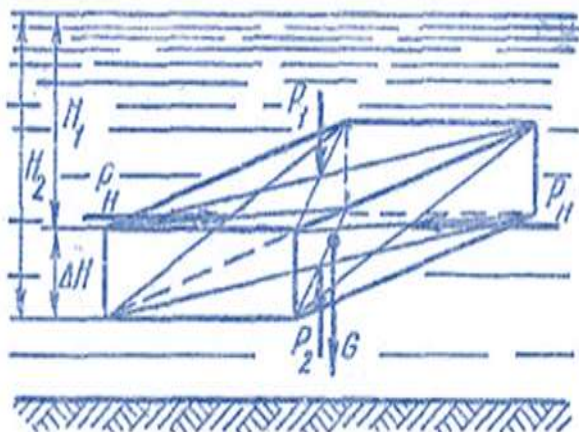
$$P = P_2 - P_1 = \gamma\omega(H_2 - H_1) = \gamma\omega\nu H \quad (5.1)$$

bu yerda: γ va γ_1 – suyuqlik va jismning solishtirma og`irligi; H_1 – jismning yuqori qismining shuqurligi; H_2 – jismning pastki qismining shuqurligi; ΔH – jismning balandligi; ω – jismning yuqori va pastki sirtlarining yuzasi.

Jismning hajmi $V = \Delta HS$ bo`lgani ushun siqib shiqaruvshi kush quyidagisha aniqlanadi:

$$P = \gamma V \quad (5.2)$$

Shunday qilib, jismni siqib shiqarishiga harakat qilayotgan kush jism siqib shiqargan suyuqlikning og`irligiga teng ekanligi isbotlandi. Bu kush botirilgan jismning qansha shuqurlikda bo`lishiga bog`liq emasligi (5.1) dan ko`rinib turibdi. Arximed qonuni yopiq va oshiq idishlarda suyuqlik sirtida suzib yuruvshi jismlar ushun ham, uning ishidagi jismlar ushun ham to`g`ridir. Faqat suyuqlik sirtidagi jismlar ushun uning suvga botirilgan qismiga qo`llaniladi.



5.2 - rasm. Arximed qonuniga oid shizma

5.2 Suzuvshanlik

Jismlarning suyuqlik sirtiga qalqib shiqishi yoki suyuqlik ishida suzib yurishi yuqorida aytilgan kushlarning o`zaro nisbatiga bog`liq. Shuning ushun suyuqlikka botirilgan jismlarga ta'sir etuvshi kushlarning (5.2 - rasm) teng ta'sir etuvshisini topamiz:

$$R = -P_1 + P_2 - G = -\gamma H_1 \omega + \gamma H_2 \omega - \gamma_1 V$$

yoki

$$R = \gamma(H_2 - H_1)\omega - \gamma_1 V.$$

Bu kushni ko`taruvchi kuch deb ataladi.

$\Delta H = H_2 - H_1$ va $\Delta H \cdot \omega = V$ ekanligini hisobga olsak, teng ta'sir etuvshi ko'taruvshi kush

$$R = (\gamma - \gamma_1)V \quad (5.3)$$

Oxirgi munosabatdan quyidagi xulosalar kelib shiqadi:

1. Agar $\gamma > \gamma_1$ bo'lsa, ya'ni jismning solishtirma og'irligi suyuqliknikidan kam bo'lsa, ko'taruvshi kush R musbat bo'ladi (yuqoriga yo'nalgan). Bu holda jism suyuqlik sirtida qalqib yuradi.

2. Agar $\gamma = \gamma_1$ bo'lsa, ya'ni jism bilan suyuqlik solishtirma og'irliklari teng bo'lsa, u holda $R = 0$, ya'ni jism suyuqlik ishida suzib yuradi.

3. Agar $\gamma < \gamma_1$ bo'lsa, u holda ko'taruvshi kush manfiy (pastga yo'nalgan) bo'ladi va jism suyuqlik tubigasha sho'kadi.

(2.45) dan jismlarning suyuqlikda suzuvshanligi, ya'ni ma'lum yuk bilan suzib yurish qobiliyati to'g'risida xulosa shiqarish mumkin. Har qanday qalqib yuruvshi jism suzuvshanlik imkoniyatiga ega bo'lib, bu uning suzib yurichidagi xavfsizligini ta'minlaydi. Suzuvshanlik imkoniyati jismning suyuqlik sirtidan yuqori qismining hajmidagi suyuqlik og'irligiga teng.

Suzuvshanlik imkoniyati P_c bilan belgilanadi va quyidagisha topiladi:

$$P_c = \frac{R}{\gamma} = \frac{\gamma - \gamma_1}{\gamma} V. \quad (2.46)$$

Suzuvshi jismning qancha qismi suvga botib turishi va uning suzishiga taalluqli boshqa qonuniyatlar ma'lum bo'lib, biz ular haqida to'xtalib o'tishimizga hojat yo'q.

Suzib yuruvshi jism haqida yana quyidagi tushunshalarni keltiramiz.

1. *Suzish tekisligi* – jismni kesib o'tuvshi erkin sirt AB.

2. *Vater chiziq* – suzish tekisligi bilan jism sirtining kesishish shizig'i.

3. *Suzayotgan jismning og'irlik markazi* (5.3 - rasmda C nuqta).

4. *Suv sig'imi markazi yoki bosim markazi* (5.3 - rasmda D nuqta). Bu yerda suv sig'imi – jismning suvga botgan qismi. Suv sig'imi markazi jismning suyuqlikka botgan qismiga ta'sir etuvshi bosimning teng ta'sir etuvshisi qo'yilgan nuqta bo'lib, u suvga botgan qismning og'irlik markaziga joylashgan.

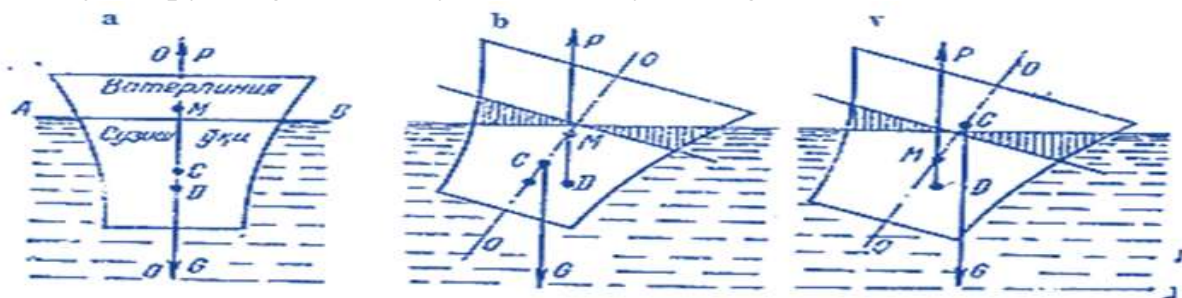
5. *Suzish o'qi* – suzayotgan jism normal holatida uning o'rtasidan o'tgan $O - O$ o'qi (5.3-rasm, a).

6. *Metamarkaz* – jismning qiya holatida teng ta'sir etuvshi bosim kushi yo'nalishining suzish o'qi bilan kesishgan nuqtasi (5.3 - rasm, b, v). Suzayotgan jismning og'irlik markazi C u qiyalashganda ham o'zgarmaydi. Suv sig'imi markazi D esa jism qiyaligining har xil holatida har xil bo'ladi. Qiyalik burshagi 15° gasha bo'lganda D taxminan radiusi biror r ga teng bo'lgan aylana yoyi bo'yisha siljib boradi va bu radius D va M orasidagi masofaga teng bo'lib,

metamarkaziy radius deyiladi. M va C orasidagi masofa metamarkaziy balandlik deyiladi va h harfi bilan belgilanadi.

Suyuqlikda suzayotgan jismning qiyalangandan keyin yana avvalgi holatiga, qaytishi *turg'unlik* deyiladi. Bu tushunchaning to'liq mazmunini tushuntirish ushun quyidagilarga to'xtalib o'tamiz.

Normal holatda (5.3 - rasm, *a*) og'irlik markazi va suv sig'imi markazi suzish o'qida yotadi. Og'irlik kushi G va bosim P esa suzish o'qi bo'yisha yo'nalgan bo'ladi. Suzayotgan jism qiyshayishi bilan G va P kushlar moment hosil qiladi. Bu moment jism qiyalangan tomon yo'nalishida yoki unga teskari bo'lishi mumkin.



5.3 - rasm. Suzib yuruvshi jismlarning turli holatlari.

Agar G va P kushlarning momenti jism qiyalangan tomonga teskari yo'nalgan bo'lsa, u tiklovshi moment deyiladi. Bunday holat esa *turg'un* holat deyiladi. Agar moment jism qiyalangan tomonga bo'lsa, uni *ag'daruvchi moment* deyiladi. Bu holda jism avvalgi holatiga qaytmaydi G va P kushlar momentining yo'nalishi bu kushlarning qo'yilish nuqtalari, ya'ni og'irlik markazi C bilan suv sig'imi markazi D ning o'zaro holatiga bog'liq. Bunda uch hol bo'lishi mumkin:

1) agar metamarkaz og'irlik markazidan yuqorida bo'lsa (5.3 - rasm, *b*), G va P kuchlarning momenti jismni normal holatga qaytaradi, ya'ni jism *turg'un* holatda bo'ladi;

2) agar metamarkaz og'irlik markazidan pastda bo'lsa (5.3 - rasm, *b*), G va P kuchlarning momenti jismni ag'darishga harakat qiladi, ya'ni jism *noturg'un* holatda bo'ladi;

3) agar metamarkaz og'irlik markazi ustiga tushsa, u holda suyuqlikda suzayotgan jism holati *turg'unlik*ka bog'liq bo'lmaydi (masalan, shar uchun). *Turg'unlik*ka bog'liq boshqa masalalar ustida to'xtalib o'tirmaymiz.

2.16 Nisbiy tinshlik

Biz yuqorida ko'rganimizdek, suyuqlik og'irlik kushi ta'sirida muvozanatda turishi mumkin. Bu hol yerga nisbatan tinsh turgan yoki to'g'ri shiziqli tekis harakat qilayotganda idishda muvozanatda bo'lgan suyuqlikka tegishlidir. Hidrostatikadagi barsha masalalar shu hollar ushun ko'rilgan.

Agar idish notekis yoki egri shiziqli harakat qilayotgan bo'lsa, u holda suyuqlik zarrashalariga og'irlik kushidan tashqari nisbiy harakatning inertiya kushi yoki markazdan qochirma kuchlari ta'sir qiladi. Bu kushlar vaqt davomida o'zgarmasa, ular ta'sirida suyuqlik muvozanat holatini qabul qiladi, ya'ni idish

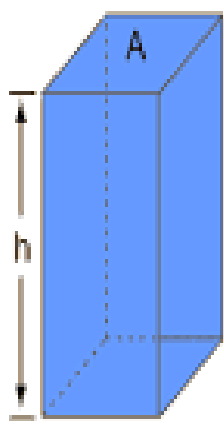
devorlariga nisbatan harakatsiz bo`lib qoladi. Suyuqliklarning bunday muvozanat holati nisbiy tinshlik deyiladi.

Nisbiy tinshlikda bosimi teng sirtlar va erkin sirt tinsh turgan idishdagi gorizont tekisliklar oilasidan iborat bo`lgan bunday sirtlardan butunlay farq qiladi. Bu hollarda ta'sir etuvshi massa kushlar bosimi teng sirtlarga tik yo`nalgan bo`ladi.

Nisbiy tinshlikda Eyler tenglamasining integrallarga bag`ishlangan paragrafdagi to`g`ri shiziqli va tekis tezlanuvshan idishdagi suyuqlik muvozanati (ikkinchi masala) va vertikal o`q atrofida aylanayotgan idishdagi suyuqlik haqidagi (uchinchi masala) qismlarini misol qilib olish mumkin.

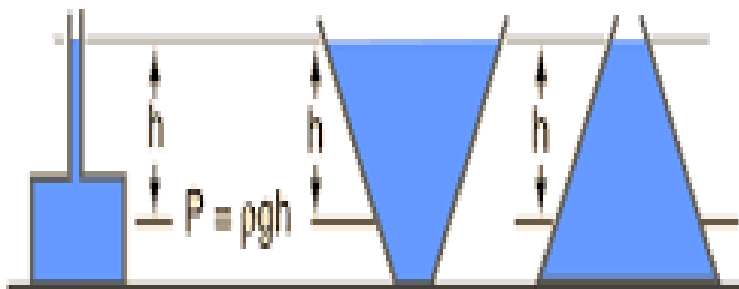
Bu holda massa kushlarning teng ta'sir etuvshisi inertsiya kushi va og`irlik kushining yig`indisidan iborat bo`ladi (ularning proektsiyalari yuqorida ko`rilgan).

Statik suyuqlik bosimi suyuqlikning shakliga, umumiy massasiga yoki sirt maydoniga bog`liq emas.



$$V = hS$$

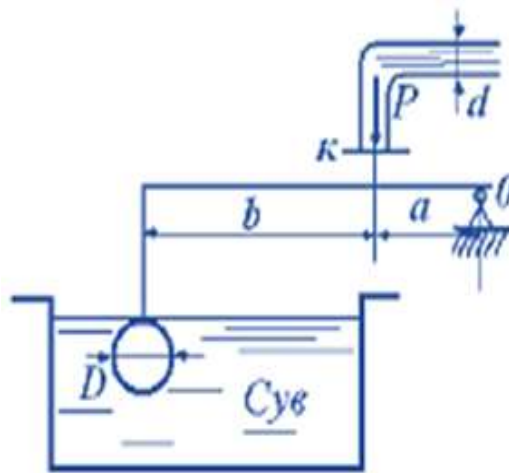
$$G = mg$$



$$Bosim = \frac{Kuch}{yuza} = \frac{mg}{S} = \frac{\rho Vg}{S} = \rho gh$$

Amaliy mashg`ulotlarga doir ko`rsatma:

2. Quvurdagi manometrik bosim P miqdorining qaysi qiymatida K jo`mrak ochiladi, agar quvur diametri $d = 5$ mm, sharning diametri $D = 200$ mm bo`lib, $b = 6a$ ga teng bo`lsa, shar og`irligi hisobga olinmasin (2.43-rasm)



5.4 - rasm

Yeshimi:

0 nuqtaga nisbatan sistemaga ta'sir etayotgan kushlardan kush momentini olamiz:

$$F_1(a+b) - F_2 \cdot a = 0$$

bu yerda: F_1 — Arximed kushi:

$$F_1 = \gamma \cdot W; F_2 = P \cdot \frac{\pi d^2}{4} = m \cdot 0,785 d^2$$

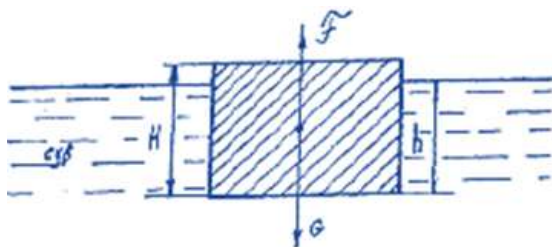
Aniqlangan hadlarni tenglamaga qo'yib, bosim miqdorini aniqlaymiz:

$$P = 146.496 \text{ N/m}^2$$

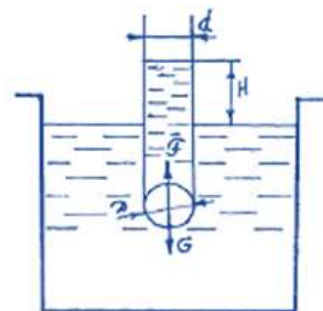
Mustaqil yechishga doir masalalar:

1. Suvdagi prizmasimon jismning hajmiy og'irligini aniqlang. Uning balandligi $H = 20$ sm va suyuqlikka sho'kkan qismi $h = 16$ sm (5.5 - rasm).

2. Suvga to'la sho'kkan sharsimon klapan diametri $d = 100$ mm bo'lgan quvur teshigini berkitadi. Sharining diametri $D = 150$ mm va massasi $m = 0,5$ kg bo'lsa, quvurdagi suyuqlik sathining qaysi balandligida (H) klapan oshila boshlaydi (5.6-rasm).



5.5– rasm.



5.6 – rasm.

3. Quyida o'lshami ko'rsatilgan brusning hajmiy og'irligini toping:

$b = 30 \text{ sm}$, $h = 20 \text{ sm}$, $l = 100 \text{ sm}$, suyuqlikka shoʻkkan qismi $y = 16 \text{ sm}$.

4. Ogʻirligi 40 kN boʻlgan avtomobilni daryodan oʻtkazish ushun choʻp gʻoʻlalaridan sol qurildi. Agar gʻoʻlalarining diametri $d = 0,3 \text{ m}$ va uzunligi $l = 6 \text{ m}$ va zishligi $\rho_T = 800 \text{ kg/m}^3$ boʻlsa, avtomobilni soldan oʻtkazish ushun necha dona gʻoʻla kerakligini aniqlang.

5. Temir-beton «plita» ning havodagi ogʻirligi 1500 kN , suvdagi ogʻirligi 800 kN boʻlganda, «plita»ning zishligini aniqlang.

6. Oʻlshamlari $60 \times 60 \times 20 \text{ sm}$ boʻlgan muz suvda suzmoqda. Muzning zishligi $\rho_T = 900 \text{ kg/m}^3$. Agar muz erisa, idishdagi suv sathi qanshaga oʻzgaradi?

5 boʻlim boʻyicha nazorat savollari

1. Tinch turgan suyuqlikdagi bosimning xossalari tushuntiring.
2. Bosimi teng sirtlar. Erkin sirt.
3. Qanday kuchga gidrostatik bosim kushi deyiladi?
4. Tekis sirtga taʼsir qiluvshi bosim
5. Arximed qonuniga oid shizma
6. Jismlarning suyuqlikda suzishi. Suzuvshanlik
7. Gidrostatik mashinalarning qanday turlari mavjud?
8. Metamarkaz nuqta haqida tushuncha bering.

HISOB GRAFIK ISHINI BAJARISH BO'YICHA KO'RSATMA

Amaliy mashg'ulotlarni bajarish bo'yicha hisob grafik ishlarini bajarish 1 - Tur

1-Masala:

Berilgan: $\gamma_1 = 600 \text{ kgK/m}^3 = 5886 \text{ N/m}^3$,

$\gamma_2 = 7500 \text{ N/m}^3$,

$\rho_3 = 90 \text{ kgK} \cdot \text{s}^2/\text{m}^4 = 883 \text{ kg/m}^3$,

$h_1 = 1.1\text{m}, h_2 = 1.2\text{m}, h_3 = 1.3\text{m}, h_p = 2.9\text{m}, H = 2.6\text{m};$

Topish kerak: 1) Idishdagi suyuqlik erkin sathidagi absolyut bosim P_0 ni (kgK/sm^3 va N/m^2 da) va monovakuummeterning ko'rsatishi P_{MV} ni (tex. atm., mm.sim.us. da) aniqlash, agar pezometrda suyuqlikning ko'tarilish balandligi – h_p ga teng bo'lsa;

2) Idishdagi suyuqlik erkin sathidan H chuqurlikda joylashgan nuqtadagi absolyut monometrik (vakuummeterik) ni aniqlash (kgK/sm^3 va suv.ust. da).

Yechish tartibi

1. Idish tubi (A nuqta)dagi (6.1-rasm) absolyut bosimni quyidagi tenglamasini tuzamiz;

Pyezometr tarafdin $P_A = P_{at} + \rho_3 \cdot g \cdot h_p$

Idish tarafdin $P_A = P_0 + \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \rho_3 \cdot g \cdot h_3$

2. Yuqoridagi ikkita tenglamani tenglashtirib idish erkin sathidagi absolyut bosim P_0 ni topamiz.

$$P_0 = P_{at} + \rho_3 \cdot g(h_p - h_3) - \gamma_1 h_1 - \gamma_2 h_2 =$$

6.1-rasm

$$= 98100 \text{ N/m}^2 + 883 \text{ kg/m}^3 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot (2.9\text{m} - 1.3\text{m}) - 5883 \text{ N/m}^3 \cdot 1.1\text{m} - 7500 \text{ N/m}^3 \cdot 1.2\text{m} = 96488.268 \text{ N/m}^2$$

3. Idish erkin sathidagi absolyut bosim atmosfera bosimidan kichik bo'lgani uchun vakuummeterik bosimni quyidagicha aniqlaymiz;

$$P_V = P_{at} - P_0 = 98100 \text{ N/m}^2 - 96488.268 \text{ N/m}^2 = 1611.732 \text{ N/m}^2$$

4. Suyuqlik erkin sathidagi absolyut bosimni shartga asosan kgK/sm^2 va N/m^2 da hisoblaymiz;

$$1 \frac{\text{kgk}}{\text{sm}^2} = 98100 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \text{ ekanligidan } 96488.268 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 0.984 \frac{\text{kgk}}{\text{sm}^2}$$

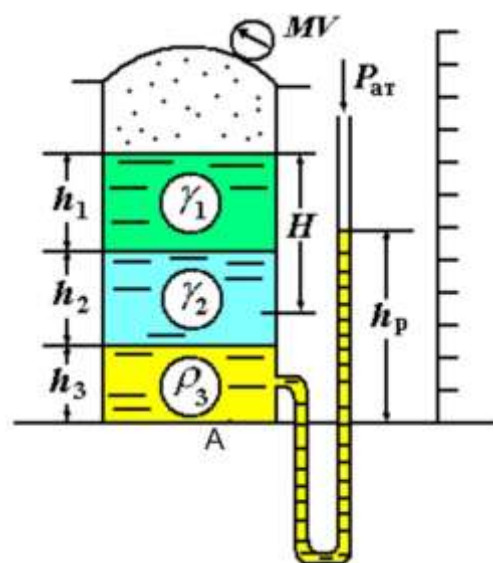
5. Idish erkin sathidagi vakummetrik bosimni shartiga asosan tex. atm.va mm.sim.us. da hisoblaymiz.

$$98100 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 1 \text{ tex.at.} = 735 \text{ mm.sim.ust} \text{ ekanligidan}$$

$$1611.732 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 0.016 \text{ tex.at.} = 12.08 \text{ mm.sim.ust}$$

6. H chuqurlikda joylashgan nuqtadagi absolyut bosimni quyidagicha aniqlaymiz;

$$P_H = P_0 + \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \rho_3 g(H - h_1 - h_2) = 96488.268 \text{ N/m}^2 + 5883 \text{ N/m}^3 \cdot 1.1\text{m} + 7500 \text{ N/m}^3 \cdot 1.2\text{m} + 883 \text{ kg/m}^3 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot (2.6\text{m} - 1.1\text{m} - 1.2\text{m}) = 114558.237 \text{ N/m}^2$$



7. H chuqurlikdagi bosimni shartiga asosan kgK/sm^2 va **m.suv.ust.** da hisoblaymiz;

$$1 \frac{kgK}{sm^2} = 98100 \frac{N}{m^2} \text{ ekanligidan } \frac{114558.237 N/m^2}{98100} = 1.168 kgK/sm^2$$

$$1 \frac{kgK}{sm^2} = 10m \text{ suv us. ekanligidan } 1.168 kgK/sm^2 \cdot 10 = 11.68m. \text{ suv. ust.}$$

2 – Masala

Berilgan: $H=2m$, $h_1=3.7m$, $h_2=5.2m$, $\Theta=30^\circ$, $S=3m$, $a=0.6m$, $R_1=2m$, $R_2=3m$, $b=1m$.

Topish kerak: 1) 1 pog. m. to'g'on uzunligi uchun to'g'onning 0-1-2-3 yuzasiga ta'sir qilayotgan suvning og'irlik bosimi kuchining kattaligini, yo'nalishini va qo'yilish nuqtasini aniqlash (analitik va grafoanalitik usulda).

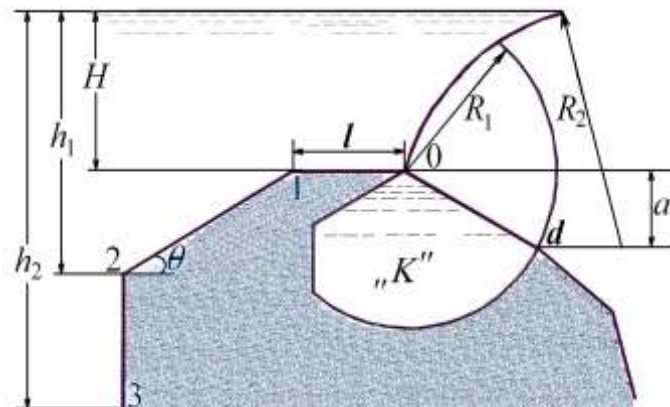
2) a-0-d zatvor qoplamasi 1 pog. m. uzunligiga ta'sir qilayotgan suvning og'irlik bosimi kuchini kattaligi va yo'nalishini aniqlash.

Yechish tartibi

Analitik usul

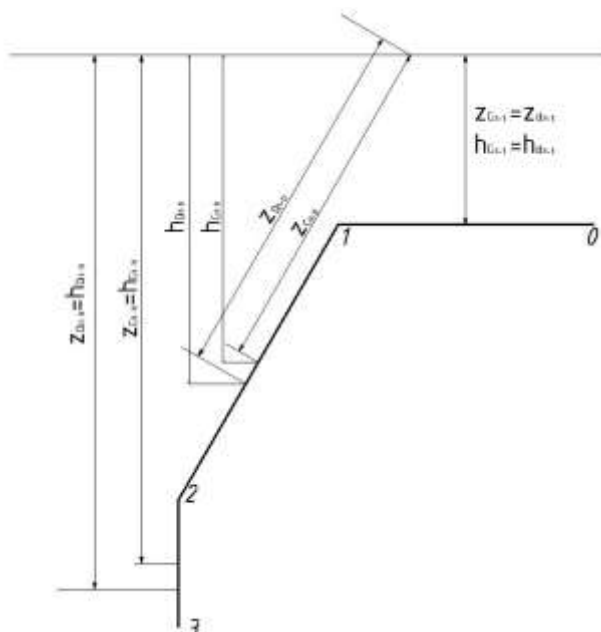
G.B.K analitik usulida aniqlanganda, uning qiymati tekis sirtning og'irlik markazidagi bosimni shu sirtning yuzasiga ko'paytmasiga teng. Ya'ni,

$$P = P_{og'ir} \cdot \omega$$



6.2-rasm

Bu yerda: $P_{og'ir}$ - sirtning og'irlik markazidagi bosim; ω – sirtning yuzasi.



1. 0 – 1 devorga ta'sir qilayotgan G.B.Kni quyidagiga teng;

$$\mathcal{P}_{0-1} = P_{og'(0-1)} \cdot \omega_{0-1}$$

1.1. 0 – 1 devorga ta'sir qilayotgan og'irlik markazidagi bosimni hisoblaymiz.

$$P_{og'(0-1)} = \gamma \cdot h_{c(0-1)} = \gamma \cdot H = 1 \text{ TK/m}^3 \cdot 2\text{m} = 2 \text{ TK/m}^2$$

1.2. 0 – 1 devorning yuzasini hisoblaymiz.

$$\omega_{0-1} = S \cdot b = 3\text{m} \cdot 1\text{m} = 3\text{m}^2$$

1.3. 0 – 1 devorga ta'sir qilayotgan G.B.Kni quyidagicha hisoblaymiz;

$$\mathcal{P}_{0-1} = 2 \text{ TK/m}^2 \cdot 3\text{m}^2 = 6\text{TK}$$

1.4. 0 – 1 devorga ta'sir qilayotgan G.B.Kni qo'yilish nuqtasini ya'ni bosim markazini hisoblaymiz. 0-1 devor gorizontal shakl bo'lganligi uchun o'girlik markazi bosim markazi bilan ustma-ust tushadi. Ya'ni,

$$z_{d(0-1)} = h_{c(0-1)} = H = 2.0\text{m}$$

2. 1 – 2 devorga ta'sir qilayotgan G.B.Kni quyidagiga teng;

$$\mathcal{P}_{1-2} = P_{og'(1-2)} \cdot \omega_{1-2}$$

2.1. 1 – 2 devorga ta'sir qilayotgan og'irlik markazidagi bosimni hisoblaymiz.

$$P_{og'(1-2)} = \gamma \cdot h_{c(1-2)} = \gamma \cdot \left(H + \frac{h_2 - H}{2} \right) = 1 \text{ TK/m}^3 \cdot \left(2.0\text{m} + \frac{3.7\text{m} - 2.0\text{m}}{2} \right) = 2.85 \text{ TK/m}^2$$

2.2. 1 – 2 devorning uzunligi l_{1-2} ni hisoblaymiz;

$$l_{1-2} \frac{h_1 - H}{\sin \theta} = \frac{3.7\text{m} - 2.0\text{m}}{\sin 30^\circ} = 3.74\text{m}$$

2.3. 1 – 2 devorning yuzasini hisoblaymiz.

$$\omega_{1-2} = l_{1-2} \cdot b = 3.74\text{m} \cdot 1\text{m} = 3.74\text{m}^2$$

2.4. 1 – 2 devorga ta'sir qilayotgan G.B.Kni quyidagicha hisoblaymiz;

$$\mathcal{P}_{1-2} = 2.85 \text{ TK/m}^2 \cdot 3.74\text{m}^2 = 10.659\text{TK}$$

2.5. 1 – 2 devorga ta'sir qilayotgan G.B.Kni qo'yilish nuqtasini ya'ni bosim markazini hisoblaymiz.

$$z_{d(1-2)} = z_{c(1-2)} + \frac{J}{z_{c(1-2)} \cdot \omega_{1-2}} = \frac{\left(H + \frac{h_2 - H}{2} \right)}{\sin \theta} + \frac{\frac{b \cdot l_{1-2}^3}{12}}{\frac{\left(H + \frac{h_2 - H}{2} \right)}{\sin \theta} \cdot \omega_{1-2}} = \frac{2.85 \text{ m}}{0.5} + \frac{\frac{1\text{m} \cdot (3.74\text{m})^3}{12}}{0.5 \cdot 3.74\text{m}} = 5.7\text{m} +$$

$$0.20 = 5.90\text{m}$$

Bu yerda: z_c – og'irlik markazi: $z_{c(1-2)} = \frac{h_{c(1-2)}}{\sin \theta}$;

J - yuzaning o'qqa nisbatan inersiya momenti. Devor to'g'ri to'rtburchak shaklida bo'lganligi uchun $J = \frac{b \cdot l_{(1-2)}^3}{12}$

3. 2 – 3 devorga ta'sir qilayotgan G.B.Kni quyidagicha hisoblaymiz;

$$\mathcal{P}_{2-3} = P_{og'(2-3)} \cdot \omega_{2-3}$$

3.1. 2 – 3 devorga ta'sir qilayotgan og'irlik markazidagi bosimni hisoblaymiz.

$$P_{og'(2-3)} = \gamma \cdot h_{c(2-3)} = \gamma \cdot \left(h_1 + \frac{h_2 - h_1}{2} \right) = 1 \text{ TK/m}^3 \cdot \left(3.7\text{m} + \frac{1.5}{2} \right) = 4.45 \text{ TK/m}^2$$

3.2. 2 – 3 devorning yuzasini hisoblaymiz.

$$\omega_{2-3} = (h_2 - h_1) \cdot b = (5.2\text{m} - 3.7\text{m}) \cdot 1\text{m} = 1.5\text{m}^2$$

3.3 2 – 3 devorga ta'sir qilayotgan G.B.Kni quyidagicha hisoblaymiz;

$$P_{2-3} = 4.45 \text{ TK/m}^2 \cdot 1.5 \text{ m}^2 = 6.675 \text{ TK}$$

3.4. 2 – 3 devorga ta'sir qilayotgan G.B.Kni qo'yilish nuqtasini ya'ni bosim markazini hisoblaymiz. Devor vertical bo'lganligi uchun

$$z_{d(2-3)} = h_{d(2-3)}, z_{c(2-3)} = h_{c(2-3)}$$

$$z_{d(2-3)} = z_{c(2-3)} + \frac{J}{z_{c(2-3)} \cdot \omega_{2-3}} = \left(h_1 + \frac{h_2 - h_1}{2} \right) + \frac{\frac{b \cdot (h_2 - h_1)^3}{12}}{\left(h_1 + \frac{h_2 - h_1}{2} \right) \cdot \omega_{2-3}} = 4.45 \text{ m} + \frac{1 \text{ m} \cdot (1.5 \text{ m})^3}{4.45 \text{ m} \cdot 1.5 \text{ m}^2} =$$

$$4.45 \text{ m} + 0.04 = 4.49 \text{ m}$$

Bu yerda: z_c – og'irlik markazi: $z_{c(2-3)} = \frac{h_{c(2-3)}}{\sin \theta}$;

J - yuzaning o'qqa nisbatan inersiya momenti. Devor to'g'ri to'rtburchak shaklida

bo'lganligi uchun $J = \frac{b \cdot l_{(2-3)}^3}{12}$

Grafoanalitik usul

G.B.Kni grafoanalitik usulda aniqlash uchun bosim epyurasi masshtab bilan quriladi. Bunda, G.B.K. bosim epyurasining xajmiga teng bo'ladi. Ya'ni,

$$P = W_{B.3.}$$

4. 0 – 1 devorga ta'sir qilayotgan G.B.Kni quyidagicha hisoblaymiz;

$$P_{0-1} = W_{B.3.(0-1)} = \gamma \cdot H \cdot S \cdot b = 1 \text{ TK/m}^3 \cdot 2.0 \text{ m} \cdot 3.0 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} = 6 \text{ TK}$$

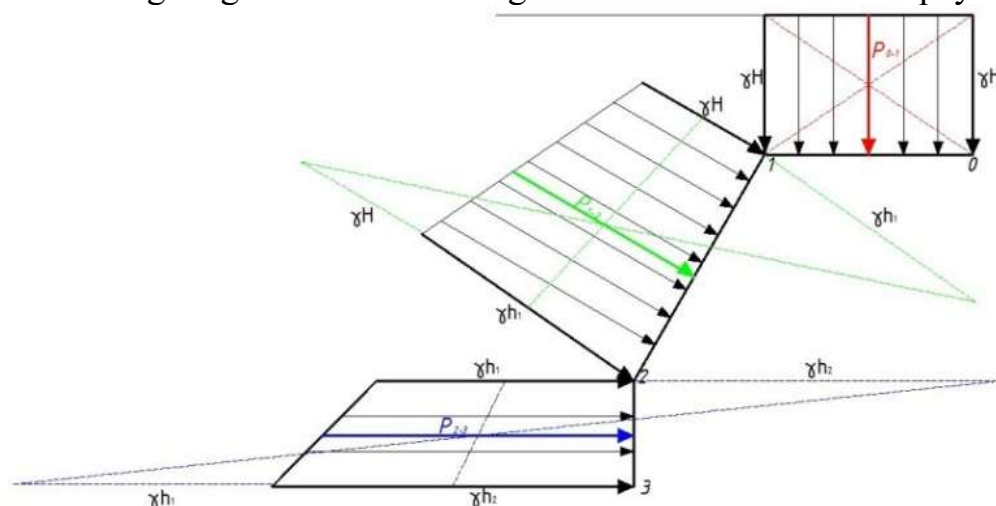
5. 1 – 2 devorga ta'sir qilayotgan G.B.Kni quyidagicha hisoblaymiz;

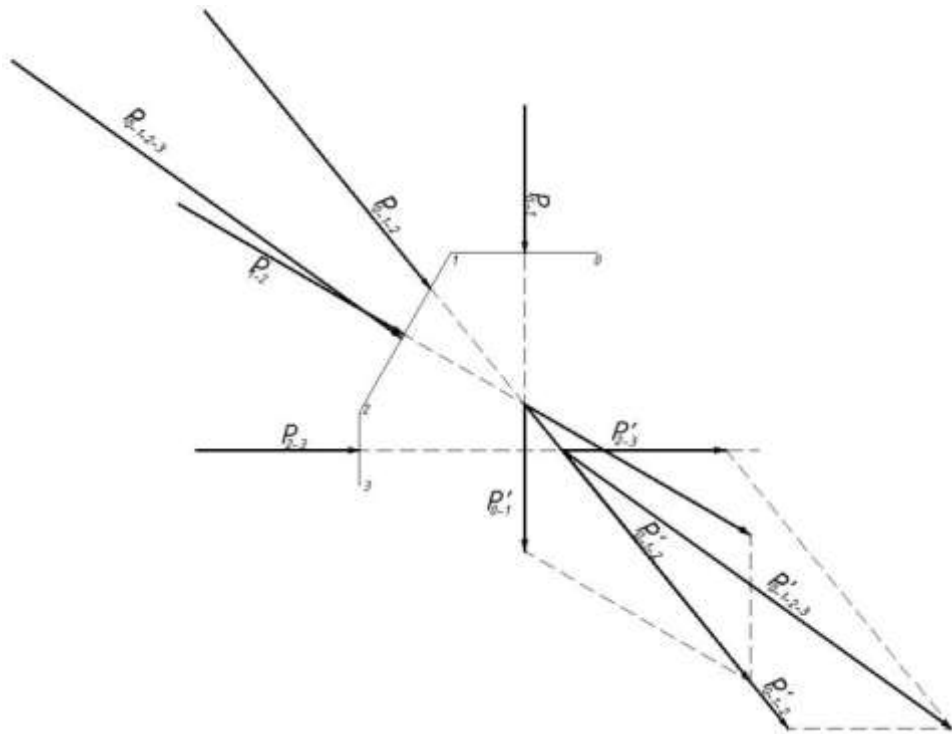
$$P_{1-2} = W_{B.3.(1-2)} = \frac{\gamma \cdot H + \gamma \cdot h_1}{2} \cdot l_{1-2} \cdot b = \frac{1 \text{ TK/m}^3 \cdot 2.0 \text{ m} + 1 \text{ TK/m}^3 \cdot 3.7 \text{ m}}{2} \cdot 3.74 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} = 10.659 \text{ TK}$$

6. 2 – 3 devorga ta'sir qilayotgan G.B.Kni quyidagicha hisoblaymiz;

$$P_{2-3} = W_{B.3.(2-3)} = \frac{\gamma \cdot h_1 + \gamma \cdot h_2}{2} \cdot (h_2 - h_1) \cdot b = \frac{1 \text{ TK/m}^3 \cdot 3.7 \text{ m} + 1 \text{ TK/m}^3 \cdot 5.2 \text{ m}}{2} \cdot (5.2 \text{ m} - 3.7) \cdot 1 \text{ m} = 6.675 \text{ TK}$$

Kuchlarning teng ta'sir etuvchisini grafoanalitik usul bilan aniqlaymiz:



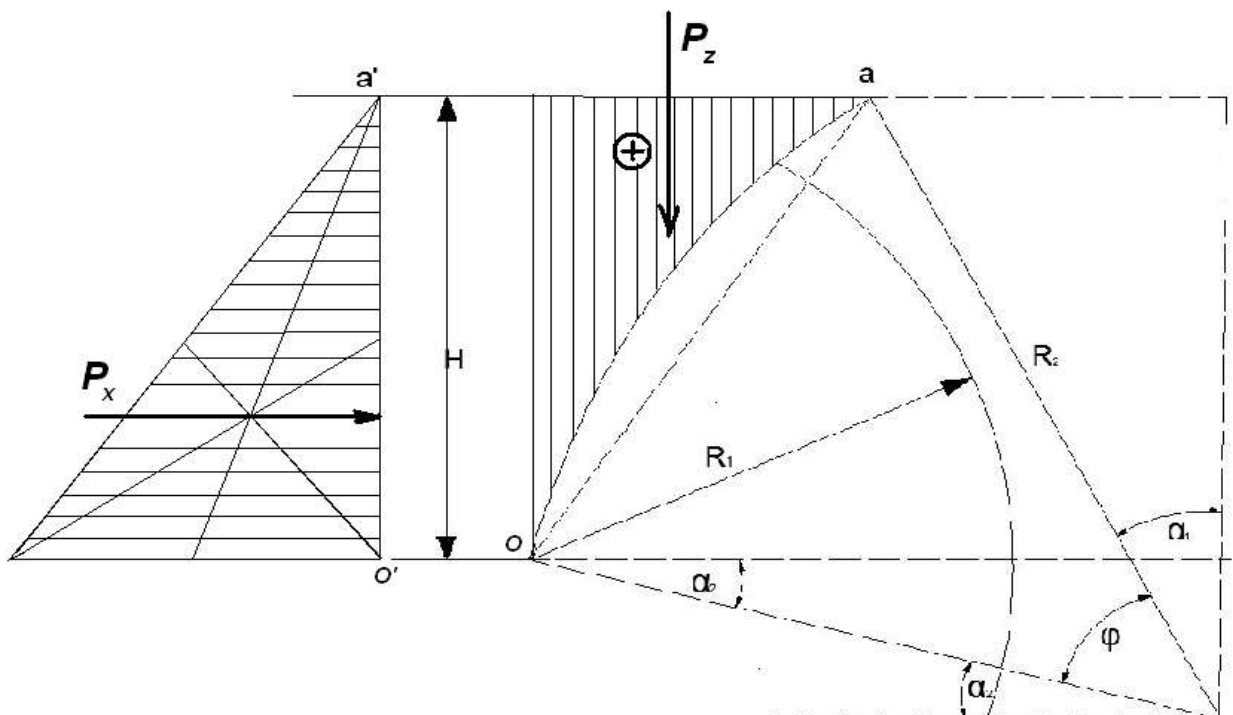


Egri sirtga ta'sir etayotgan G.B.K.

Egri sirtga ta'sir etuvchi G.B.K.ni aniqlash uchun, uni gorizontaal tashkil etuvchisi \mathcal{P}_x va vertikal tashkil etuvchisi \mathcal{P}_z ajratamiz va ularni parallelogram qoidasi asosida qo'shamiz. Ya'ni,

$$\mathcal{P} = \sqrt{\mathcal{P}_x^2 + \mathcal{P}_z^2}$$

1. Gorizontaal tashkil etuvchisi \mathcal{P}_x ni aniqlash uchun egri sirtni ixtiyoriy vertikal tekislikka proeksiyalaymiz. \mathcal{P}_x kuchi tekis sirtga ta'sir qilganday aniqlanadi.



$$\mathcal{P}_x = W_{\text{B.3.}} = \frac{H \cdot \gamma \cdot H}{2} \cdot b = \frac{2.0\text{m} \cdot 17\text{K/m}^3 \cdot 2.0\text{m}}{2} \cdot 1\text{m} = 2\text{TK}$$

2. Vertikal tashkil etuvchisi \mathcal{P}_z ni aniqlaymiz. Bu kuchni aniqlash uchun bosim tanasini quramiz. Egri sirtning chetki nuqtalaridan suvning sathiga yoki uning davomigacha perpendikulyar chiqaramiz. Bunda, egri sirt, suvning sathi yoki davomigacha hamda chiziq bilan chegaralangan soha **bosim tanasi** deyiladi va \mathcal{P}_z kuchi bosim tanasidagi suyuqlikning og'irligiga teng.

$$\mathcal{P}_z = W_{\text{B.T.}} \cdot \gamma$$

3. Bosim tanasini hisoblaymiz.

$$\alpha_1 = \arccos \frac{H+a}{R_2} = \arccos \frac{2+0.6}{3} = 33^\circ$$

$$\alpha_2 = \arcsin \frac{a}{R_2} = \arcsin \frac{0.6}{3} = 13^\circ$$

$$\varphi = 90^\circ - \alpha_1 - \alpha_2 = 90^\circ - 33^\circ - 13^\circ = 44^\circ$$

$$aO = 2 \cdot R_2 \cdot \sin \frac{\varphi}{2} = 2 \cdot 3 \cdot \sin \frac{44}{2} = 2.02m$$

$$aa' = \sqrt{|aO|^2 - H^2} = \sqrt{|2.02|^2 - 2^2} = 0.34m$$

$$S_{aOa'} = \frac{aa' \cdot H}{2} = \frac{0.34 \cdot 2}{2} = 0.34m^2$$

$$S_{aOa} = \frac{R_2}{2} \left(\frac{\pi\varphi}{180} - \sin \varphi \right) = \frac{3}{2} \left(\frac{3.14 \cdot 44}{180} - \sin 44^\circ \right) = 0.20m^2$$

$$S_{\text{B.T.}} = S_{aOa'} - S_{aOa} = 0.34m^2 - 0.20m^2 = 0.14m^2$$

4. G.B.K.ni vertikal tashkil etuvchisini hisoblaymiz.

$$\mathcal{P}_z = W_{\text{B.T.}} \cdot \gamma = S_{\text{B.T.}} \cdot b \cdot \gamma = 0.14m^2 \cdot 1m \cdot 1TK/m^3 = 0.14TK$$

5. Kuchlarni teng ta'sir etuvchisini ya'ni egri sirtga ta'sir etuvchi GBKni aniqlaymiz.

$$\mathcal{P} = \sqrt{\mathcal{P}_x^2 + \mathcal{P}_z^2} = \sqrt{2^2 + 0.14^2} \approx 2TK$$

6. Kuchning yo'nalishini aniqlaymiz.

$$\tan \alpha = \frac{\mathcal{P}_z}{\mathcal{P}_x} = \frac{0.14}{2} = 0.07 \Rightarrow \alpha = \arctan \frac{\mathcal{P}_z}{\mathcal{P}_x} = 4^\circ 45'$$

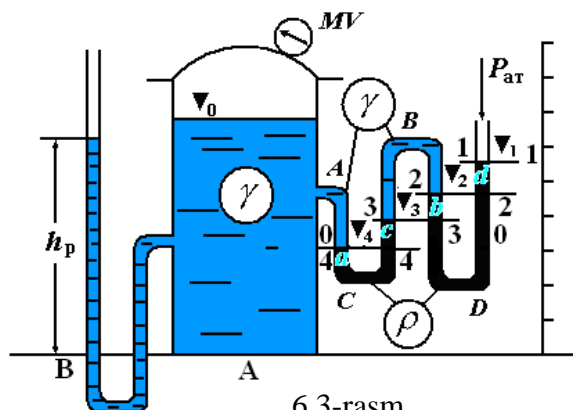
7. Kuchning qo'yilish nuqtasini aniqlaymiz.

$$\begin{cases} z = kx \\ x^2 + z^2 = R_2^2 \Rightarrow x^2 + k^2 \cdot x^2 = R_2^2 \\ k = \tan \alpha \end{cases}$$

$$x^2 + \tan \alpha \cdot x^2 = R_2^2 \Rightarrow x = \sqrt{\frac{R_2^2}{\tan \alpha}} = \sqrt{\frac{3^2}{0.07}} = 11.3m$$

$$z = \tan \alpha \cdot x = 0.07 \cdot 11.3 = 0.79m$$

2 – Tur



6.3-rasm

1-masala

Berilgan:

$\gamma = 700 \text{ kgK/m}^3 = 6867 \text{ N/m}^3$, $\rho = 800 \text{ kg/m}^3$, $\nabla_1 = 3.1\text{m}$, $\nabla_2 = 2.2\text{m}$, $\nabla_3 = 1.3\text{m}$, $\nabla_4 = 0.6\text{m}$, $\nabla_0 = 3.5\text{m}$

Topish kerak: 1) Idishdagi suyuqlik erkin sathidagi absolyut bosim (kgK/sm^2 , N/m^2 da), manometrning ko'rsatishi (tex.atm. yoki mm.sim.ust. da) va pezometrda suyuqlikning ko'tarilish balandligi h_p ni aniqlash.

Yechish tartibi

Masalaning yechimi uchun Hidrostatikaning asosiy tenglmasi $z + \frac{P}{\gamma} = \text{const}$ dan chiqadigan kattaliklardan foydalanamiz.

1. Manometrdan A nuqtani belgilab olib, shu nuqtadagi absolyut bosimni $P_{abs} = P_0 + \gamma h$ dormulasiga asosan aniqlaymiz.

bu yerda P_0 - suyuqlik erkin sathidagi bosim

γ -suyuqlikning solishtirma og'irligi

h- qaralayotgan nuqta chuqurligi

$$P_A = P_{at} + \gamma(\nabla_1 - \nabla_2) = 98100 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} + 6867 \frac{\text{N}}{\text{m}^3} * 0.9\text{m} = 104280,3 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

2. Teng bosimli sirlarga asosan

$$P_A = P_{A'} = P_{A''}$$

3. B nuqtadagi absolyut bosimni aniqlaymiz

$$P_B = P_{A''} + \rho_2 g(\nabla_2 - \nabla_3) = 104280,3 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} + 7848 \frac{\text{N}}{\text{m}^3} * 0.9\text{m} = 111343,5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

4. D nuqtadagi absolyut bosimni aniqlaymiz.

$$P_D = P_B + \rho_2 g(\nabla_3 - \nabla_4) = 111343,5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} + 7848 \frac{\text{N}}{\text{m}^3} * 0.7\text{m} = 116837,1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

5. D nuqtadagi gorizont tekislik o'tkazgach teng bosimli sirlarga asosan

$$P_D = P_{D'} = P_{D''}$$

6. D'' nuqtadagi absolyut bosimni suyuqlik erkin sathidagi bosim orqali ifodalaymiz va bunda erkin sathdagi absolyut bosim P_0 ni aniqlaymiz.

$$P_{D''} = P_0 + \gamma(\nabla_0 - \nabla_4) \Rightarrow P_0 = P_{D''} - \gamma(\nabla_0 - \nabla_4) = 116837,1 \frac{N}{m^2} - 6867 \frac{N}{m^3} * 2,9m = 96922,8 \frac{N}{m^2}$$

7. Shartga ko'ra suyuqlik erkin sathidagi absolyut bosimni kgK/sm^2 da aniqlaymiz

$$1 \frac{kgk}{sm^2} = 98100 \frac{N}{m^2} \text{ ekanligidan } 96922,8 \frac{N}{m^2} = 0,988 \frac{kgk}{sm^2}$$

8. Idish tubidagi absolyut bosim:

$$P_E = P_0 + \gamma \nabla_0 = 96922,8 \frac{N}{m^2} + 6867 \frac{N}{m^3} * 3,5m = 120957,3 \frac{N}{m^2}$$

9. Pyezometrda suyuqlikning ko'tarilish balandligi h_p ni aniqlaymiz. Buning uchun Pyezometrda C nuqtani belgilaymiz, teng bosimli sirtlarga asosan $P_C = P_E$

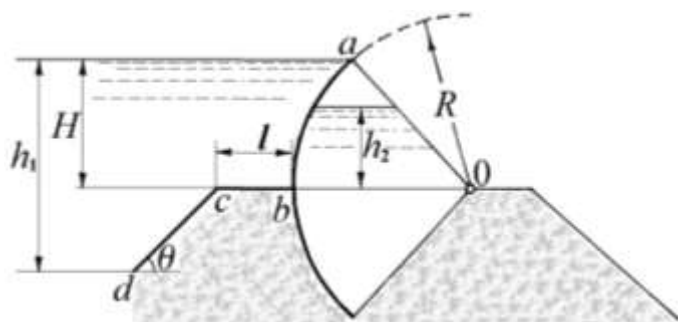
C nuqtadagi absolyut bosimning pyezometr tarafdan tenglamasini yozib h_p ni aniqlaymiz.

$$P_C = P_{at} + \gamma h_p \Rightarrow h_p = \frac{P_C - P_{at}}{\gamma} = \frac{120957,3 \frac{N}{m^2} - 98100 \frac{N}{m^2}}{6867 \frac{N}{m^3}} = 3,3 m$$

2 – Masala

Berilgan: $H=3.0m$, $h_1=4.0m$, $h_2=2.0m$, $\Theta=30^\circ$, $S=1.5m$, $b=1m$, $R=4.5m$;

Topish kerak: 1) 1 pog. m. to'g'on uzunligi uchun to'g'onning b-c-d yuzasiga ta'sir qilayotgan suvning og'irlik bosimi kuchining kattaligini, yo'nalishini va qo'yilish nuqtasini aniqlash (analitik va grafoanalitik usulda). 2) b-a-0 zatvor qoplamasi 1 pog. m. uzunligiga ta'sir qilayotgan suvning og'irlik bosimi kuchini kattaligi va yo'nalishini aniqlash.



6.4-rasm

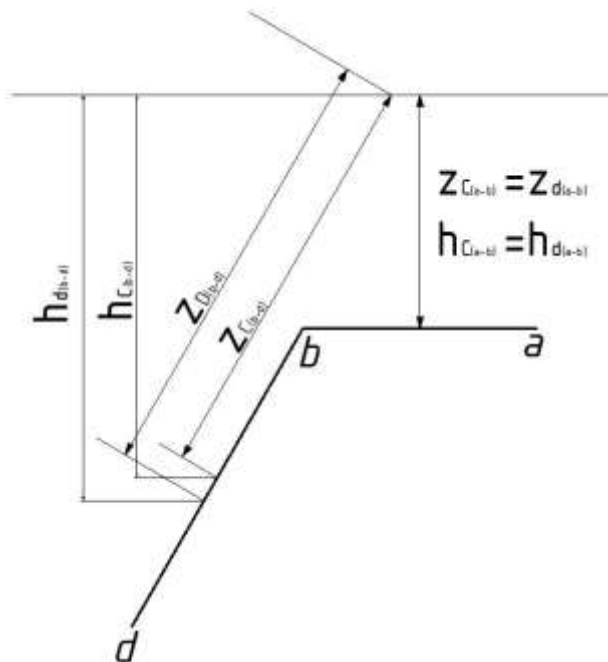
Yechish tartibi

Analitik usul

G.B.Kni analitik usulida aniqlashda tekis sirtning og'irlik markazidagi bosimni shu sirtning yuzasiga ko'paytmasiga teng. Ya'ni,

$$\mathcal{P} = P_{og'} \cdot \omega$$

Bu yerda: $P_{og'}$ - sirtning og'irlik markazidagi bosim; ω – sirtning yuzasi.



1. $b - c$ devorga ta'sir qilayotgan G.B.Kni quyidagiga teng;

$$\mathcal{P}_{b-c} = P_{og'(b-c)} \cdot \omega_{b-c}$$

1.1. $b - c$ devorga ta'sir qilayotgan og'irlik markazidagi bosimni hisoblaymiz.

$$P_{og'(b-c)} = \gamma \cdot h_{c(b-c)} = \gamma \cdot H = 1 \text{ TK/m}^3 \cdot 3\text{m} = 3 \text{ TK/m}^2$$

1.2. $b - c$ devorning yuzasini hisoblaymiz.

$$\omega_{b-c} = S \cdot b = 1.5\text{m} \cdot 1\text{m} = 1.5\text{m}^2$$

1.3 $b - c$ devorga ta'sir qilayotgan G.B.Kni quyidagicha hisoblaymiz;

$$\mathcal{P}_{b-c} = 3 \text{ TK/m}^2 \cdot 1.5\text{m}^2 = 4.5 \text{ TK}$$

1.4. $b - c$ devorga ta'sir qilayotgan G.B.K.ni qo'yilish nuqtasini ya'ni bosim markazini hisoblaymiz. $b - c$ devor gorizontaal shakl bo'lganligi uchun o'girlik markazi bosim markazi bilan ustma-ust tushadi. Ya'ni,

$$z_{d(b-c)} = h_{c(b-c)} = H = 3.0\text{m}$$

2. $c - d$ devorga ta'sir qilayotgan G.B.Kni quyidagiga teng;

$$\mathcal{P}_{c-d} = P_{og'(c-d)} \cdot \omega_{c-d}$$

2.1. $c - d$ devorning og'irlik markazidagi bosimni hisoblaymiz.

$$P_{og'(c-d)} = \gamma \cdot h_{c(c-d)} = \gamma \cdot \left(H + \frac{h_1 - H}{2} \right) = 1 \text{ TK/m}^3 \cdot \left(3.0\text{m} + \frac{4.0\text{m} - 3.0\text{m}}{2} \right) = 3.5 \text{ TK/m}^2$$

2.2. $c - d$ devorning uzunligi l_{1-2} ni hisoblaymiz;

$$l_{c-d} \frac{h_1 - H}{\sin \theta} = \frac{4.0m - 3.0m}{\sin 30^\circ} = 2.20m$$

2.3. $c - d$ devorning yuzasini hisoblaymiz.

$$\omega_{c-d} = l_{c-d} \cdot b = 2.20m \cdot 1m = 2.20m^2$$

2.4. $c - d$ devorga ta'sir qilayotgan G.B.Kni quyidagicha hisoblaymiz;

$$\mathcal{P}_{c-d} = 3.5TK/m^2 \cdot 2.20m^2 = 7.7TK$$

2.5. $c - d$ Devorga ta'sir qilayotgan G.B.K.ni qo'yilish nuqtasini ya'ni bosim markazini hisoblaymiz.

$$z_{d(c-d)} = z_{c(c-d)} + \frac{J}{z_{c(c-d)} \cdot \omega_{c-d}} = \frac{\left(\frac{H+h_1-H}{2}\right)}{\sin \theta} + \frac{\frac{b \cdot l_{c-d}^3}{12}}{\left(\frac{H+h_1-H}{2}\right) \cdot \omega_{c-d}} = \frac{3.5m}{0.5} + \frac{\frac{1m \cdot (2.20m)^3}{12}}{\frac{3.5m}{0.5} \cdot 2.20m} = 7.0m +$$

$$0.06 = 7.06m$$

Bu yerda: z_c - og'irlik markazi: $z_{c(c-d)} = \frac{h_{c(c-d)}}{\sin \theta}$;

J - yuzaning o'qqa nisbatan inersiya momenti. Devor to'g'ri to'rtburchak shaklida bo'lganligi uchun $J = \frac{b \cdot l_{(c-d)}^3}{12}$

Grafoanalitik usul

G.B.K.ni grafoanalitik usulda aniqlash uchun bosim epyurasi quriladi. Bunda, G.B.K. bosim epyurasining xajmiga teng bo'ladi. Ya'ni,

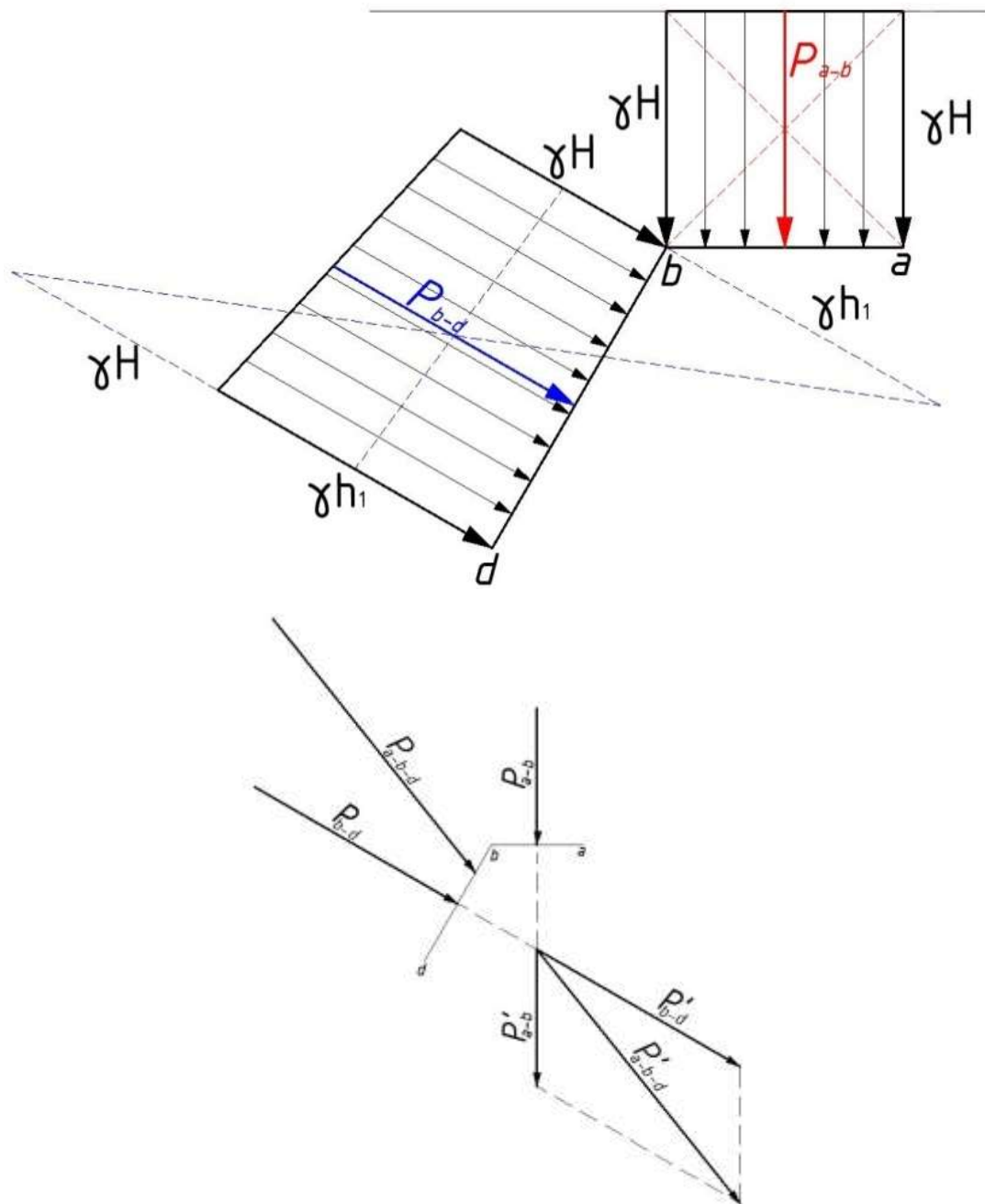
$$\mathcal{P} = W_{B.3.}$$

3. $b - c$ devorga ta'sir qilayotgan G.B.Kni quyidagicha hisoblaymiz;

$$\mathcal{P}_{b-c} = W_{B.3.(b-c)} = \gamma \cdot H \cdot S \cdot b = 1TK/m^3 \cdot 3.0m \cdot 1.5m \cdot 1m = 4.5TK$$

4. $c - d$ devorga ta'sir qilayotgan G.B.Kni quyidagicha hisoblaymiz;

$$\mathcal{P}_{c-d} = W_{B.3.(c-d)} = \frac{\gamma \cdot H + \gamma \cdot h_1}{2} \cdot l_{c-d} \cdot b = \frac{1TK/m^3 \cdot 3.0m + 1TK/m^3 \cdot 4.0m}{2} \cdot 2.20m \cdot 1m = 7.70TK$$



Egri sirtga ta'sir etayotgan G.B.K.

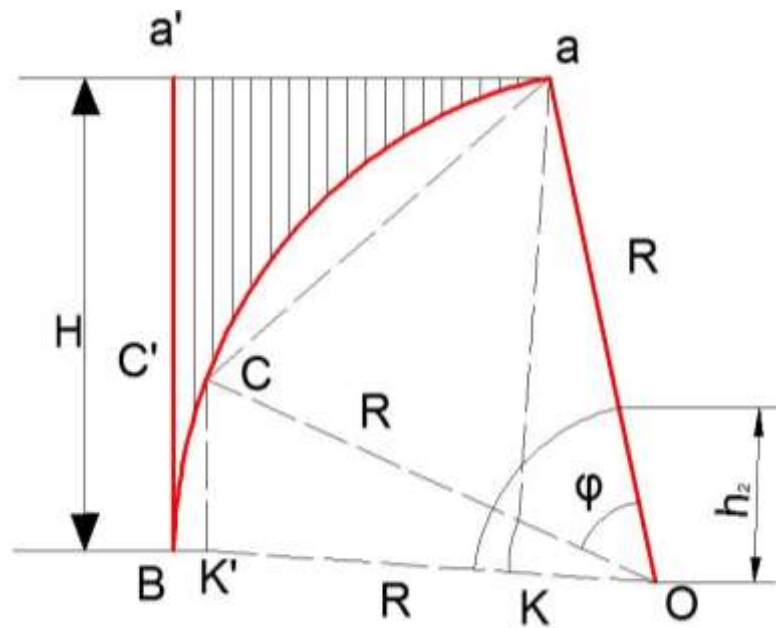
Egri sirtga ta'sir etuvchi G.B.K.ni aniqlash uchun, uni gorizontaal tashkil etuvchisi \mathcal{P}_x va vertikal tashkil etuvchisi \mathcal{P}_z ajratamiz va ularni parallelogram qoidasi asosida qo'shamiz. Ya'ni,

$$\mathcal{P} = \sqrt{\mathcal{P}_x^2 + \mathcal{P}_z^2}$$

1. Gorizontaal tashkil etuvchisi \mathcal{P}_x ni aniqlash uchun egri sirtni ixtiyoriy vertikal tekislikka proeksiyalaymiz. \mathcal{P}_x kuchi tekis sirtga ta'sir qilganday aniqlanadi.

$$\mathcal{P}_x = W_{\text{Б.э.}} = \frac{H \cdot \gamma \cdot H}{2} \cdot b = \frac{3.0\text{m} \cdot 1\text{TK/m}^3 \cdot 3.0\text{m}}{2} \cdot 1\text{m} = 4.5\text{TK}$$

2. Vertikal tashkil etuvchisi \mathcal{P}_z ni aniqlaymiz. Bu kuchni aniqlash uchun bosim tanasini quramiz. Egri sirtning chetki nuqtalaridan suvning sathiga yoki uning davomigacha perpendikulyar chiqaramiz. Bunda, egri sirt, suvning sathi yoki davomigacha hamda chiziq bilan chegaralangan soha **bosim tanasi** deyiladi va \mathcal{P}_z kuchi bosim tanasidagi suyuqlikning og'irligiga teng.



$$\mathcal{P}_z = W_{\text{Б.т.}} \cdot \gamma$$

3. Bosim tanasini hisoblaymiz.

$$\angle aOb = \arcsin \frac{H}{R} = \arcsin \frac{3\text{m}}{4.5\text{m}} = 46^\circ$$

$$\angle cOb = \arcsin \frac{h_2}{R} = \arcsin \frac{2.0\text{m}}{4.5\text{m}} = 29^\circ$$

$$\angle aOc = \angle aOb - \angle cOb = \varphi = 46^\circ - 29^\circ = 17^\circ$$

$$aa' = R - Ok = R - R \cos \angle aOb = 4.5\text{m} - 4.5\text{m} \cdot \cos 46^\circ = 1.12\text{m}$$

$$cc' = R - Ok' = R - R \cos \angle cOb = 4.5\text{m} - 4.5\text{m} \cdot \cos 29^\circ = 0.46\text{m}$$

$$S_{aa'cc'} = \frac{aa' + cc'}{2} \cdot (H - h_2) = \frac{1.12\text{m} + 0.46\text{m}}{2} \cdot (3\text{m} - 2\text{m}) = 0.79\text{m}^2$$

$$S_{aca} = \frac{R^2}{2} \left(\frac{\pi \varphi}{180} - \sin \varphi \right) = \frac{(4.5\text{m})^2}{2} \left(\frac{3.14 \cdot 17^\circ}{180} - 0.26 \right) = 0.37\text{m}^2$$

$$S_{\text{Б.т.}} = S_{aa'cc'} - S_{aca} = 0.79\text{m}^2 - 0.37\text{m}^2 = 0.42\text{m}^2$$

4. G.B.K.ni vertikal tashkil etuvchisini hisoblaymiz.

$$\mathcal{P}_z = W_{\text{Б.т.}} \cdot \gamma = S_{\text{Б.т.}} \cdot b \cdot \gamma = 0.42\text{m}^2 \cdot 1\text{m} \cdot 1\text{TK/m}^3 = 0.42\text{TK}$$

5. Kuchlarni teng ta'sir etuvchisini aniqlaymiz.

$$\mathcal{P} = \sqrt{\mathcal{P}_x^2 + \mathcal{P}_z^2} = \sqrt{4.5^2 + 0.42^2} \approx 4.52\text{TK}$$

6. Kuchning yo'nalishini aniqlaymiz.

$$\tan \alpha = \frac{\mathcal{P}_z}{\mathcal{P}_x} = \frac{0.42}{4.5} = 0.09 \Rightarrow \alpha = \arctan \frac{\mathcal{P}_z}{\mathcal{P}_x} = 6^\circ$$

7. Kuchning qo'yilish nuqtasini aniqlaymiz.

$$\begin{cases} z = kx \\ x^2 + z^2 = R^2 \Rightarrow x^2 + k^2 \cdot x^2 = R^2 \\ k = \tan\alpha \end{cases}$$

$$x^2 + \tan\alpha \cdot x^2 = R^2 \Rightarrow x = \sqrt{\frac{R^2}{\tan(\alpha)}} = \sqrt{\frac{4.5^2}{0.09}} = 15m$$

$$z = \tan\alpha \cdot x = 0.09 \cdot 15 = 1.35m$$

3 - Tur 1-Masala

Berilgan:

$\gamma_1 = 900 \text{ kgK/m}^3 = 8829 \text{ N/m}^3$, $\gamma_2 = 8000 \text{ N/m}^3$, $\rho_3 = 0.6 \text{ g/sm}^3 = 600 \text{ kg/m}^3$, $\nabla_1 = 2.4m$, $\nabla_2 = 0.8m$, $\nabla_3 = 1.3m$, $\nabla_4 = 3.1m$, $P_0 = 1.1 \text{ atm} = 107910 \text{ N/m}^2$;

Topish kerak: B idishdagi suyuqlikning erkin sathidagi absolyut bosim (kgK/sm^3 va N/m^2 da), monovakuummetra ko'rsatishini (tex. atm., mm.sim.us. da) va pezometrda suyuqlikning ko'tarilish balandligi – h_p ni aniqlash.

Yechish tartibi

1. Masalani yechish uchun Hidrostatikaning asosiy tenglamasidan $z + \frac{P}{\gamma} = \text{const}$ kelib chiqadigan natijalardan foydalanamiz.

2. A idishning tubidan A nuqtani belgilab olamiz va shu nuqtadagi absolyut bosimni

$$P_{abs} = P_0 + \gamma h$$

bu yerda: P_0 - suyuqlikni sathidagi bosim

γ -suyuqlikning solishtirma og'irligi

h - qaralayotgan nuqta chuqurligi

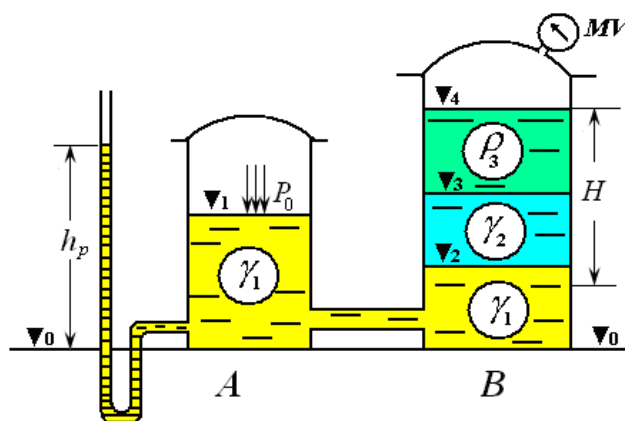
$$P_A = P_{at} + \gamma \nabla_1 = 107910 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} + 8829 \frac{\text{N}}{\text{m}^3} * 2,4m = 129099,6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

3. B idish tubidagi B nuqtani belgilab olamiz, teng bosimli sirtlarga asosan $P_A = P_B$

4. B nuqtadagi absolyut bosimni B idish tarafdan aniqlash tenglamasini yozib, bundan idish erkin sathidagi absolyut bosimni aniqlaymiz.

$$P_B = P_0 + \rho_3 g(\nabla_4 - \nabla_3) + \gamma_2(\nabla_3 - \nabla_2) + \gamma_1 \nabla_2 \Rightarrow$$

$$P_0 = P_B - (\rho_3 g(\nabla_4 - \nabla_3) + \gamma_2(\nabla_3 - \nabla_2) + \gamma_1 \nabla_2) =$$



$$= 129099,6 \frac{N}{m^2} - \left(600 \frac{kg}{m^3} * 9,81 \frac{m}{sek^2} (3,1m - 1,3m) + 8000 \frac{N}{m^3} * (1,3m - 0,8m) + 8829 \frac{N}{m^3} * 0,8m \right) =$$

$$= 107441,6 \frac{N}{m^2}$$

5. Idish erkin sathidagi absolyut bosimni shartga ko'ra **kgk/sm²** o'lchov birligida ham aniqlaymiz.

$$98100 \frac{N}{m^2} = 1 \frac{kgk}{sm^2} \text{ ekanligidan } 107441,6 \frac{N}{m^2} = 1,095 \frac{kgk}{sm^2}$$

6. Idish erkin sathidagi absolyut bosim atmosfera bosimidan katta bo'lganligi uchun, manometrik bosimni quyidagicha aniqlaymiz.

$$P_M = P_{abs} - P_{at} = 107441,6 \frac{N}{m^2} - 98100 \frac{N}{m^2} = 9241,6 \frac{N}{m^2}$$

7. Aniqlangan manometrik bosimni shartga ko'ra **tex.at** va **mm.sim.ust.** o'lchov birliklariga o'tkazamiz.

$$98100 \frac{N}{m^2} = 1 \text{ tex.at} = 735 \text{ mm.sim.ust} \text{ ekanligidan } 9241,6 \frac{N}{m^2} = 0,095 \text{ tex.at} = 69,825 \text{ mm.sim.ust}$$

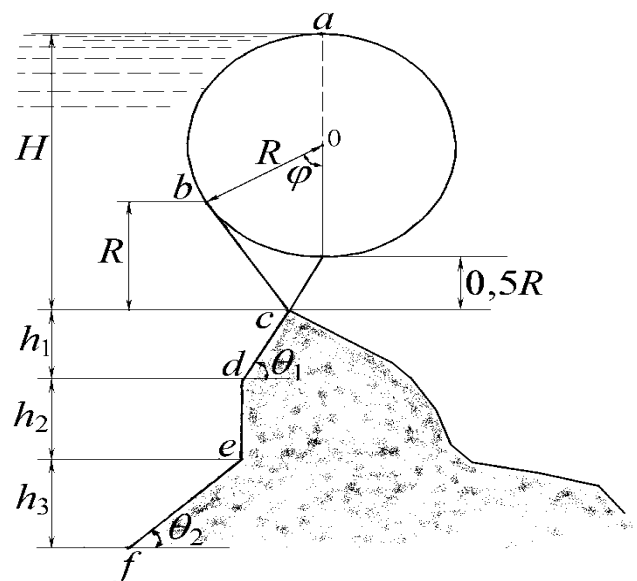
8. A idishga ulangan pyezometrda suyuqlikning ko'tarilish balandligi h_p ni aniqlaymiz buning uchun pyezometrdan C nuqtani belgilab olamiz, teng bosimli sirtlarga asosan $P_A = P_C$

C nuqtadagi absolyut bosimni pyezometr tarafdin tenglamasini yozib, undan h_p ni aniqlaymiz

$$P_C = P_{at} + \gamma_1 h_p \Rightarrow h_p = \frac{P_C - P_{at}}{\gamma_1} = \frac{129099,6 \frac{N}{m^2} - 98100 \frac{N}{m^2}}{8829 \frac{N}{m^3}} = 3,51 \text{ m}$$

2 – Masala

Berilgan:



$$R = 2m, H = 5m, \varphi = 60^\circ, h_1 = 1m, h_2 = 1.1m, h_3 = 1.2m, \theta_1 = 30^\circ, \theta_2 = 45^\circ$$

Topish kerak: 1) 1 pog. m. to'g'on uzunligi uchun to'g'onning c-d-e-f yuzasiga ta'sir qilayotgan suvning og'irlik bosimi kuchining kattaligini, yo'nalishini va qo'yilish nuqtasini aniqlash (analitik va grafoanalitik usulda). 2) a-b-c zatvor qoplamasi 1 pog. m. uzunligiga ta'sir qilayotgan suvning og'irlik bosimi kuchini kattaligi va yo'nalishini aniqlash.

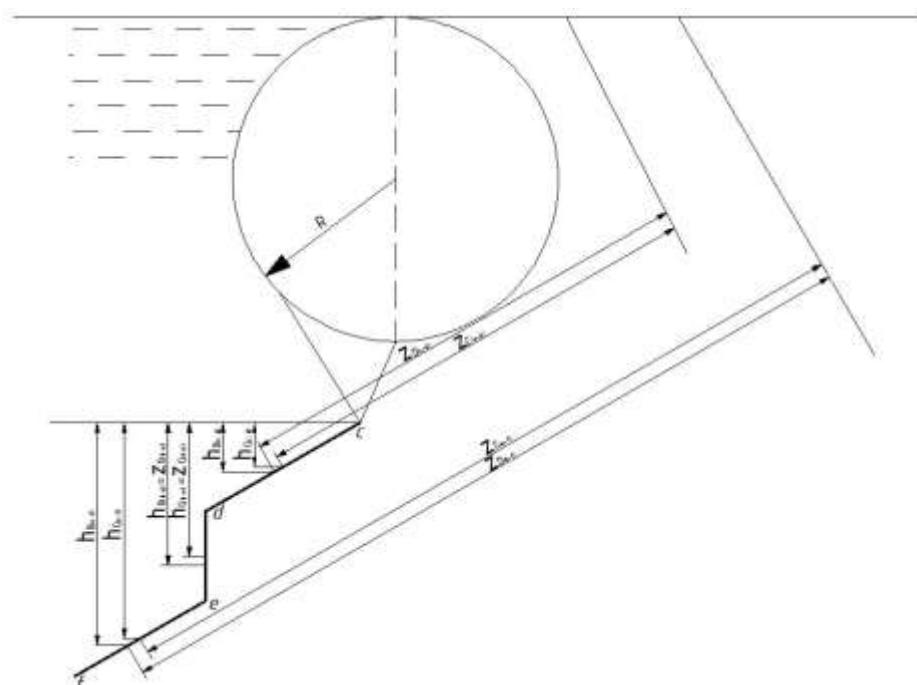
Yechish tartibi

Analitik usul

G.B.K analitik usulida aniqlanganda, uning qiymati tekis sirtning og'irlik markazidagi bosimni shu sirtning yuzasiga ko'paytmasiga teng. Ya'ni,

$$\mathcal{P} = P_{og'} \cdot \omega$$

Bu yerda: $P_{og'}$ - sirtning og'irlik markazidagi bosim; ω – sirtning yuzasi.



1. c - d devorga ta'sir qilayotgan G.B.Kni quyidagiga teng;

$$\mathcal{P}_{c-d} = P_{og'(c-d)} \cdot \omega_{c-d}$$

1.1. c - d devorga ta'sir qilayotgan og'irlik markazidagi bosimni hisoblaymiz.

$$P_{og'(c-d)} = \gamma \cdot h_{c(c-d)} = \gamma \cdot \left(H + \frac{h_2}{2} \right) = 1 \text{ TK/m}^3 \cdot \left(5.0\text{m} + \frac{1.0\text{m}}{2} \right) = 5.5 \text{ TK/m}^2$$

1.2. c - d devorning uzunligi l_{c-d} ni hisoblaymiz;

$$l_{c-d} = \frac{h_1}{\sin \theta} = \frac{1.0\text{m}}{\sin 30^\circ} = 2.20\text{m}$$

1.3. c - d devorning yuzasini hisoblaymiz.

$$\omega_{c-d} = l_{c-d} \cdot b = 2.20m \cdot 1m = 2.20m^2$$

1.4. c - d devorga ta'sir qilayotgan G.B.Kni quyidagicha hisoblaymiz;

$$P_{c-d} = 5.5 TK/m^2 \cdot 2.20m^2 = 12.11TK$$

1.5. c - d devorga ta'sir qilayotgan G.B.K.ni qo'yilish nuqtasini ya'ni bosim markazini hisoblaymiz.

$$z_{d(c-d)} = z_{c(c-d)} + \frac{J}{z_{c(c-d)} \cdot \omega_{c-d}} = \frac{\left(H + \frac{h_1}{2}\right)}{\sin \theta} + \frac{\frac{b \cdot l_{c-d}^3}{12}}{\left(\frac{H + \frac{h_1}{2}}{\sin \theta}\right) \cdot \omega_{c-d}} = \frac{5.5m}{0.5} + \frac{\frac{1m \cdot (2.20m)^3}{12}}{\frac{5.5m}{0.5} \cdot 2.20m}$$

$$= 11m + 0.04 = 11.04m$$

Bu yerda: z_c – og'irlik markazi: $z_{c(c-d)} = \frac{h_{c(c-d)}}{\sin \theta}$;

J - yuzaning o'qqa nisbatan inersiya momenti. Devor to'g'ri to'rtburchak shaklida bo'lganligi uchun $J = \frac{b \cdot l_{(c-d)}^3}{12}$

2. d - e devorga ta'sir qilayotgan G.B.Kni quyidagiga teng;

$$P_{d-e} = P_{og'(d-e)} \cdot \omega_{d-e}$$

2.1. d - e devorga ta'sir qilayotgan og'irlik markazidagi bosimni hisoblaymiz.

$$P_{og'(d-e)} = \gamma \cdot h_{c(d-e)} = \gamma \cdot \left(H + h_1 + \frac{h_2}{2}\right) = 1 TK/m^3 \cdot \left(5.0m + 1.0m + \frac{1.1m}{2}\right)$$

$$= 6.55 TK/m^2$$

2.2. d - e devorning yuzasini hisoblaymiz.

$$\omega_{d-e} = h_2 \cdot b = 1.1m \cdot 1m = 1.1m^2$$

2.3. d - e devorga ta'sir qilayotgan G.B.Kni quyidagicha hisoblaymiz;

$$P_{d-e} = 6.55 TK/m^2 \cdot 1.1m^2 = 7.205TK$$

2.4. d - e devorga ta'sir qilayotgan G.B.K.ni qo'yilish nuqtasini ya'ni bosim markazini hisoblaymiz.

$$z_{d(d-e)} = z_{c(d-e)} + \frac{J}{z_{c(d-e)} \cdot \omega_{d-e}} = \frac{\left(H + h_1 + \frac{h_2}{2}\right)}{\sin \theta} + \frac{\frac{b \cdot (h_2)^3}{12}}{\left(\frac{H + h_1 + \frac{h_2}{2}}{\sin \theta}\right) \cdot \omega_{d-e}} = \frac{6.55m}{0.5} + \frac{\frac{1m \cdot (1.1m)^3}{12}}{\frac{6.55m}{0.5} \cdot 1.1m^2} =$$

$$13.1m + 0.01 = 13.11m$$

Bu yerda: $z_{c(d-e)}$ – og'irlik markazi: $z_{c(d-e)} = \frac{h_{c(d-e)}}{\sin \theta}$;

J - yuzaning o'qqa nisbatan inersiya momenti. Devor to'g'ri to'rtburchak shaklida bo'lganligi uchun $J = \frac{b \cdot l_{(d-e)}^3}{12}$

3. e - f devorga ta'sir qilayotgan G.B.Kni quyidagiga teng;

$$\mathcal{P}_{e-f} = P_{og'(e-f)} \cdot \omega_{e-f}$$

3.1. e - f devorga ta'sir qilayotgan og'irlik markazidagi bosimni hisoblaymiz.

$$P_{og'(e-f)} = \gamma \cdot h_{c(e-f)} = \gamma \cdot \left(H + h_1 + h_2 + \frac{h_3}{2} \right) = 1 \text{ TK/m}^3 \cdot \left(5.0\text{m} + 1.0\text{m} + 1.1\text{m} + \frac{1.2\text{m}}{2} \right) = 7.7 \text{ TK/m}^2$$

3.2. e - f devorning uzunligi l_{e-f} ni hisoblaymiz;

$$l_{e-f} = \frac{h_3}{\sin \theta} = \frac{1.2\text{m}}{\sin 45^\circ} = 1.85\text{m}$$

3.3. e - f devorning yuzasini hisoblaymiz.

$$\omega_{e-f} = l_{e-f} \cdot b = 1.85\text{m} \cdot 1\text{m} = 1.85\text{m}^2$$

3.4. e - f devorga ta'sir qilayotgan G.B.Kni quyidagicha hisoblaymiz;

$$\mathcal{P}_{e-f} = 7.7 \text{ TK/m}^2 \cdot 1.85\text{m}^2 = 14.23\text{TK}$$

3.5. e - f devorga ta'sir qilayotgan G.B.K.ni qo'yilish nuqtasini ya'ni bosim markazini hisoblaymiz.

$$z_{d(e-f)} = z_{c(e-f)} + \frac{J}{z_{c(e-f)} \cdot \omega_{e-f}} = \frac{\left(H + h_1 + h_2 + \frac{h_3}{2} \right)}{\sin \theta} + \frac{\frac{b \cdot l_{e-f}^3}{12}}{\frac{\left(H + h_1 + h_2 + \frac{h_3}{2} \right)}{\sin \theta} \cdot \omega_{e-f}} = \frac{7.7\text{m}}{0.5} + \frac{\frac{1\text{m} \cdot (1.85\text{m})^3}{12}}{\frac{7.7\text{m}}{0.5} \cdot 1.85\text{m}} = 15.4\text{m} + 0.02 = 15.42\text{m}$$

Bu yerda: $z_{c(e-f)}$ - og'irlik markazi: $z_c = \frac{h_{c(e-f)}}{\sin \theta}$;

J - yuzaning o'qqa nisbatan inersiya momenti. Devor to'g'ri to'rtburchak shaklida bo'lganligi uchun $J = \frac{b \cdot l_{(e-f)}^3}{12}$

Grafoanalitik usul

G.B.K.ni grafoanalitik usulda aniqlash uchun bosim epyurasi quriladi. Bunda, G.B.K. bosim epyurasining xajmiga teng bo'ladi. Ya'ni,

$$\mathcal{P} = W_{B.3.}$$

5. c - d devorga ta'sir qilayotgan G.B.Kni quyidagicha hisoblaymiz;

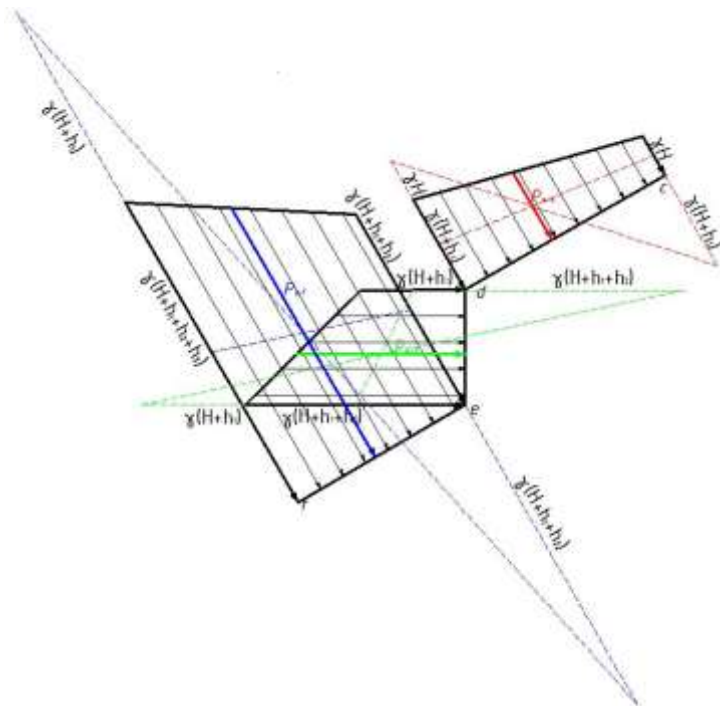
$$\mathcal{P}_{c-d} = W_{\text{Б.Э.}(c-d)} = \frac{\gamma \cdot H + \gamma \cdot (H+h_1)}{2} \cdot l_{c-d} \cdot b = \frac{1\text{TK}/\text{m}^3 \cdot 5.0\text{m} + 1\text{TK}/\text{m}^3 \cdot 6.0\text{m}}{2} \cdot 2.2\text{m} \cdot 1\text{m} = 12.11\text{TK}$$

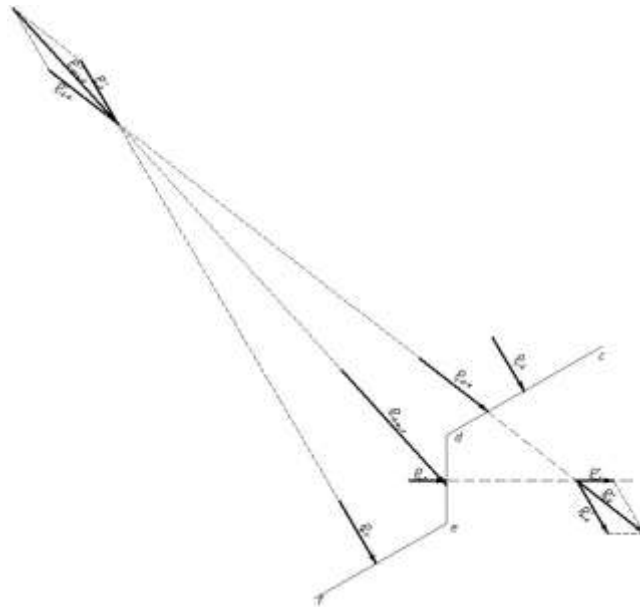
6. d - e devorga ta'sir qilayotgan G.B.Kni quyidagicha hisoblaymiz;

$$\mathcal{P}_{d-e} = W_{\text{Б.Э.}(d-e)} = \frac{\gamma \cdot (H+h_1) + \gamma \cdot (H+h_1+h_2)}{2} \cdot h_2 \cdot b = \frac{1\text{TK}/\text{m}^3 \cdot 6\text{m} + 1\text{TK}/\text{m}^3 \cdot 7.1\text{m}}{2} \cdot 1.1 \cdot 1\text{m} = 7.205\text{TK}$$

7. e - f devorga ta'sir qilayotgan G.B.Kni quyidagicha hisoblaymiz;

$$\mathcal{P}_{e-f} = W_{\text{Б.Э.}(e-f)} = \frac{\gamma \cdot (H+h_1+h_2) + \gamma \cdot (H+h_1+h_2+h_3)}{2} \cdot l_{e-f} \cdot b = \frac{1\text{TK}/\text{m}^3 \cdot 7.1\text{m} + 1\text{TK}/\text{m}^3 \cdot 8.3\text{m}}{2} \cdot 1.85\text{m} \cdot 1\text{m} = 14.23\text{TK}$$





Egri sirtga ta'sir etayotgan G.B.K.

Egri sirtga ta'sir etuvchi G.B.K.ni aniqlash uchun, uni gorizontaal tashkil etuvchisi \mathcal{P}_x va vertikal tashkil etuvchisi \mathcal{P}_z ajratamiz va ularni parallelogram qoidasi asosida qo'shamiz. Ya'ni,

$$\mathcal{P} = \sqrt{\mathcal{P}_x^2 + \mathcal{P}_z^2}$$

1. Gorizontaal tashkil etuvchisi \mathcal{P}_x ni aniqlash uchun egri sirtni ixtiyoriy vertikal tekislikka proeksiyalaymiz. \mathcal{P}_z kuchi tekis sirtga ta'sir qilganday aniqlanadi.

$$\mathcal{P}_x = W_{B.3.} = \frac{(H-R) \cdot \gamma \cdot (H-R)}{2} \cdot b = \frac{3.0m \cdot 1TK/m^3 \cdot 3.0m}{2} \cdot 1m = 4.5TK$$

2. Vertikal tashkil etuvchisi \mathcal{P}_z ni aniqlaymiz. Bu kuchni aniqlash uchun bosim tanasini quramiz. Egri sirtning chetki nuqtalaridan suvning sathiga yoki uning davomigacha perpendikulyar chiqaramiz. Bunda, egri sirt, suvning sathi yoki davomigacha hamda chiziq bilan chegaralangan soha **bosim tanasi** deyiladi va \mathcal{P}_z kuchi bosim tanasidagi suyuqlikning og'irligiga teng.

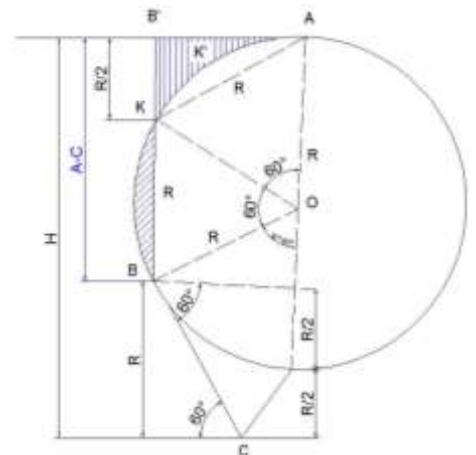
$$\mathcal{P}_z = W_{B.T.} \cdot \gamma$$

3. Bosim tanasini hisoblaymiz.

$$BK = R = 2.0m$$

$$KB' = H - 2R = 5.0m - 2 \cdot 2.0m = 1.0m$$

$$AB' = R \sin \varphi = 2.0m \cdot \sin 60^\circ = 1.62m$$



$$KB' = \frac{R}{2} = \frac{2.0m}{2} = 1.0m$$

$$S_{KBK} = \frac{R^2}{2} \left(\frac{\pi\varphi}{180} - \sin\varphi \right) = \frac{(2.0m)^2}{2} \left(\frac{3.14 \cdot 60^\circ}{180^\circ} - \sin 60^\circ \right) = 0.48m^2$$

$$S_{OKB'A} = \frac{KB' + R}{2} \cdot AB' = \frac{1.0m + 2.0m}{2} \cdot 1.62 = 2.43m^2$$

$$S_{OKK'A} = \frac{\pi R^2}{360} \cdot \varphi = \frac{3.14 \cdot (2.0m)^2}{360^\circ} \cdot 60^\circ = 2.09m^2$$

$$S_{B.T.} = S_{OKB'A} - S_{OKK'A} + S_{KBK} = 2.43m^2 - 2.09m^2 + 0.48m^2 = 0.82m^2$$

4. G.B.K.ni vertikal tashkil etuvchisini hisoblaymiz.

$$\mathcal{P}_z = W_{B.T.} \cdot \gamma = S_{B.T.} \cdot b \cdot \gamma = 0.82m^2 \cdot 1m \cdot 1TK/m^3 = 0.82TK$$

5. Kuchlarni teng ta'sir etuvchisini aniqlaymiz.

$$\mathcal{P} = \sqrt{\mathcal{P}_x^2 + \mathcal{P}_z^2} = \sqrt{4.5^2 + 0.82^2} = 4.57TK$$

6. Kuchning yo'nalishini aniqlaymiz.

$$\tan \alpha = \frac{\mathcal{P}_z}{\mathcal{P}_x} = \frac{0.82TK}{4.5TK} = 0.18 \Rightarrow \alpha = \arctan \frac{\mathcal{P}_z}{\mathcal{P}_x} = 11^\circ$$

7. Kuchning qo'yilish nuqtasini aniqlaymiz.

$$\begin{cases} z = kx \\ x^2 + z^2 = R^2 \Rightarrow x^2 + k^2 \cdot x^2 = R^2 \\ k = \tan \alpha \end{cases}$$

$$x^2 + \tan \alpha \cdot x^2 = R^2 \Rightarrow x = \sqrt{\frac{R^2}{\tan \alpha}} = \sqrt{\frac{(2m)^2}{0.18}} = 4.71m$$

$$z = \tan \alpha \cdot x = 0.18 \cdot 4.71m = 0.85m$$

**«GIDROSTATIKA»
1-LABORATORIYA ISHI**

1.1. GIDROSTATIK BOSIM VA UNING XOSSALARINI O‘RGANISH

1.1.1. Sinov savollari

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

1.1.2. Umumiy ma’lumotlar.

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

1. Suyuqlik orqali o‘lchagich asboblari:

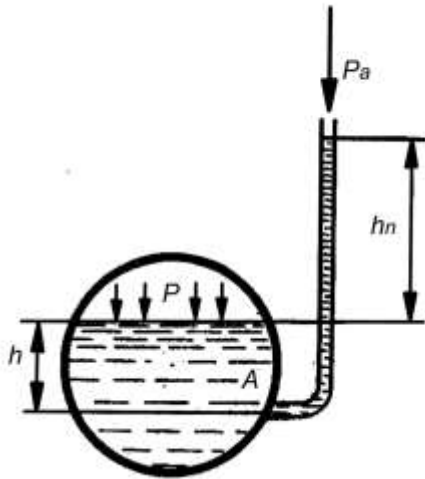
a) *pyezometr*lar – idishdagi bosim unga ulangan shisha naychada tekshirilayotgan suyuqlikning ko‘tarilishiga qarab aniqlanadi (1.1.1-rasm). Idishdagi bosimning katta yoki kichikligiga qarab pyezometr (shisha naycha) da suvning sathi h_n balandlikka ko‘tariladi. Tekshirilayotgan A nuqtadagi bosim P_a idishdagi erkin suv sathidagi bosim bilan undagi suv ustunining bosimi yig‘indisiga teng. Suv bosimi pyezometr orqali aniqlanganda u gidrostatikaning asosiy tenglamasi yordamida quyidagicha aniqlanadi:

$$p_A = p_a + \gamma(h + h_n). \quad (1.1.1)$$

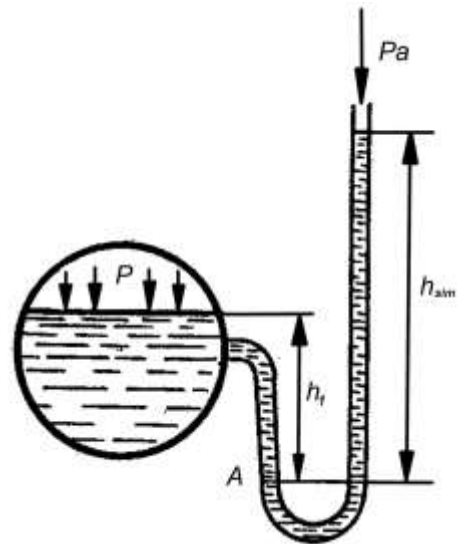
U holda pyezometrda suyuqlik erkin suv sathining balandligi bosim orqali quyidagicha ifodalanadi:

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

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 ustuni balandligiga teng bo‘lgani uchun yuqori bosimlarni o‘lchashda juda uzun shisha naychalar ishlatishga to‘g‘ri kelgan bo‘lar edi.



1.1.1-rasm. Pyezometr.



1.1.2-rasm. U-simon manometr.

b) *suyuqlik U - simon manometrlari* – bosim tekshirilayotgan suyuqlik bilan emas, simob ustuni yordamida o‘lchanadi (1.1.2-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

$$p_A = p_a + \gamma_{sim} h_{sim}$$

Bu ikki tenglikdan P ni topamiz:

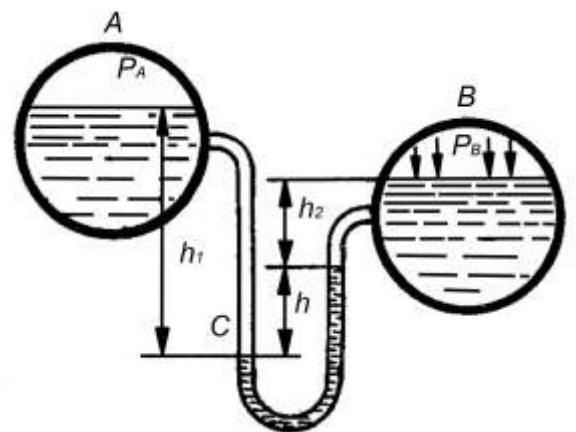
$$p = p_a + \gamma_{sim} h_{sim} - \gamma h_1 \quad (1.1.2)$$

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

c) *differensial manometrlar* – ikki idishdagi bosimlar farqining hisobiga bosimni aniqlash imkonini beradi (1.1.3-rasm).

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:

$$p_C = p_A + \gamma h_1$$



1.1.3-rasm.

Differensial manometr

Ikkinchi idishdagi bosim orqali esa

$$p = p_A + \gamma_1 h_2 + \gamma_{sim} h$$

U holda idishlardagi bosimlar farqi

$$p_A - p_B = \gamma_1 (h_2 - h_1) + \gamma_{sim} h \quad (1.1.3)$$

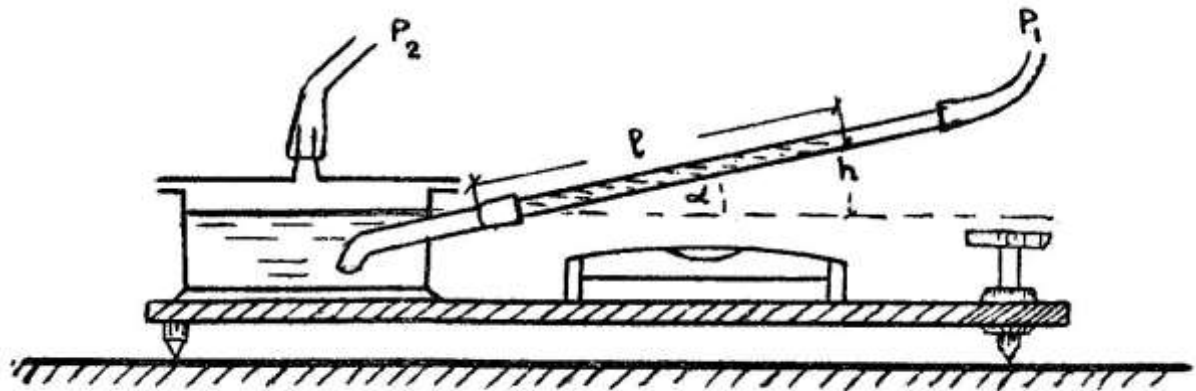
Ikki idishdagi suyuqliklar sathi teng bo'lganda esa $h_2 - h_1 = h$ va

$$p_A - p_B = (\gamma_{sim} - \gamma_1) h.$$

d) mikromanometrlar – juda kichik bosimlarni o'lchash uchun ishlatiladi (1.1.4-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

$$p = \gamma h \sin \alpha, \quad (1.1.4)$$

Shisha naychaning 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.



1.1.4-rasm. Mikromanometr

e) vakuummetrlar. Tuzilishi xuddi suyuqlik U - simon manometrlariga o'xshash bo'lib, idishdagi siyraklanish darajasini aniqlaydi (1.1.5-rasm). Hidrostatik bosim tenglamasiga asosan

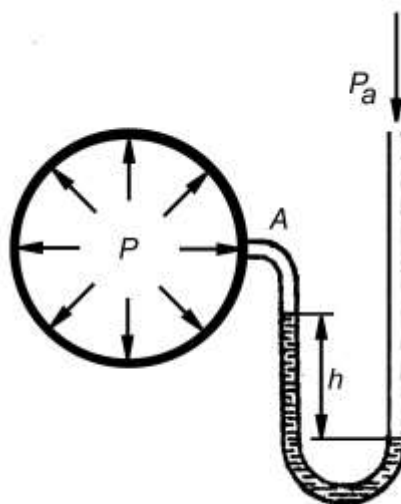
$$p + \gamma_{sim} h_{sim} = p_a$$

u holda

$$p = p_a - \gamma_{sim} h_{sim} \quad (1.1.5)$$

simob ustunining pasayishi idishdagi bosim va P_a orqali quyidagicha ifodalanadi:

$$h_{sim} = \frac{p_a - p}{\gamma_{sim}} \quad (1.1.6)$$



1.1.5-rasm. Vakuummeter.

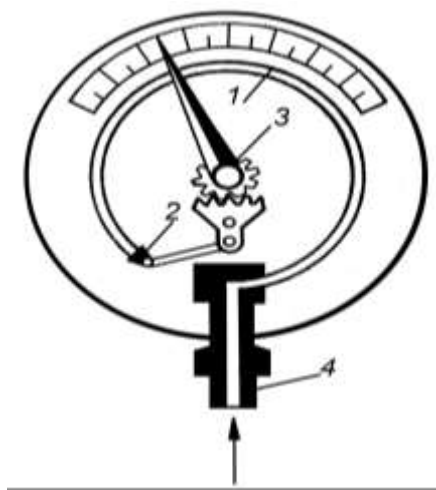
2. Mexanik usulda o'lchovchi asboblari katta bosimlarni o'lchash uchun ishlatiladi va buning uchun turli mexanik sistemalardan foydalaniladi:

a) prujinali manometr (1.1.6-rasm) ichi bo'sh yupqa egik latun' 1 naychadan iborat bo'lib, uning bir uchi kavsharlangan. Shuning uchi zanjir 2 bilan tishli uzatma 3 ga ilashtirilgan bo'ladi.

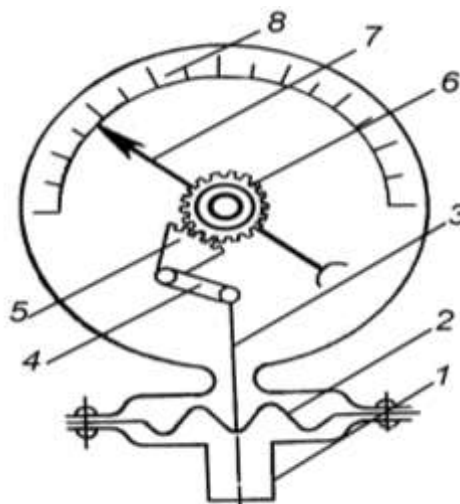
Ikkinchi uchi esa bosimi o'lchanishi zarur bo'lgan idishga bo'yin 4 orqali tutashtiriladi. Egik latun' naycha havo bosimi ta'sirida to'g'rilanishga harakat qilib, tishli uzatma yordamida strelkaning burilishiga sabab bo'ladi. Bunday manometrlarda bosimni ko'rsatuvchi shkala bor.

c) membranali manometr (1.1.7-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.

d)



1.1.6-rasm. Prujinali manometr.



1.1.7-rasm. Membranali manometr.

Manometrik bosim p_m deb, atmosfera bosimidan ortiqcha bo'lgan bosimga aytiladi:

$$p_m = p - p_a \quad (1.1.7)$$

bu yerda p - absolyut (to'liq) bosim, P_a ;

p_a - atmosfera bosimi, P_a .

Vakuummetrik bosim p_v deb, atmosfera bosimiga etmagan bosimga aytiladi:

$$p_v = p_a - p \quad (1.1.8)$$

Suyuqlikli manovakuummetr va vakuummetrlar asbobi bilan manometrik p_m va vakuummetrik p_v bosimlarni qiymatini o'lchashda quyidagi formulalardan foydalaniladi:

$$p_m = \rho g h_m, \quad (1.1.9)$$

$$p_v = \rho g h_v \quad (1.1.10)$$

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

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

$$p = p_a + \rho g h_m \quad (1.1.11)$$

yoki atmosfera va vakuummetrik bosim ayirmasiga teng:

$$p = p_a - \rho g h_v \quad (1.1.12)$$

1.1.3. Laboratoriya ishining maqsadi.

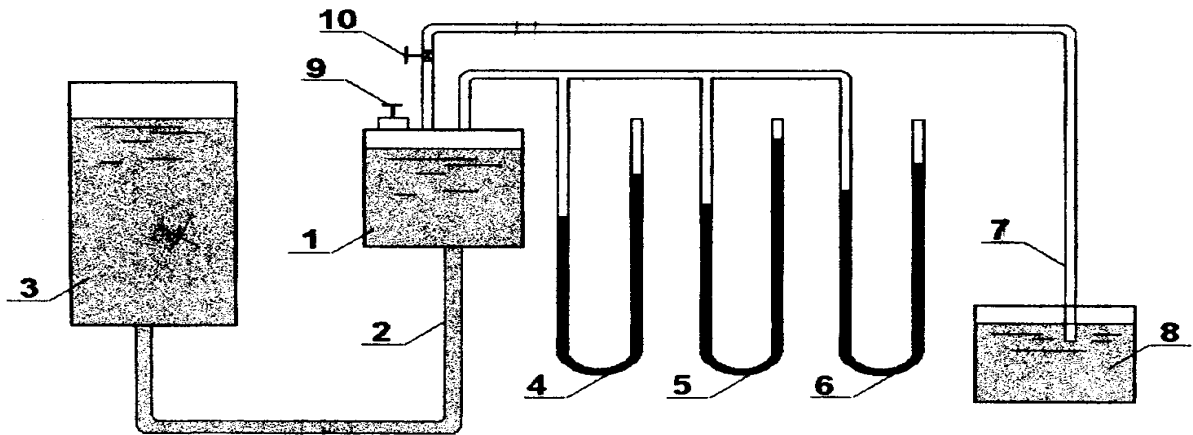
Gidrostatik bosimni turli asbob, qurilmalar bilan o'lchashni o'rganish. Suyuqlik bosimini o'lchovchi qurilmalarning ishlash uslubi va tuzilishini o'rganish. Talabalarda manometrik va vakuummetrik bosimlarni o'lchash ko'nikmalarini rivojlantirish.

1.1.4. Laboratoriya qurilmasi.

Bosim o'lchagich qurilma (1.1.8-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.



1.1.8-rasm. Laboratoriya qurilmasining sxema chizmasi.
1, 3 va 8-idishlar; 4, 5, 6-manovakuummetrlar; 7-vakuummetr.

1.1.5 Laboratoriya o‘tkazish tartibi

1.1.5.1. 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-laboratoriyasiga yozib chiqamiz.

1.1.1-jadval.

O‘lchash natijalari va manometrik bosimni hisoblash.

№	O‘lchangan qiymatlar			Hisoblangan kattaliklar		
	Monometrik ko‘rsatkichlari, m da			Monometrik bosim, Pa da		
1	h_{m1}	h_{m2}	h_{m3}	p_{m1}	p_{m2}	p_{m3}
2						
3						

1.1.1-jadvaldagi shartli belgilar:

$h_{m_1}, h_{m_2}, h_{m_3}$ - 4, 5, 6 monovakuummetrdagi suyuqlik sathi ayirmalari;

$P_{m_1}, P_{m_2}, P_{m_3}$ - 4, 5, 6 monovakuummetr asboblarining manometrik bosimning ko'rsatkichlari

2-laboratoriyada 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 1.1.1-jadvaliga yozib chiqiladi. Laboratoriyalarni bir necha bor takrorlaymiz. Oxirgi laboratoriya 3 idishdagi suv idishda to'lguncha davom etadi.

1.1.5.2. 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-laboratoriya 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 laboratoriya sifatida 1.1.2-jadvalga tushirib olinadi. Laboratoriyalar shu tariqa davom ettiriladi va h.k.

1.1.2-jadval

Vakuummetrik bosimni o'lchash va hisoblash natijalari

№	O'lchangan qiymatlar			Hisoblangan kattaliklar		
	Vakuummetrlarning ko'rsatkichlari, m da			Vakuummetrik bosim, Pa da		
1	h_{v_1}	h_{v_2}	h_{v_3}	P_{v_1}	P_{v_2}	P_{v_3}
2						
3						

1.1.2-jadvaldagi shartli belgilar:

$h_{v_1}, h_{v_2}, h_{v_3}$ - 4, 5, 6 monovakuummetrdagi suyuqlik sathlari farqi ko'rsatishlari va 7 vakuummetr asbobining ko'rsatishlari, metr suv ustunida;

p_{v1}, p_{v2}, p_{v3} - 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 1.1.2-jadvalga 3 laboratoriya sifatida qayd etiladi.

1.1.6. Laboratoriya ma'lumotlarini tahlil qilish

Idishdagi manometrik bosim qiymatlarini (1.1.9) formuladan topib, qiymatlarini 1.1.1-jadvalga tushiramiz.

Idishda paydo bo'ladigan vakuummetrik bosimning qiymatini (1.1.10) formuladan aniqlaymiz va 1.1.2-jadvalga ko'chiramiz.

Absolyut bosim qiymatini (1.1.11) formula bo'yicha hisoblab, 1.1.3-jadvalida keltiramiz.

Suyuqliklar zichliklari qiymatlarini maxsus texnik adabiyotlardan foydalanib topiladi.

Absolyut bosimni hisoblash jadvali

1.1.3-jadval

№	Absolyut bosim, Pa da ($p > p_a$)			Absolyut bosim, Pa da ($p < p_a$)			
	p_1	p_2	p_3	p_1	p_2	p_3	p_4
1							
2							
3							

1.3-jadvaldagi p_1, p_2, p_3, p_4 qiymatlar – 4, 5, 6 manovakuummetrik va 7 vakuummetriklarning ko'rsatishlari.

2-LABORATORIYA ISHI

1.2 GIDROSTATIK BOSIM QIYMATINI ANIQLASH

1.2.1. Sinov savollari

1. Hidrostatik bosim xossalarini tushuntiring.
2. Suyuqliklarda bosimni uzatilishi – Paskalqonuni.
3. Hidrostatik bosim kuchini aniqlash formulasi.
4. Hidrostatik mashinalar.

1.2.2. 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:

$$\tilde{p}_A = p_0 + \Delta p + \gamma h_A,$$

$$\tilde{p}_B = p_0 + \Delta p + \gamma h_B,$$

$$\tilde{p}_C = p_0 + \Delta p + \gamma h_C.$$

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

$$\tilde{p}_A - p_A = \Delta p,$$

$$\tilde{p}_B - p_B = \Delta p, \quad (1.2.1)$$

$$\tilde{p}_C - p_C = \Delta p.$$

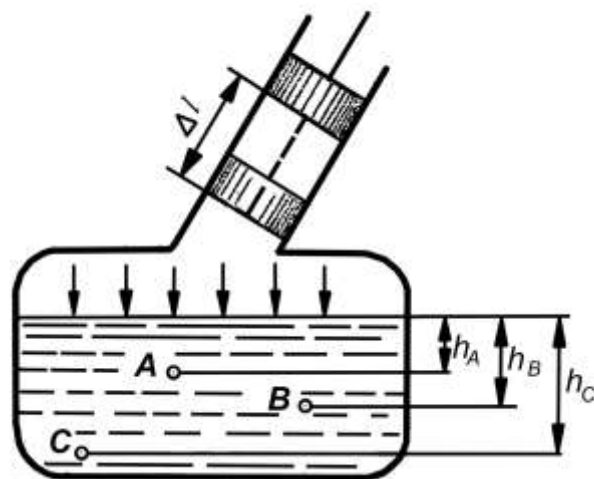
Bundan quyidagicha xulosa kelib chiqadi: yopiq idishdagi suyuqlikka tashqaridan berilgan bosim suyuqlikning hamma nuqtalariga bir xil miqdorda (o'zgarishsiz) tarqaladi. Bu Paskalqonuni sifatida ma'lum (1.2.1-rasm). Ko'pgina gidromashinalarning tuzilishi ana shu qonunga asoslangan (masalan, gidropress, domkratlar, gidroakkumulyatorlar, hajmiy gidroyuritma va hokazo)lar.

2. Hidrostatik mashinalar

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

1.2.3. Ishning maqsadi

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



1.2.1-rasm. Paskal qonunining namoyishi

1.2.4. Qurilmalar haqida ma'lumot

Gidropress.

Gidropresslardan gidrostatik qonunlar asosida katta kuchlar hosil qilish uchun foydalaniladi. Bu narsa presslash, shtamplash, toblash, materiallarni sinash va boshqa ishlar uchun qo'llaniladi. Ular ikki xil diametrli 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 quyiladi. Katta porshenga stol o'rnatilib, bu stol bilan devor o'rtasiga presslanuvchi buyum quyiladi. 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.

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 quyilgan 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.

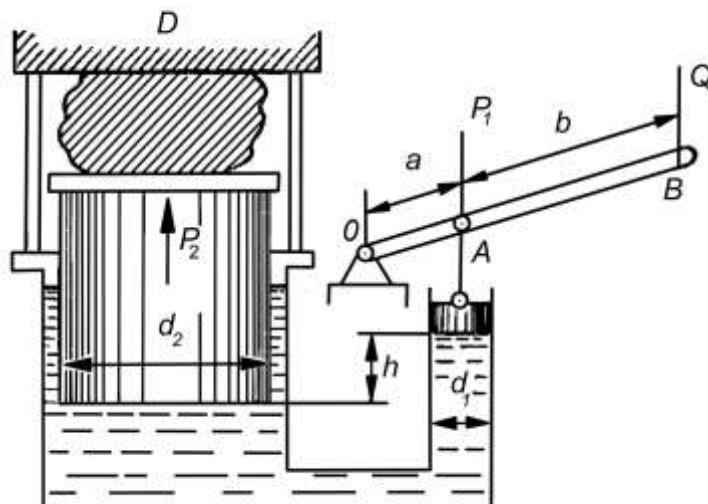
Natijada katta porshenga ta'sir qiluvchi kuch quyidagicha topiladi:

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

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:

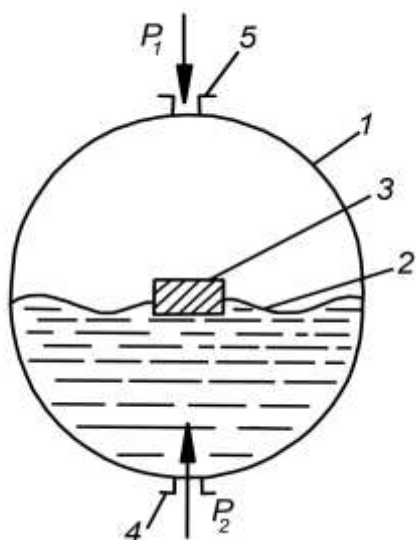


1.2.2-rasm. Gidroress.

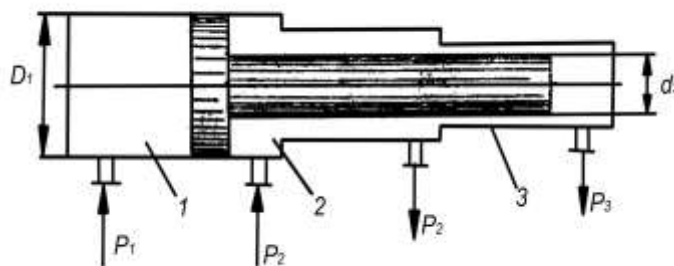
$$P_2^1 = \frac{a+b}{b} \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2 Q\eta.$$

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) Hidroakkumulyatorlar. 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.



1.2.3-rasm. Pnevmatik gidroakkumulyator.



1.2.4-rasm. Gidromul'tiplikator.

1.2.5. Laboratoriya ma'lumotlarini tahlil qilish

Talaba gidrostatik mashinalarning ishlash jarayoni bilan tanishib, olingan taassurotlari haqida qisqa xulosa yozadi. O'qituvchining topshirig'i bo'yicha va sinov savollari bo'yicha mustaqil ma'lumot tayyorlaydi.

3-LABORATORIYA ISHI

1.3 IDISHDA OQIM SATHI O'ZGARISHINING NAMOYISHI. ERKIN SATH SHAKLINI ANIQLASH.

1.3.1. Sinov savollari

1. Eyler tenglamalari
2. Nisbiy muvozanat
3. Burchak tezligi, tezlanish
4. Teng bosimli sirt tenglamasini yozing va tushuntiring

1.3.2. Umumiy ma'lumotlar

Silindrik idishdagi suyuqlik vertikal o'q atrofida o'zirmas burchak tezlik bilan aylantirilganda qo'shimcha markazdan qochma inersiya kuchi hosil bo'ladi.

Massa (og'irlik, inersiya) kuchlari va yuza kuchlarining birgalikdagi ta'siri ostida hajmi saqlangan holda erkin suv sathida o'zgarishlar hosil bo'ladi.

Eyler tenglamasidagi asosiy ta'sir etuvchi massa kuchlari chegaralanib, suyuqlikning erkin suv sath uchun parabalid tenglamasiga ega bo'ladi:

$$Z_T = \frac{\omega^2 r^2}{2g}, \quad (1.3.1)$$

bu yerda: Z_r - erkin suv sathi nuqtasining vertikal koordinatasi, m;

ω - aylanishning burchak tezligi, s^{-1} ;

$$\omega = \frac{\pi n}{30} \quad (1.3.2)$$

n – idishning aylanish chastotasi, ob/min;

r – erkin suv sath nuqtasining gorizontal koordinatasi, m;

g – erkin tushish tezlanishi, m/s^2 .

Parabaloidning aylanish markazi simmetriya tekisligidir, ya'ni uning koordinata nuqtalari diametr yo'nalishida bir xil masofada joylashadi.

1.3.3. Ishning maqsadi

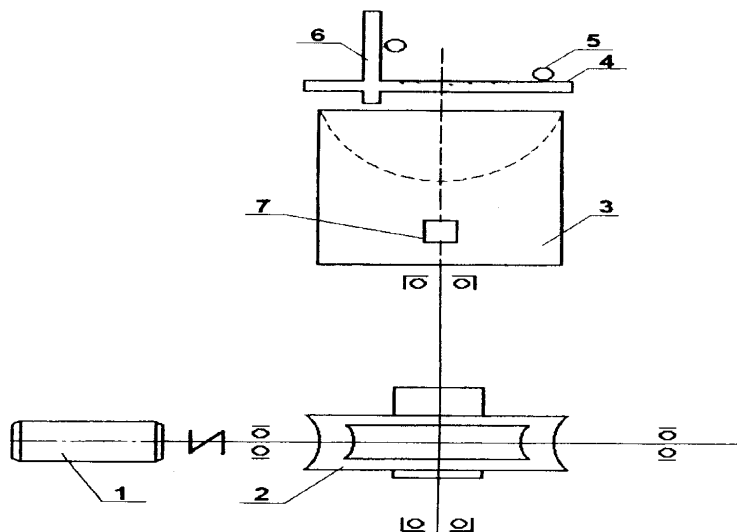
O'zgarmas burchak tezligi bilan vertikal o'q atrofida aylantirilayotgan silindrik idishdagi suv erkin sathi shaklini aniqlash.

Nazariy (Eyler tenglamasidan) aniqlangan ma'lumotlar va laboratoriya natijalarini solishtirish.

1.3.4. Laboratoriya qurilmasi

Laboratoriya qurilmasi (1.3.1-rasm) eletrodvigatel- 1, chervyakli reduktor- 2 va suyuqlik quyilgan idish- 3 dan tashkil topgan.

Qurilmadagi suv sathini o'lchash uchun gorizontall reyka 4, karetk 5 va o'lchash ignasi 6 va 7 idishning aylanishlar chastotasini ko'rsatish qurilmalaridan tashkil topadi.



1.3.1-rasm . Laboratoriya qurilmasining sxemasi:
1-elektrodvigatel; 2-reduktor; 3-suyuqlik idish, 4, 5- koretkali lineyka.

1.3.5. Laboratoriyani o'tkazish tartibi:

Laboratoriya o'tkazilishidan oldin idishning 0,5...0,6 qismi suv bilan to'ldirilishi kerak.

Elektrodvigatel 1 ishga tushirilib, stroykali ko'rsatgich 7 yordamida aylanish chastotasi 100...150 *ob/min.* oraliqda idish aylantiriladi.

Aylanish chastotasi urnatilgandan keyin o'lchov ninasi yordamida aylanish o'qi ($r = 0$) da suyuqlik erkin suv sathining vertikal nuqtasi koordinatalari o'lchanadi.

O'lchash ignasini yuqoriga ko'tarib tanlongon gorizontall yo'nalishi orqali har 1 *sm* da suyuqlik erkin sathida vertikal koordinatada bir necha nuqta va idish devorida o'lchanadi.

O'lchangan ma'lumotlar 1.3.1- jadvalga to'ldiriladi.

1.3.6. Laboratoriyada natijalarini tahlili.

Suyuqlik erkin suv sathi vertikal koordinata nuqtasi koordinatasining boshiga nisbatan, paraboloid-aylanishi jismining eng pastki nuqtasi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$Z_{oni} = Z_0 - Z_i, \quad (1.3.3)$$

bu yerda: Z_0 - paraboloid aylanish jismi vertikal koordinatadan eng pastki nuqtasi.

1.3.1-jadval

O'lchash va hisoblash natijalari.

No	O'lchangan qiymatlar	Hisoblangan qiymatlar
----	----------------------	-----------------------

tochki	$n,$ ob/min	$r,$ sm	$Z_i,$ sm	$Z_{oni},$ sm	$\omega,$ s^{-1}	$Z_{Ti},$ sm	$\frac{\Delta z}{z_{oni}},\%$
0							
1							
...							
i							

(1.3.3) formula yordamida suv to'ldirilgan idish aylanayotgandagi burchak tezligi aniqlanadi.

(1.3.3) formulasi bo'yicha aylanuvchi idishdagi suyuqlikning erkin yuzasi vertikal koordinatasining hisobli (nazariy) aylana radiusi qiymatlarida 1.3.1 - jadvaliga tushiriladi

Laboratoriya va hisoblangan qiymatlarning orasidagi farq quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$\frac{\Delta Z}{Z_{oni}} = \frac{Z_{oni} - Z_{Ti}}{Z_{oni}} \cdot 100\%. \quad (1.3.4)$$

Hisoblangan qiymatlar jadval 1.3.1. ga to'ldiriladi.

Koordinatalar sistemasida olingan laboratoriya ma'lumotlari asosida erkin suv sathi egri chizig'i quriladi va bu chiziq tahlil qilinadi.

LABORATORIYA BO'YICHA TARQATMA MATERIAL

1-Laboratoriya ishi

Mavzu: Gidrostatik bosim va uning xossalari o'rganish, bosim o'lchash asboblari.

1.1. Sinov savollari

1. Gidrostatik bosim
2. Gidrostatikaning asosiy tenglamasi
3. Bosim o'lchash asboblari
4. Manometrik va vakuummetrik bosimlar
5. Nuqtadagi bosimni aniqlash formulasi

1.2. Ishning 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.

1.3. Tajriba asosida quyidagi parametrlar o'lchab olinadi

1. Turli gidravlik qurilmalarga o'rnatilgan pezometrlarning ko'rsatgichlari;
2. Turli gidravlik qurilmalarga o'rnatilgan manometrlarning ko'rsatgichlari;

1.4. Tajriba o'tkazish tartibi

1. Bosim o'lchash asboblari bilan tanishish;
2. Tajriba qurilmalariga suv uzatilishni ta'minlash;
3. Manometr ko'rsatgichlarini yozib olish;
4. Pezometr ko'rsatgichlarini yozib olish;
5. Olingan ma'lumotlarni tahlil qilish.

Hisoblashlar quyidagi jadvalga yoziladi:

<i>Pezometr ko'rsatgichi</i>							
<i>N_o</i>	<i>m.suv.ust</i>	<i>Pa</i>	<i>atm</i>	<i>kgK/sm²</i>	<i>kN/m²</i>	<i>Tk/m²</i>	<i>mm.sim.ust</i>
1							
2							
3							
<i>Manometr ko'rsatgichi</i>							

<i>N_o</i>	<i>kgK/sm²</i>	<i>kN/m²</i>	<i>Tk/m²</i>	<i>Pa</i>	<i>atm</i>	<i>m.suv.ust</i>	<i>mm.sim.ust</i>
1							
2							
3							

Bosim o‘lchov birliklarining o‘zaro bog‘liqligi:

1 atm = 1 kgk/cm² = 9,81·10⁴ H/m² ≈ 10m cyb.ycm. ≈ 735mm simob.ycm.

1. Sinov savollariga javoblar

1. _____

2. _____

3. _____

Hisoblash natijalari

2. Xulosa

_____yo‘nalish _____ bosqich _____ gurux talabasi

F.I.SH._____

O‘qituvchi:

2-Laboratoriya ishi

Mavzu: Gidrostatik bosim qiymatini aniqlash. Paskal qurilmasi.

1.1. Sinov savollari

1. Gidrostatik bosim xossalarini tushuntiring.
2. Suyuqliklarda bosimning uzatilishi–Paskal qonuni.
3. Gidrostatik bosim kuchini aniqlash formulasi.
4. Gidrostatik mashinalar.

1.2. 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.

1.3. Tajriba asosida quyidagi parametrlar yozib olinadi

3. Paskal qurilmasiga o'rnatilgan manometrlarning ko'rsatgichlari;
4. Paskal qurilmasining yon qismiga ulangan pezometrning ko'tarilish balandligi;

1.4. Tajriba o'tkazish tartibi

6. Paskal qurilmasi va uning ish prinsipi bilan tanishish;
7. Qurilmaga suv uzatilishni ta'minlanadi;
8. Manometr ko'rsatgichlarini yozib olinadi;
9. Pezometrda suvning ko'tarilish balandligini o'lchanadi;
10. Olingan ma'lumotlarni tahlil qilish.

Hisoblashlar quyidagi jadvalga yoziladi:

№	N, m	R ₁	R ₂	ΔN ₁	ΔR ₁	ΔR ₂	Xulosa
1							
2							
3							
4							

Bosim o'lchov birliklarining o'zaro bog'liqligi:

$$1 \text{ атм} = 1 \text{ кгк/см}^2 = 9,81 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2 \approx 10 \text{ м сув.уст.} \approx 735 \text{ мм с.моб.уст.}$$

3. Sinov savollariga javoblar

1. _____

2. _____

3. _____

Hisoblash natijalari

4. Xulosa

_____ yo‘nalish _____ bosqich _____ gurux talabasi

F.I.SH. _____

O‘qituvchi:

Mavzularga doir test-nazorat savollari

1. Hidravlika fanining predmeti?

- a) Hidravlika – tabiiy fanlardan biri bo‘lib, suyuqlikning nisbiy tinch holat va harakat qonuniyatlarini o‘rganadi va bu qonuniyatlarni kishilar jamiyatining mehnat faoliyatida qo‘llash uchun uslublar yaratadi;
- b) Hidravlika – tabiiy fanlardan biri bo‘lib, suyuqlikning nisbiy tinch holat qonuniyatlarni o‘rganadi;
- c) Hidravlika – suyuqlikning harakat qonuniyatlarini o‘rganadi va bu qonuniyatlarni kishilar jamiyatining mehnat faoliyatida qo‘llash uchun uslublar yaratadi;
- d) Hidravlika – qattiq jismlarning nisbiy tinch holat va harakat qonuniyatlarini o‘rganadi va bu qonuniyatlarni kishilar jamiyatining mehnat faoliyatida qo‘llash uchun uslublar yaratadi.

2. Puaz qanday o‘lchov birlik?

- a) Dinamik yopishqoqlik koeffitsientining o‘lchov birligi;
- b) Kinematik yopishqoqlik koeffitsientining o‘lchov birligi;
- c) Dinamik yopishqoqlik koeffitsientining g‘adir-budirlik koeffitsientiga nisbati o‘lchov birligi;
- d) Dinamik yopishqoqlik koeffitsientining erkin tushish tezlanishiga nisbati o‘lchov birligi;

3. Stoks qanday o‘lchov birlik?

- a) Dinamik yopishqoqlik koeffitsientining o‘lchov birligi;
- b) Kinematik yopishqoqlik koeffitsientining o‘lchov birligi;
- c) Dinamik yopishqoqlik koeffitsientining g‘adir-budirlik koeffitsientiga nisbati o‘lchov birligi;
- d) Dinamik yopishqoqlik koeffitsientining erkin tushish tezlanishiga nisbati o‘lchov birligi;

4. Suyuklikning kinematik yopishqoqligi nima?

- a) Dinamik yopishqoqlik koeffitsientini zichlikga nisbati;
- b) Dinamik yopishqoqlik koeffitsientining xajmiy og‘irlikga nisbati;
- c) Dinamik yopishqoqlik koeffitsientining g‘adir-budirlik koeffitsientiga nisbati;
- d) Dinamik yopishqoqlik koeffitsientining erkin tushish tezlanishiga nisbati.

5. Suyuklikning dinamik yopishqoqligi nima?

- a) Suyuqlikning ichki ishqalanish kuchlarini xarakterlovchi kattalik;
- b) Kinematik yopishqoqlik koeffitsientining xajmiy og‘irlikka ko‘paytmasi;
- c) Kinematik yopishqoqlik koeffitsientining g‘adir-budirlik koeffitsientiga nisbati;
- d) Kinematik yopishqoqlik koeffitsientining erkin tushish tezlanishiga nisbati.

6. Ideal va real suyuqliklar orasida qanday tafovut mavjud?

- a) Ideal suyuqliklarning zarrachalar o‘rtasida o‘zaro ta’sir kuchi mavjud bo‘lib,

real suyuqliklar zarrachalari bir-biri bilan o'zar ta'sirda bo'lmaydi:

- b) Ideal suyuqliklarning zarrachalar o'rtasida o'zaro ta'sir kuchi mavjud emas deb qabul qilinsa, real suyuqliklar zarrachalari bir-biri bilan o'zar ta'sirda bo'ladi:
- c) Ideal suyuqliklar tabiatda mavjud, real suyuqliklar esa tabiatda mavjud emas:
- d) Ideal suyuqliklar zichliklari o'zgaruvchan, real suyuqliklar zichliklari o'zgarmasdir.

7. Suyuqlikning solishtirma (hajmiy) og'irligi nima?

- a) Birlik hajmdagi suyuqlikning massasi:
- b) Birlik hajmdagi suyuqlikning og'irligi ;
- c) Suyuqlikning og'irligi;
- d) Suyuqlikning massasi;

8. Suyuqlikning zichligi nima?

- a) Birlik hajmdagi suyuqlikning massasi:
- b) Birlik hajmdagi suyuqlikning og'irligi ;
- c) Suyuqlikning og'irligi ;
- d) Suyuqlikning massasi;

9. Suyuqlik qattiq jism va gazlardan qanday farq qiladi?

- a) Qattiq jismlarda zichlik o'zgaruvchandir, gazlarda esa u doimiy qiymatga egadir;
- b) Qattiq jismlar bosim ta'sirida siqiluvchandir, gazlar esa bosim ta'sirida siqilmaydi;
- c) Qattiq jismlar bosim ta'sirida siqilmaydi, gazlar esa bosim ta'sirida o'zgarmas zichlikka ega;
- d) Qattiq jismlarda zichlik o'zgarmas kattalikka ega, gazlarda esa u o'zgaruvchandir.

10. Kapilyarlik nima?

- a) Suyuqlikning hajmiy kuchlari ta'sirida kichik diametrli naychalarda ko'tarilishi yoki pasayishi kapilyarlik deb ataladi;
- b) Suyuqlikning og'irlik kuchi ta'sirida kichik diametrli naychalarda ko'tarilishi yoki pasayishi kapilyarlik deb ataladi;
- c) Suyuqlikning sirt taranglik kuchlari ta'sirida kichik diametrli naychalarda ko'tarilishi yoki pasayishi kapilyarlik deb ataladi;
- d) Suyuqlikning sirt inersion kuchlar ta'sirida kichik diametrli naychalarda ko'tarilishi yoki pasayishi kapilyarlik deb ataladi

11. Aeratsiya tushunchasini qanday ta'riflash mumkin?

- a) Katta tezlik bilan harakatlanayotgan oqim qatlamlari orasiga havo kirgan holda suv bilan havo pufakchalarining birgalikdagi ikki fazali oqim ko'rinishidagi harakati aeratsiya deyiladi.

12. Kavitatsiya tushunchasiiga ta'rif bering.

- a) Suyuqlik kavitatsiyasi deb, havo pufakchalarining harakatlanayotgan suyuqlik ichidan ajralib chiqib harakatlanishiga aytiladi;
- b) Suyuqlik kavitatsiyasi deb, havo pufakchalarining suyuqlik massasi bilan birgalikdagi harakatiga aytiladi;
- c) Suyuqlik kavitatsiyasi deb, turli fizik hossalarga ega bo'lgan suyuqlik massalarining birgalikdagi harakatiga aytiladi;
- d) Suyuqlik kavitatsiyasi deb, havo pufakchalarining harakatlanayotgan suyuqlik ichida yorilishi hodisasiga aytiladi;

13. Kavitatsion eroziya tushunchasiga ta'rif bering.

- a) Harakatlanayotgan suyuqlik ichidagi havo pufakchalarining yorilishi natijasida paydo bo'ladigan zarb ta'sirida harakatlanayotgan suyuqlikni o'rab turgan qattiq devorning yemirilishi kavitatsion eroziya deyiladi;
- b) Harakatlanayotgan suyuqlik ta'sirida qattiq devorning emirilishi kavitatsion eroziya deyiladi;
- c) Harakatlanayotgan suyuqlikning kinetik energiyasi ta'sirida qattiq devorning emirilishi kavitatsion eroziya deyiladi;
- d) Harakatlanayotgan suyuqlikning potensial energiyasi ta'sirida qattiq devorning emirilishi kavitatsion eroziya deyiladi;

14. Harakatlanayotgan suyuqlik qatlamlari oralig'idagi ichki ishqalanish kuchlarining dinamik yopishqoqlik koeffitsienti, qatlamning ishqalanish yuzasi hamda tezlik gradienti $\left(T = \mu \omega \frac{du}{dh}\right)$ ga proporsionalligi haqidagi

gipotezani bashorat qilgan olimning nomini aniqlang.

- a) Ya.I.Frenkel;
- b) N.P.Petrov;
- c) Kulon;
- d) I.Nyuton.

15. Nonyuton suyuqliklar deganda qanaqa suyuqliklarni tushunasiz?

- a) Nyuton qonuniyatga bo'ysunadigan suyuqliklarga aytiladi;
- b) Nyuton qonuniyatga bo'ysunmaydigan suyuqliklarga aytiladi;
- c) $\tau = \tau_0 + \mu \frac{du}{dn}$ qonuniyatga bo'ysunadigan suyuqliklarga aytiladi;
- d) $\tau = \mu \frac{du}{dn}$ qonuniyatga bo'ysunadigan suyuqliklarga aytiladi.

16. N.E.Jukovskiy viskozimetri kandy yopishqoqlikni o'lchash imkoniyatini beradi?

- a) Kinematik yopishqoqlik koeffitsientini;
- b) Umumiy yopishqoqlikni;
- c) Dinamik yopishqoqlikni;
- d) To'g'ri javob yo'q.

17. Engler viskozimetri kandy yopishqoqlikni o'lash imkoniyatini beradi?

- a) Kinematik yopishqoqlik koeffitsientini;
- b) Umumiy yopishqoqlikni;
- c) Dinamik yopishqoqlikni;
- d) To'g'ri javob yo'q.

18. Kapilyar viskozimetrlarni ko'rsating.

- a) Engler, Ostvald viskozimetrlari;
- b) N.E.Jukovskiy, Pinkevich viskozimetrlari;
- c) Bingham, Ostvald viskozimetrlari;
- d) Barchasi to'g'ri.

19. Engler viskozimetriga asosan kinematik yopishqoqlik koeffitsientini hisoblash imkoniyatini beradigan Pomeransev formulasini ko'rsating?

- a) $\nu = 0,0731E - 0,0631 \frac{1}{E}$;
- b) $\nu = 0,0828E - 0,08332 \frac{1}{E}$;
- c) $\nu = \frac{1}{11,995} \cdot 10^{-2} \frac{1}{\lg \frac{h_0}{h_1}} T - 3,033(h_0 - h_1) \frac{1}{T}$.
- d) Barchasi to'g'ri.

20. Ikki koaksial silindrli viskozimetrlar qanday yopishqoqlikni aniqlash imkoniyatini beradi?

- a) Kinematik yopishqoqlik koeffitsientini;
- b) Umumiy yopishqoqlikni;
- c) Dinamik yopishqoqlikni;
- d) To'g'ri javob yo'q.

21. Quyidagi tenglamalardan qaysi biri to'g'ri emas?

- a) kuch = massa x tezlanish
- b) zichlik = hajm / massa
- c) bosim = zichlik x tezlanish x balandlik
- d) bosim = kuch / maydon

22. Dengiz sathidagi havo bosimi 14,5 lbs/kv. dyuym Nega biz bu bosim bizga bosim o'tkazayotganini sezmayapmiz?

- a) bu tortishish tuyg'usiga befarq
- b) biz tug'ilgandan beri bunga o'rganib qolganmiz
- v) tanamizdagi suyuqliklar xuddi shu kuch bilan tashqariga itariladi
- d) tortishish kuchi bosim tuyg'usini inkor etadi

23. Har qanday chuqurlikdagi statik suyuqlik bosimi quyidagilarga bog'liq.

- a) umumiy massa
- b) sirt maydoni

v) er osti masofasi

d) yuqorida aytilganlarning hammasi

24. Bosim tenglamasida - $P = \rho \times g \times h$, g (SI tizimi) ning birliklari:

a) kg/m^3

b) m/sek

v) $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{sek}$

d) m/sek^2

25. Chuqurligi 3 metr bo'lgan suzish havzasining tubidagi bosim qanday?

a) $(1,01 \times 10^5) + (1,09 \times 10^5) \text{ Pa} = 2,10 \times 10^5 \text{ Pa}$

b) $(1,01 \times 10^5) + (3,63 \times 10^4) \text{ Pa} = 1,36 \times 10^5 \text{ Pa}$

v) $(1,01 \times 10^5) + (7 \times 10^4) \text{ Pa} = 1,71 \times 10^5 \text{ Pa}$

TESTLAR

Test topshirig'i	A	B	C	D
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?	$\gamma = \frac{\rho}{g}$	$\beta_{r^o} = \frac{1}{V} \frac{\Delta V}{\Delta t}$	$\rho = \frac{m}{V}$	$\beta_c = -\frac{1}{W} \frac{dW}{dp}$
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?	$\beta_{r^o} = \frac{1}{V} \frac{\Delta V}{\Delta t}$	$\beta_c = -\frac{1}{W} \frac{dW}{dp}$	$\rho = \frac{m}{V}$	$\gamma = \frac{\rho}{g}$
Kinematik yopishqoqlik koeffitsenti bilan dinamik yopishqoqlik koeffitsentining farqi qaysi kattalikka bog'liq?	Zichlik	Og'irlik kuchi	Hajm	Ishqalanish koeffitsenti
Gidravlika fanining predmeti?	Gidravlika – suyuqlikning nisbiy tinch holat va harakat qonuniyatlari ni o'rganadi va bu qonuniyatlarni texnikaga qo'llaydi	Gidravlika – tabiiy fanlardan biri bo'lib, suyuqlikning nisbiy tinch holat qonuniyatlarni o'rganadi	Gidravlika – suyuqlikning harakat qonuniyatlarini o'rganadi va bu qonuniyatlar texnikaga qo'llaydi	Gidravlika – qattiq jismlarning harakat qonuniyatlari ni o'rganadi va bu qonuniyatlarni texnikaga qo'llaydi
Manometrik bosim	$p_m = p_{atm} - p_0$	$p_m = p_0 - p_{atm}$	$p_m = p_0 - \gamma h$	$p_m = p_0 + \gamma h$

qanday aniqlanadi?				
Vakuummetrik bosim qanday aniqlanadi?	$p_v = p_0 + \gamma h$	$p_v = p_0 - p_{atm}$	$p_v = p_0 - \gamma h$	$p_v = p_{atm} - p_0$
P'ezometrik balandlik qanday aniqlanadi?	$h_A = \frac{p_A}{\gamma}$	$h_A = \gamma h$	$h_A = p_A \gamma$	$h_A = p_A$
Vakuummetrik balandlik qanday aniqlanadi?	$h_v = \frac{p_a - p_A}{\gamma}$	$h_v = \gamma h$	$h_v = p_A \gamma$	$h_v = p_A$
Tutash idishlar qonuni to'g'ri yozilgan javobni ko'rsating	$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\gamma_2}{\gamma_1}$	$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\gamma_1}{\gamma_2}$	$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$	$\gamma_1 h_2 = \gamma_2 h_1$
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 i xossalarini o'rganib, texnikaga tadbiiq etishni o'rgatadi	Muvozanatda gi suyuqlikka ta'sir etuvchi kuchlarni o'rgatadi
Suyuqlikda bosimning uzatilishi qaysi qonun orqali ifodalanadi?	Arximed qonuni	Paskal' qonuni	Eyler qonuni	N'yuton qonuni
Manometrik bosim qachon nolga teng bo'ladi?	Hamma vaqt	Absolyut bosim atmosfera bosimidan kichik bo'lsa	Absolyut bosim atmosfera bosimiga teng bo'lsa	Absolyut bosim atmosfera bosimidan katta bo'lsa
Gidrostatikaning asosiy tenglamasi qaysi kuchlar hisobga olinganda to'g'ri bo'ladi?	Faqat og'irlik kuchini	I shqalanish kuchini, og'irlik kuchini	Inertsiya kuchini, og'irlik kuchini	Faqat ishqalanish kuchini
Qaysi ma'lumot Paskal' qonunini ifodalaydi?	Suyuqlikka tashqaridan berilgan bosim	Suyuqlikka botirilgan jismga siqib chiqaruvchi	Gidrostatik bosim u ta'sir qilayotgan	Gidrostatik bosim u ta'sir qilayotgan yuzaga

	suyuqlikning hamma nuqtalariga bir xil miqdorda o'zgarishsiz uzatiladi	kuch ta'sir qilib, bu kuchning kattaligi botirilgan jism siqib chiqargan suyuqlik hajmiga teng bo'ladi	yuzaga normal bo'yicha yo'nalgan bo'ladi	vertikal yo'nalgan bo'ladi
Vakuummetr 0,5 at ni ko'rsatyapti, absolyut bosim qanchaga teng?	$0,5 \frac{kgk}{sm^2}$	$1,2 \frac{kgk}{sm^2}$	$0,8 \frac{kgk}{sm^2}$	$1 \frac{kgk}{sm^2}$
Muvozanatdagi suyuqlikning berilgan nuqtasidagi og'irlik bosimi umumiy holda nimaga teng?	Absolyut gidrostatik bosimdan suyuqlik erkin satxidagi bosimning ayirmasiga teng	Absolyut gidrostatik bosimdan vakuummetrik bosimning ayirmasiga teng	Absolyut gidrostatik bosimdan shu nuqtadagi manometrik bosimning ayirmasiga teng	Erkin satxdagi gidrostatik bosimdan atmosfera bosimining ayirmasiga teng
Qaysi formula gidrostatikaning asosiy formulasi?	$z + \frac{p}{\gamma} = const$	$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} > z_2 + \frac{p_2}{\gamma}$	$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} < z_2 + \frac{p_2}{\gamma}$	$p = \rho gh$
Ixtiyoriy nuqtadagi bosimni qaysi formula orqali hisoblash mumkin?	$p = p_0 + \rho gh$	$p = p_0 + gh$	$p = \rho gh$	$p = p_0 - \rho gh$
Gidrostatik bosim qiymati yo'nalishga bog'liqmi?	Yo'q, bog'liq emas	Ha, bog'liq	Ba'zan bog'liq, ba'zan yo'q	Harakat mavjud bo'lganda
$1 \frac{kgk}{sm^2}$ da texnik atmosfera ...	1,0 at	0,5 at	1,5 at	2,0 at
Muvozanatdagi suyuqlikning berilgan nuqtasidagi og'irlik bosimi umumiy holda nimaga teng?	Absolyut gidrostatik bosimdan suyuqlik erkin satxidagi bosimning ayirmasiga	Absolyut gidrostatik bosimdan atmosfera bosimining ayirmasiga teng	Absolyut gidrostatik bosimdan shu nuqtadagi manometrik bosimning	Erkin satxdagi gidrostatik bosimdan atmosfera bosimining ayirmasiga teng

	teng		ayirmasiga teng	
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
Suv quvuriga ulangan manometr $0,2 \frac{kgk}{sm^2}$ ni ko'rsatayapti. Quvurdagi p'ezometrik naporni aniqlang	200 sm	0,04 m	$700 \frac{kgk}{sm^2}$	200 mm
Suv quvuriga ulangan p'ezometr ko'rsatkichi $h_p=70sm$. Quvurdagi bosimni aniqlang	$400 \frac{N}{m^2}$	$7000 \frac{N}{m^2}$	$300 \frac{kg/s}{sm^2}$	$50 \frac{gk}{sm^2}$
N va kgk orasidagi bog'liqlikni aniqlang	1 kgk = 9,81 N	1 kgk = 0,5 N	1 kgk = 0,1 N	1 kgk = 2 N
Gidrostatik bosim kuchi analitik usulda qanday hisoblanadi?	$P = p_0 - \gamma h$	$P = W_{b.e} = S_{b.e} b$	$P = p_0 + \gamma h$	$P = \gamma_c \omega = p_c \omega$
Gidrostatik bosim kuchi grafonalitik usulda qanday hisoblanadi?	$P = p_0 + \gamma h$	$P = \gamma_c \omega = p_c \omega$	$P = W_{b.e} = \Omega_{b.e} b P = \sqrt{P_x^2 + P_y^2}$	
Vater chizig'i deb nimaga aytamiz?	Suzish tekisligi bilan jism sirtining kesishish chizig'i	Suzayotgan jism normal holatda uning o'rtasidan o'tgan 00 o'qi	Jism yon devorining erkin sirt bilan kesishishi	Suzish tekisligiga perpendikulya r bo'lgan chiziq

Arximed kuchi to'g'ri yozilgan javobni ko'rsating	$G = P = \gamma W$	$G = \gamma \omega$	$F = \gamma WS$	$F = m \nu$
Bosim markazi deb nimaga aytiladi?	Gidrostatik bosim kuchining teng ta'sir etuvchisi qo'yilgan nuqtasiga	Yuza diagrammalari kesishgan nuqtasiga	Yuzaning egrilik markaziga qo'yilgan bosimga	Qo'yilgan bosimning proektsiyasiga
Qachon bosim markazi bilan shakl og'irlik markazi ustma-ust tushadi?	Tekis shakl gorizontal bo'lsa	Tekis shakl vertikal holatda bo'lsa	Shakl qavariq bo'lsa	Shakl botiq bo'lsa
Egri sirtga ta'sir etuvchi kuch qanday aniqlanadi?	$P = W_{b,e} = \Omega_{b,e} b$	$P = \sqrt{P_x^2 + P_y^2}$	$P = \gamma_c \omega = p_c \omega$	$P = p_0 + \gamma h$
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
Suyuqlikda jismlarning suzishi qaysi qonunga asoslangan?	Arximed qonuni	Paskal' qonuni	Bord qonuni	N'yuton qonuni
Vertikal devordagi bosim markazi bu	Bosim epyurasining og'irlik markazi	Gidrostatik bosim qo'yilgan nuqta	Gidrostatik bosim kuchining yuza og'irlik markaziga qo'yilgan nuqtasi	Og'irlik markazining ekstsentrisetdan siljishi
Egri sirtga ta'sir etuvchi kuchning gorizontal o'qqa	$\alpha = \arctg \frac{P_z}{P_x}$	$\alpha = \arctg \frac{P_x}{P_y}$	$\alpha = \arctg \frac{P_z}{P_x}$	$\alpha = \arctg \frac{P_x}{P_y}$

nisbatan qiyaligi				
Bosim tanasini aniqlash nima uchun kerak?	Egri sirtga ta'sir etayotgan gidrostatik bosim kuchini vertikal tashkil etuvchisini aniqlash uchun	Egri sirtga ta'sir etayotgan gidrostatik bosim kuchini gorizontal tashkil etuvchisini aniqlash uchun	Vertikal' sirtga ta'sir etayotgan gidrostatik bosim kuchini aniqlash uchun	Gorizontal sirtga ta'sir etayotgan gidrostatik bosim kuchini aniqlash uchun
Qaysi holatda gidravlik radius quvur radiusining yarmiga teng?	Silindrik trubalarda suyuqlik to'lib oqqanda	To'g'ri to'rtburchakli novlarda suyuqlik oqqanda	Suyuqlik trapetsiadal novlarda oqqanda	Suyuqlik uchburchak novlarda oqqanda
Taqqoslash tekisligi bilan erkin sirt ustma-ust tushadimi?	Ustma-ust tushadi	Ustma-ust tushmaydi	Laminar harakat rejimida	Suyuqlik harakatlangan da

GLOSSARIY

A

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.

Anomal suyuqliklar - Nyutonning asosiy ichki ishqalanish qonunlariga bo'yinsunmaydigan suyuqliklarga nonyuton yoki anomal suyuqliklar deyiladi.

B

Barqaror (statsionar) harakat - deb, shunday harakatga aytiladiki, bunda suyuqlik harakatlanayotgan oblastning har qaysi nuqtalarida mahalliy tezliklar vaqt bo'yicha o'zgarmaydi.

Bir o'lchamli harakat - deb, tezliklari faqat bir koordinataga bog'liq bo'lgan harakatga aytiladi. Bunday harakat bilan bog'liq gidravlik masalalar yechimida faqat bo'ylama koordinatalariga bog'liq o'rtacha tezliklardan foydalaniladi.

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. Ideal suyuqliklar harakatida ichki ishqalanish kuchlari sodir bo'lmaydi, demak, oqimda urinma kuchlanishlar bo'lmaydi.

Bosim markazi - Hidrostatik bosim kuchning tekis devorni kesib o'tgan nuqtasiga, bosim markazi deyiladi.

D

Dinamik qovushoqlik - tezlik gradienti birga teng bo'lganda suyuqlik qatlamlari tekkan birlik yuzasiga to'g'ri keluvchi ishqalanish kuchi.

G

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 gorizontall tublardagi bosim kuchlari bir xil bo'ladi. Bu Hidrostatik paradoks deyiladi

F

Fazoviy harakatda - kinematik xarakteristikalarini uch x, y va z koordinatalarga bog'liq.

I

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.

J

Harakat (Jonli) kesimi - Elementar oqim naychalarining ko'ndalang kesimlari oqim jonli kesimini tashkil etadilar. Oqim ko'ndalang kesimi yuzasining hamma nuqtalarida, shu yuzani kesib o'tadigan oqim chiziqlari normal yo'nalgan bo'lsa, bunday ko'ndalang kesim yuzasiga ω jonli kesim deyiladi.

K

Kinematik qovushoqlik - suyuqlik dinamik qovushqoqligining zichligi nisbatiga teng.

M

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.

Nonyuton qovushqoq – plastik suyuqliklar - o'zlariga nyuton suyuqliklar qovushqoqligini va qattiq plastik jism xossalarini mujassam etadilar.

P

Paskal qonuni - Hidrostatikaning $p = p_0 + \rho gh$ asosiy tenglamasidan ko'ramizki, tinch holatda bo'lgan suyuqlikning p_0 sirtidagi bosim shu idish ichidagi suyuqlikning istalgan nuqtasiga o'zgarishsiz ta'sir qiladi.

S

Sirtqi kuchlar - Bu kuchlar ajratib olingan suyuqlik hajmining tashqi sirtlariga ta'sir qiladi va shu sirtlar yuzalariga proporsional. Sirtqi kuchlarga suyuqlikning erkin sirtidagi atmosfera bosimi, suyuqlikdagi idish devori bosimi, suyuqlikdagi porshen bosimi va h.k. Sirtqi kuchlar ajratilgan suyuqlik hajmining sirti bo'yicha uzluksiz taqsimlangan.

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.

Suzayotgan jismning mustahkam muvozanati - deb, jismning tinch holatdan chiqishiga va qandaydir yotiq holatga olib kelgan kuch ta'siridan keyin, uning boshlang'ich holatiga qaytishiga aytiladi.

T

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.

Trayektoriya - Suyuqlik zarrachasining vaqtga bog'liq holda bosib o'tgan yo'li, uning trayektoriyasi deyiladi.

V

Vakuum - agar nuqtada absolyut bosim atmosfera bosimidan kichik bo'lsa, unda absolyut bosimning atmosfera bosimigacha yetmasligi vakuum deyiladi

Y

Yaxlit uzluksiz muhit - suyuqlikning modeli bo'lib, uning tinch holati va harakatini o'rganishda foydalaniladi: yaxlit uzluksiz muhit deb faraz qilish, suyuqlik harakatini tavsiflovchi hamma parametrlarini koordinata va vaqtning uzluksiz va differensiallanadigan funksiyalari deb hisoblash mumkinligini ko'rsatadi.

Q

Qovushoqlik - suyuqlikning qatlamlar nisbiy siljishiga qarshilik ko'rsatish xossasi.

ILOVALAR

1 - jadval

ASOSIY QABUL QILINGAN BELGILARNING RO'YXATI.

r – bosim	λ – gidravlik ishqalanish koeffitsiyenti
ρ – zichlik	ξ – mahalliy qarshilik koeffitsiyenti
T – harorat	F_{tr} – ishqalanish kuchi
V – hajm	τ – solishtirma ishqalanish kuchi
ν – solishtirma hajm	Ne – Nyuton soni
S – kesim yuzasi	Re – Reynolds soni
u – oqim tezligi	Fr – Frud soni
u_x, u_y, u_z – tezlik vektori tashkil etuvchilari	Eu – Eyler soni
s – to'liq zarbasining tezligi	M – Max soni
a – tovush tezligi	E – taranglik moduli
ω – burchak tezligi	l – quvur uzunligi
$\omega_x, \omega_y, \omega_z$ – koordinata o'qlari bo'yicha burchak tezligining proyeksiyasi .	d – quvur ichki diametri
X, Y, Z – koordinata o'qlari bo'yicha massa kuchlari	D – quvur tashqi diametri
m – massa	d_e – quvurning ichki ekvivalent diametri
G – og'irlik kuchi	r – radius
M – massa sarfi	r_g – gidravlik radius
Q – xajmiy sarf	K – g'adir-budurlik koeffitsiyenti
β_t – hajmiy kengayish koeffitsiyenti	δ – quvur devorlarining qalinligi
β_r – hajmiy siqilish koeffitsiyenti	I – gidravlik nishablik
t – vaqt	k – adiabatik ko'rsatgich
N – to'liq napor	s_v – doimiy hajmdagi issig'lik sig'imi
α – Koriolis koeffitsiyenti	c_p – doimiy bosimdagi issig'lik sig'imi
γ – solishtirma og'irlik	ε – oqimchanning siqilish koeffitsiyenti
F – potensial tezlik	φ – yaroqlilik muddati koeffitsiyenti
μ – dinamik yopishqoqlik	R – berilgan gazning doimiysi
ν – kinematik yopishqoqlik	g – erkin tushish tezlanishi
h_u – napor yo'qolishi	

2 - jadval.

Suvning kinematik yopishqoqlik koeffitsiyenti ν , cm^2 / sek , haroratga bog'liq xolda

t^0	ν	t^0	ν	t^0	ν
1	0,017321	11	0,012740	22	0,009892
2	0,016740	12	0,012396	24	0,009186
3	0,016193	13	0,012067	26	0,008774
4	0,015676	14	0,011756	28	0,008394
5	0,015188	15	0,011463	30	0,008032
6	0,014726	16	0,011177	35	0,007251
7	0,014289	17	0,010888	40	0,006587
8	0,013873	18	0,010617	45	0,006029
9	0,013479	19	0,010356	50	0,005558
10	0,013101	20	0,010105	55	0,005147
				60	0,004779

3 - jadval.

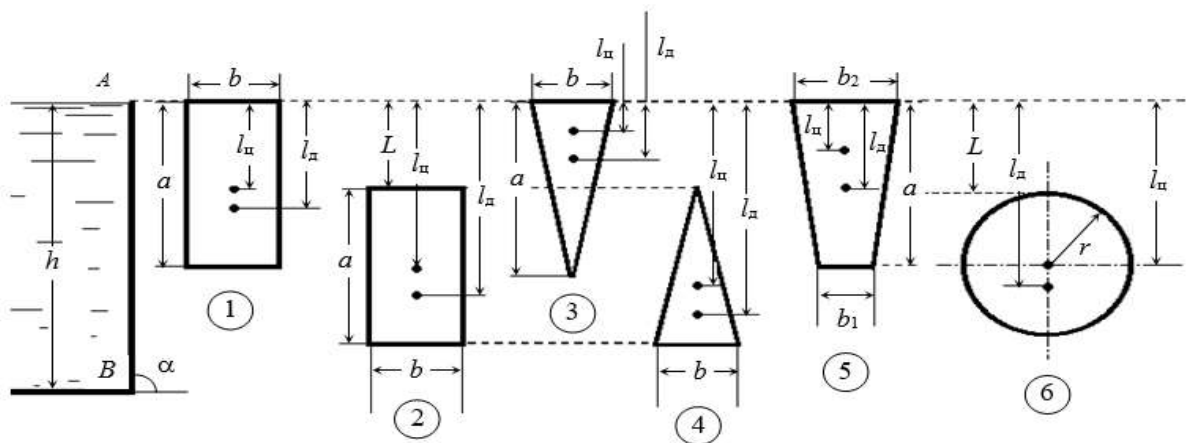
Jadval 3.1

Suyuq ustun bosimi va bosim markazining koordinatalari kuchlari

Shakl	Variant	ω	L_s	l_d	R
To'g'ritortburchsk	1	ab	$\frac{a}{2}$	$\frac{2}{3}a$	$\frac{1}{2}\rho ga^2 b \sin \alpha$
To'g'ritortburchak	2	ab	$L + \frac{a}{2}$	$\frac{a(2a+3L)}{3(a+2L)} + L$	$\rho gab \left(\frac{a}{2} + L \right) \sin \alpha$
Uchburchak	3	$\frac{1}{2}ab$	$\frac{1}{3}a$	$\frac{1}{2}a$	$\frac{1}{6}\rho ga^2 b \sin \alpha$

Uchburchak	4	$\frac{1}{2}ab$	$L + \frac{2}{3}a$	$L + \frac{4a(2a+3L)+a^2}{6(2a+3L)}$	$\frac{1}{16}\rho gab(2a+3L)\sin\alpha$
Trapetsiya	5	$\frac{1}{2}a(b_1+b_2)$	$\frac{a(2b_1+b_2)}{3(b_1+b_2)}$	$\frac{a}{2} \cdot \frac{3b_1+b_2}{2b_1+b_2}$	$\frac{1}{6}\rho ga^2(2b_1+b_2)\sin\alpha$
Aylana	6	πr^2	$L+r$	$L+r + \frac{r^2}{4(L+r)}$	$\rho g \pi r^2(r+L)\sin\alpha$

Bosim markazi koordinatalari



FOYDALANILGAN ADABIYOT

1. Mirziyoyev Sh.M. “Erkin va farovon demokratik O‘zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz” Toshkent, O‘zbekiston, 2016-56b.
2. Mirziyoyev Sh.M. “O‘zbekistonni rivojlantirishning beshta ustuvor yo‘nalishi bo‘yicha Xarakteristik strategiyasi” Toshkent, O‘zbekiston, 2017. «Gazeta.uz»
3. Latipov K.Sh.«Gidravlika, gidromashinalar va gidroyuritmalar»- darslik, Toshkent. O‘qituvchi, 1992 y.
4. Latipov Q.Sh., Arifjanov A.M., Fayziyev X., «Gidravlika», Toshkent. TAQI, 2015y. -459b.
5. Melvyn Kay, Practical Hydraulics (Taylor & Francis 2 Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon OX14 4RN) 2008.-253 pages
6. K.Sh.Latipov, A.Arifjanov, X.Kadirov, B.Toshov «Gidravlika va gidravlik mashinalar», Navoiy sh., Alisher Navoiy, 2014 y.-406b.
7. A.Arifjanov, P.N.Gurina. Gidravlika (Uchebnoye posobiye). -Tashkent. TIMI, 2011g.-182b.
8. A.M.Arifjanov «Gidravlikadan masalalar to‘plami» - Toshkent, 2004 y.-88b.
9. John Fenton A First Course in Hydraulics (Vienna University of Technology, Austria), 2012. -120 pages
10. A.M.Arifjanov, laboratorniy praktikum po kursu «Gidravlika i gidravlicheskiye mashini» - g.Tashkent, TIMI, 2007 g.-82 s.
11. Nubert Chanson (2004) Environmental Hydraulics of open channel flows (Butterworth -Heinemann: Oxford, UK), 634pages.

MUNDARIJA

	So'z boshi	3
	Kirish	4
	Birinchi qism Hidravlika.	6
	1-bo'lim. Suyuqliklarning asosiy fizik xossalari	6
1.1	Suyuqlik nima?	6
1.2	Suyuqliklarga ta'sir qiluvshi asosiy kushlar	6
1.3	Suyuqliklarning asosiy fizik xossalari	7
1.4	Qovushqoqlik (yopishqoqlik)	10
1.5	Sirt tarangligi (kapillyarlik)	13
1.6	Suyuqlik to'yingan bug'ining bosimi	14
1.7	Gazlarning suyuqlikda erishi. Kavitatsiya hodisasi haqida tushuncha	15
1.8	Ideal suyuqlik modeli	15
1.9	Nyuton qonuniga bo'ysunmaydigan suyuqliklar	16
	2-bo'lim. Hidrostatika	19
2.1	Suyuqliklarda bosim	19
2.2	Tinch turgan suyuqlikdagi bosimning xossalari	20
2.3	Muvozanatdagi suyuqlikning differentsial tenglamasi (Eyler differentsial tenglamasi)	21
2.4	Bosimi teng sirtlar. Erkin sirt	23
2.5	Eyler tenglamasining integrallari	24
2.6	Hidrostatikaning asosiy tenglamasi	25
2.7	Absolyut, manometrik, vakuummetrik va atmosfera bosimlari	26
2.8	Bosim o'lishash asboblari	27
2.9	Paskal qonuni	31
2.10	Hidrostatik mashinalar	31
2.11	Tekis sirtga ta'sir qiluvshi bosim kuchi	39
2.12	Egri sirtlarga ta'sir qiluvshi bosim	57
2.13	Bosim epyurasi	58
2.14	Arximed qonuni	64
2.15	Jismlarning suyuqlikda suzishi. Suzuvshanlik	65
2.16	Nisbiy tinshlik	67
	Amaliy mashg'ulotlarni bajarish bo'yicha topshiriqlar	
	Laboratoriya ishlarini bajarish bo'yicha ko'rsatmalar	
	Laboratoriya ishlarini bajarish bo'yicha tarqatma materiallar	
	Ilova	
	Adabiyotlar	

ОГЛАВЛЕНИЕ

Predislovie	3
Vvedenie.	4
Pervaya razdel. Gidravlika.	6
1-chast. Osnovnyye fizicheskie svoystva jidkostey	6
1.1 Osnovnyye ponyatiya o jidkosti	6
1.2 Silы, deystvuyushchie na jidkost	6
1.3 Osnovnyye fizicheskie svoystva jidkostey	7
1.4 Vyazkost	10
1.5 Poverkhnostnoe natyazhenie (kapillyarnost)	13
1.6 Davlenie насыщennogo para jidkosti	14
1.7 Rastvorenie gazov v jidkosti. Ponyatie yavleniya o kavitatsii	15
1.8 Model idealnoy jidkosti	15
1.9 Jidkosti, ne podchinyayushchiesya zakonu Nyutona	16
2-chast. Gidrostatika	19
2.1 Davlenie v jidkostyax	19
2.2 Svoystva davleniya jidkosti, naxodyasheysya v pokoe	20
2.3 Differentsialnoe uravnenie ravnovesiya jidkostey (differentsialnoe uravneniya Eylera)	21
2.4 Poverkhnosti s odinakovym davleniem. Svobodnaya poverkhnost	23
2.5 Integralы uravneniya Eylera	24
2.6 Osnovnoe uravnenie gidrostatiki	25
2.7 Absolyutnoe, manometricheskoe, vakuummetricheskoe i atmosfernoje davlenie.	26
2.8 Pribory dlya izmereniya davleniya	27
2.9 Zakon Paskalya	31
2.10 Gidrostaticheskie mashiny	31
2.11 Sila davleniya, deystvuyushchaya na ploskuyu poverkhnost	39
2.12 Davlenie, deystvuyushchee na krivolineynye poverkhnosti	57
2.13 Epyura davleniya	58
2.14 Zakon Arkimeda	64
2.15 Plavanie tel v jidkostyax. Plavanie	65
2.16 Otnositelnyy pokoy	67
Prilozhenie	
Literatury	

THE MAINTENANCE

Preface	3
Introduction	4
Part 1. Hydraulics	6
1. Basic properties of liquids	6
1.1 Basic concepts of fluid	6
1.2 Forces acting on liquids	6
1.3 Physical properties of liquids	7
1.4 Friction force in liquids Newton's law. Viscosity	10
1.5 Surface tension (capillary)	13
1.6 Liquid saturated vapor pressure	14
1.7 Dissolution of gases in a liquid. Understanding the phenomenon of cavitation	15
1.8 Ideal fluid model	15
1.9 Fluids that do not obey Newton's law	16
Part 2. Hydrostatics	19
2.1 Pressure in liquids	19
2.2 Properties of pressure in a stationary liquid	20
2.3 Euler differential equation of fluid equilibrium	21
2.4 Surfaces with equal pressure. Free surface	23
2.5 Integrals of Euler's equation	24
2.6 Basic equations of hydrostatics	25
2.7 Absolute, manometric, vacuummetric and atmospheric pressures.	26
2.8 Pressure gauges	27
2.9 Pascal's law	31
2.10 Hydrostatic machines	31
2.11 Pressure acting on a flat surface	39
2.12 Pressure acting on curved surfaces	57
2.13 Pressure diagram	58
2.14 Archimedes' law	64
2.15 Flotation of bodies in liquids. Floating	65
2.16 Relative peace	67
Application	
Literature	