

### 3-bob. JISMLARNING SUZISHI

#### 3.1. Suyuqliklarda jismlarning suzishi. Arximed qonuni

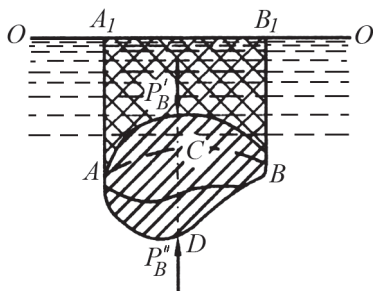
Suyuqlikka botirilgan qattiq jismlar suyuqlik sirtida, suyuqlik ichida suzadi yoki suyuqlik tubiga cho'kadi. Nima sababga ko'ra, bunday holat sodir bo'ladi? Buni aniqlashda yuqorida bayon etilgan, egri chizikli devorga suyuqlik tomonidan uyg'otgan bosim kuchining tik tashkil etuvchisini topish usulini qo'llash mumkin.

Faraz qilaylik, suyuqlikka ixtiyoriy geometrik shakldagi qattiq jism to'liq botirilgan bo'lsin (1.13-rasm). Jismning suyuqlikka botgan qismining ko'ndalang kesimini  $AA_1$  va  $BB_1$  bo'yicha proyeksiyasini hosil qilamiz. Qattiq jismning  $ABC$  sirti va uning suyuqlikni erkin sirtiga  $A_1 B_1$  proyeksiyasi oralig'idagi chiziqlar o'rtasida suyuqlikning yopiq  $AA_1 B_1 BCA$  hajmi hosil bo'ladi. Suyuqlikning bu yopiq hajmi qattiq jismga vertikal pastga tik yo'nalgan  $P'_B$  kuch bilan ta'sir etadi.

Bu kuch kattaligini, yuqorida bayon etilgan usuldan foydalanib aniqlansa, u son qiymati jihatidan  $AA_1 B_1 BCA$  hajmdagi suyuqlik og'irligiga teng bo'ladi.

Qattiq jismning ostki qismiga vertikal yuqoriga yo'nalgan ko'taruvchi kuch  $P''_B$  ta'sir etadi. Bu kuch kattaligi  $AA_1 B_1 B$  da hajmdagi suyuqlik og'irligiga teng bo'ladi. Qattiq jismga ta'sir etayotgan bosim kuchlarining teng ta'sir etuvchisi, shu jism egalagan hajmdagi suyuqlik og'irligiga teng bo'ladi.

Unda, teng ta'sir etuvchi kuch bu ikki hajmlar ayirmasi, mos ravishda, qattiq jismning  $ABCD$  hajmidagi og'irligiga teng bo'ladi:



1.13-rasm. Arximed kuchini aniqlashga doir chizma.

$$F = P_s - P_j = G_{ABCD} - \rho g V_{ABCD}, \quad (1.27)$$

bu yerda,  $F$  — Arximed kuchi yoki tutib turuvchi kuch bo‘lib, Arximed qonunining mazmunini tashkil etadi.

**Arximed qonuni quyidagicha ta’riflanadi:** *suyuqlikka botirilgan jismga suyuqlik tomonidan yuqoriga tik yo‘nalgan va jismning og‘irlik markaziga qo‘yilgan, son qiymati jihatidan, siqib chiqarilgan suyuqlik og‘irligiga teng kuch ta’sir etadi.*

Bu qonun 2200 yildan avvalroq yunon olimi Arximed tomonidan kashf qilingan bo‘lib, hozirgi kunda ham o‘z kuchini yo‘qotmagan. Arximed qonuni suyuqlik va ixtiyoriy shakldagi jismlar uchun to‘g‘ri.

### 3.2. Jismlarning suyuqlikda suzish shartlari

Suyuqlikka botirilgan jismga ikki kuch ta’sir etadi: Arximed (ko‘taruvchi) va jismning og‘irlik kuchlari. Bu kuchlarning teng ta’sir etuvchisiga muvofiq suyuqlikka botirilgan jism uch holatda suzishi mumkin:

**1. Jismning og‘irligi Arximed kuchiga teng,** ya’ni  $P = F_A$ .

Bu shart bajarilsa, bu kuchlarning teng ta’sir etuvchisi nolga teng bo‘ladi va suyuqlikka botirilgan jism farqsiz muvozanat holatida bo‘ladi, ya’ni suyuqlikning istalgan  $h$  chuqurligiga botirilgan jism, shu joyida muvozanatda bo‘ladi, suyuqlik sirtiga qalqib (suzib) chiqmaydi va cho‘kib ketmaydi.

**2. Jismning og‘irligi Arximed kuchidan katta,** ya’ni  $P > F_A$ .

Bu kuchlarning teng ta’sir etuvchisi  $F - P$  pastga qarab idish tubiga tik yo‘nalgan va shuning uchun jism cho‘kadi.

**3. Jismning og‘irligi Arximed kuchidan kichik,** ya’ni  $P < F_A$ .

Bu kuchlarning teng ta’sir etuvchisi musbat va yuqoriga qarab tik yo‘nalgan va shuning uchun jism suyuqlik sirtida suzadi. Bu shartga muvofiq suyuqlikka botirilgan jismga ta’sir etuvchi siqib chiqaruvchi (ko‘taruvchi) kuch qiymati jism og‘irligiga teng bo‘lganiga qadar jism suyuqlik sirti tomon suzib chiqadi. Ko‘taruvchi kuch jismning og‘irlik kuchiga teng bo‘lguniga qadar jism suyuqlik sirtida suzadi.

Jismning suzishi uchun **suzish sharti**, ya’ni  $P = F_A$  yetarli bo‘lmaydi. Buning uchun jismga ta’sir etuvchi hamma kuch momentlarining yig‘indisi nolga teng bo‘lishi va ularning teng

ta'sir etuvchisi yagona yo'nalishdagi chiziqda yotishi kerak. Aks holda,  $P$  va  $F_A$  kuchlari juft kuchlarni hosil qiladi, natijada jismni aylantiradi yoki ag'darib yuboradi. Faqat jismga qo'yilgan kuchlar bir vertikalda joylashgandan so'ng, jism muvozanatga keladi, xolos.

Qadimda jismlarning suzish nazariyasini bilmagan holda ko'p sonli amaliyotlar asosida suv sig'imi kichik bo'lgan yelkan va qayiq yoki kemalar qurilgan. Hozirgi kunda maxsus kemasozlik kurslari (kemalar nazariyasi) suzish qonuniyatlarini o'rganadi.

Gidravlika kursida, suyuqlikka qisman botirilgan jismning muvozanati ko'proq o'rganiladi. Bu hodisani to'g'ri tushunish uchun kemanding suvda oqmay, ustuvor turish nazariyasining ayrim qoidalari haqida to'xtalamiz.

**Ustuvorlik** *suzayotgan jismni tashqi kuchlar muvozanat holatidan chiqarganda, uning yana o'zining oldingi muvozanat holatiga qaytish xususiyatidir.*

Kemalar ikki xil ustuvorlik bilan farqlanadi:

- **ko'ndalang** — kema bir tomonga qiyshayganida o'zining muvozanatini saqlash xususiyati;

- **bo'ylama** — kema tumshug'i quyrug'idan baland yoki past bo'lganida muvozanat holatiga qaytish xususiyati.

Ko'ndalang ustuvorlik kemedagi hayotni ta'minlashda asosiy o'rinda turadi.

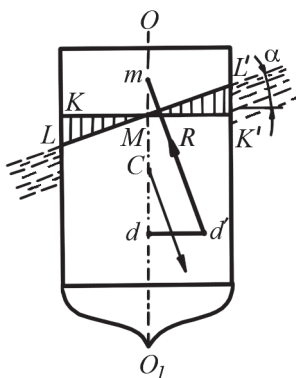
**Kemanding suv sig'imi** — *kemanding suvga botgan qismi hajmiga sig'adigan suv miqdoridir.*

Kemaga ta'sir etadigan suyuqlikning ko'taruvchi kuchi qo'yilgan nuqta, o'ziga xos, yuqorida qarab chiqqanimizdek, bosim markazi bo'la oladi.

Kemanding suv sig'imi deyilganda aynan shu holatdagi bosim markazi (1.14-rasm,  $d$  nuqta) tushuniladi.

Kema normal muvozanat holatida joylashganida uning og'irlik markazi  $S$  nuqta, kemanding **suv sig'imi** markazi nuqtasi bilan ustma-ust tushadi, bu nuqta kemanding vertikal simmetriya o'qida joylashadi. Tashqi kuchlar (masalan, dovul) ta'sirida kema o'zining tik holatidan biror burchakka og'adi, bunda kemanding LKM qismi suvdan tashqariga chiqsa, aksincha, qolgan L'K'M qismi esa, suvga botadi (1.14-rasm). Bunday holatda kemanding og'irlik  $S$  va suv sig'imi  $d'$  markazlari o'zgarmasa-da, uning suv sig'imining holati  $d$  o'rniga siljiydi. Kemani ko'tarish (Arximed) kuchi ham  $d'$  nuqtaga siljiydi va yuqoriga yo'nalgan bo'ladi.

Kemaning *metamarkazini* topish uchun ko'taruvchi kuchni o'z yo'nalishi bo'yicha kemaning  $O-O_1$  simmetriya o'qi bilan kesishguncha davom ettiriladi va  $m$  (mavjud bo'lmagan mavhum) nuqta topiladi. Metamarkaz bilan kemaning og'irlik markazi  $S$  nuqta oralig'idagi masofani **metamarkaz balandligi**  $h$  deyiladi. Metamarkaz kemaning og'irlik markazidan yuqorida joylashsa, metamarkaz balandligi musbat, aksincha, pastda joylashsa manfiy bo'ladi.



1.14-rasm. Kemaning turg'unlik sharti.

Kemaning ustuvorligi undagi metamarkaz bilan og'irlik markazlarining o'zaro joylashuviga bog'liq bo'ladi. Kemaning muvozanati uch holatga bog'liq bo'lishi mumkin:

1. *Metamarkaz va og'irlik markazi o'zaro ustma-ust tushganda*, ya'ni  $h = 0$ . Bu shart o'rinli bo'lsa, kema farqsiz muvozanatda bo'ladi.

2. *Metamarkaz og'irlik markazidan pastda joylashganda*,  $h < 0$ . Bu shart o'rinli bo'lsa, juft kuchlar kemani ag'daradi.

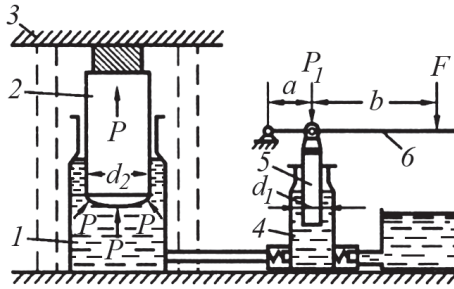
3. *Metamarkaz og'irlik markazidan yuqorida joylashganda*, ya'ni  $h > 0$ . Bu shart o'rinli bo'lsa, juft kuchlar kemani burib, uni avvalgi holatiga qaytaradi.

Demak, **metamarkaz balandligi**  $h$  qancha katta bo'lsa, kemaning og'irlik markazi shuncha pastda joylashadi va u shuncha ustuvor bo'ladi. Shuning uchun **metamarkaz balandligi** kemaning **ustuvorlik o'lchovi** hisoblanadi.

### 3.3. Hidrostatika qonunlarining texnikadagi tatbiqi

Ko'pchilik mashina va mexanizmlar ishlashining asosida gidrostatika qonunlari yotadi. Mashinalar turlicha tuzilgan va ishlatilish sohasi bilan bir-biridan farq qilsa-da, ularning ishlatishida gidravlikadagi bosim va energiyaning suyuqlik yordamida uzatilishi qonuniyatidan foydalaniladi.

**Gidravlik press.** Xalq xo'jaligi tarmoqlarining katta qiymatdagi siquvchi kuchlanish talab etiladigan sohalarida, ya'ni



1.15-rasm. Gidravlik press chizmasi.

metallarga bosim ostida ishlov berish (shtampovka, bolg‘alash, presslash), plastmassa va sochiluvchan materiallarni briketlash hamda presslashda, materiallar siqilishini tadqiq etishda va sh.k. holatlarda gidravlik press qo‘llaniladi. Gidravlik presslar juda katta siquvchi kuchlanish (500 kN va undan ortiq) hosil qila oladi. Kuchning kattaligi press konstruksiyasining mustahkamligi bilan chegaralanadi.

Gidravlik pressning sxemasi 1.15-rasmda keltirilgan. U bir vaqtning o‘zida gidravlik domkratning sxemasi ham hisoblanadi. Press, o‘zaro ulovchi quvurlar bilan biriktirilgan, ikki silindrdan iborat.

Pressning kichik silindri (4) da porshen (5) joylashgan, uning shtogi richag (6) bilan sharnirli ulangan. Katta silindr (1) da porshen (2) joylashgan va uning harakati qo‘zg‘almas platforma (3) bilan chegaralangan.

Sanoatdagi gidravlik presslarning kichik silindri o‘rniga yuqori bosimli nasoslar ishlatiladi, katta silindriga esa, maxsus qurilma (gidravlik akkumulator) qo‘shiladi va u nasos ishini rostdash vazifasini bajaradi. Agar, press richagining uchiga  $F$  kuch ta’sir etganida, richag yelkalari  $a$  va  $b$  o‘zaro teng bo‘lgan holat uchun richag qoidasidan foydalanib, quyidagi tenglamani yozish mumkin:

$$F(a + b) = P_1 a, \quad (1.28)$$

bunda  $P_1 = \frac{F(a+b)}{a}$  bo‘lib, uning ta’sirida katta porshenga gidrostatik bosim kuchi uzatiladi.

Suyuqlik ichida hosil bo‘lgan gidrostatik bosim kuchi quyidagiga teng:

$$p = \frac{P_1}{\pi d^2 / 4} = \frac{4a(a+b)}{\pi d^2}. \quad (1.29)$$

Katta porshenga uzatiladigan bosim kuchini yozamiz:

$$\begin{aligned} P_2 &= \frac{\pi d D^2}{4} p = \frac{F(a+b)4\pi D^2}{4\pi d^2 a} = \\ &= F \left( \frac{D}{d} \right)^2 \left( \frac{a+b}{a} \right), \end{aligned} \quad (1.30)$$

bu yerda,  $D$  va  $d$  — katta va kichik silindrlarning diametrlari.

Demak, (1.30) nisbatan ko‘rinadiki,  $P_2$  kuchi istalgan katta qiymatlarga ega bo‘lishi faqat silindrlar diametrlari nisbatiga va richag yelkasiga bog‘liq bo‘lar ekan.

**Gidravlik akkumulator.** Hidravlik pressning ish yo‘llari oralig‘ida energiyani to‘plash maqsadida gidroakkumulatorni qo‘llash hisobiga kamroq quvvatdagi nasoslarni ishlatishga imkon yaratiladi. Gidroakkumulator, ichida plunjer harakatlanadigan silindrdan tashkil topgan (1.16-rasm). Yelkasiga har xil og‘irlikdagi yuklar osiladigan shayin bilan plunjerning yuqori qismi o‘zaro ulangan.

Akkumulator silindriga bosim ostidagi suyuqlik (moy) haydaladi, bu suyuqlik plunjerni yuklari bilan ma‘lum balandlikka ko‘taradi. Plunjer eng yuqori nuqtachasigacha ko‘tarilgandan so‘ng, gidravlik nasos avtomatik ravishda o‘chiriladi va bosim ostidagi suyuqlik quvur bo‘ylab gidravlik mashinaga, masalan, pressga suyuqlikni damlab itaruvchi nasosga uzatiladi va pressning uzluksiz yuklama bilan ishlashi ta‘minlanadi.

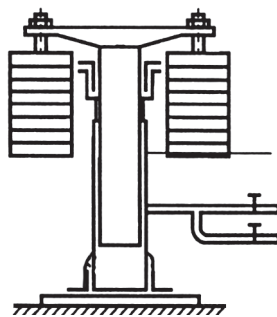
## Masalalar

*2.4-masala.* Daryoda suzib borayotgan, og‘irligi  $12 \cdot 10^3$  kN, hajmi  $56 \times 10 \times 5$  m<sup>3</sup> bo‘lgan barjaga shag‘al yuklangan. Uning eng katta cho‘kish chegarasi  $h = 3,5$  m bo‘lgan holat uchun cho‘kish qiymatini va suv hajmini toping.

*Yechish.* Barjaning suzish sharti Arximed qonuni bilan ifodalanadi:

$$G = \rho g_c V,$$

bu yerda,  $V$  — barjaga yuklangan shag‘al hajmi.



1.16-rasm. Gidroakkumulator chizmasi.

To'rtburchak shaklidagi barja yuklangan bo'lgani uchun uning muvozanat suzish shartini quyidagicha yozish mumkin:

$$F = \rho g L h y,$$

$$h = \frac{F}{\rho g y} = \frac{12 \cdot 10^6 N}{10^3 \cdot 9,81 \cdot 56 \cdot 10} = 2,18 m,$$

bu yerda,  $L$  va  $h$  — barjaning uzunligi va uning daryoga botish chuqurligi.

*2.5-masala.* Silindrlarining diametrlari  $D = 400$  mm va  $d = 10$  mm. dan bo'lgan gidravlik pressning katta silindrida  $5$  MPa bosim hosil qilish uchun kichik porshen richagining katta yelkasi uzunligi  $1,2$  m etib olingan. Porshen kichik yelkasining uzunligi  $12$  sm bo'lsa, katta richag yelkasiga qanday kuch bilan ta'sir ko'rsatish kerak?

### *Nazorat savollari*

1. Yassi devorga suyuqlikning bergan gidrostatik bosim kuchi qanday aniqlanadi va u qayerda qo'yilgan bo'ladi? Gidrostatik g'ayri-tabiiylik (paradoks) mazmuni nimadan iborat?
2. Silindrik shaklidagi devorga uzatilgan gidrostatik bosim kuchi va uning qo'yilgan nuqtasi qanday topiladi?
3. Jismlarning suzish shartini sanab o'ting. Arximed qonunining formulasini yozing va uni ta'riflang.
4. Suzayotgan jismning ustuvorligi deganda nimani tushunasiz? Ustuvorlik shartini ta'riflang.