

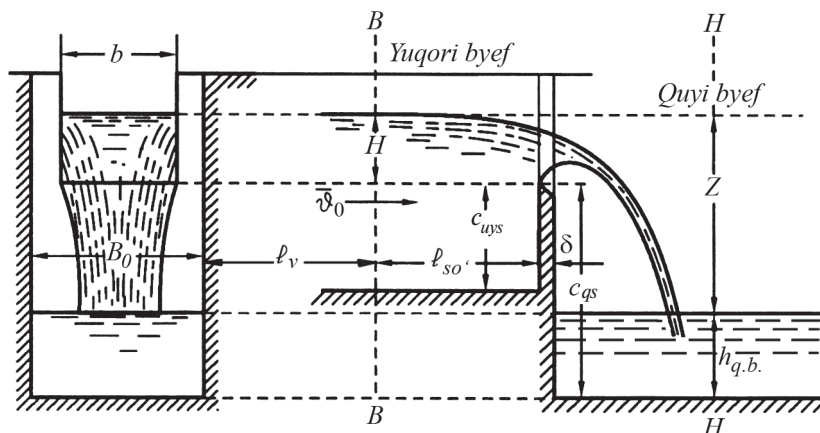
10-bob. SUVTO'KKICHLARDAN SUVNING OQIB CHIQISHI

10.1. Asosiy tushunchalar va suvto'kkich tasnifi

Suv har qanday to'siq oldida to'planib, uning sathini balandligi to'siqdan katta bo'lganida undan toshib oqib tushadi. Agarda to'siqda teshik yoki kesik bo'lsa, ulardan oqib chiqadi. To'siq (devor)da sun'iy ochilgan va bosimsiz suvni o'tkazadigan teshik (tor suv yo'li)ni **suvto'kkich** deyiladi. Suv toshib oqib o'tadigan devorni **suvto'kkich devor** deyiladi. Suvto'kkich devorgacha bo'lgan suv sathini **yuqori byef**, undan pastdagi suv sathini esa **quyi byef** deyiladi. Suv sathi o'zgarmas ($H = \text{const}$) bo'lgan tik BB chiziqdan qattiq devor (to'g'on, shluz darvozasi va sh.k.) gacha bo'lgan ℓ_v masofa qiymati $\ell_{so'} = (3-5)H$ atrofida bo'ladi va uni **suvto'kkichdagi geometrik dam** deyiladi (3.21-rasm).

Demak, suvto'kkichdagi **geometrik dam**, bu — teshik yoki ariqcha tubidan suvning erkin o'zgarmaydigan sathigacha bo'lgan **suv qatlamidir**. Suv devorga oqib kelish jarayonida o'z tezligini o'zgartiradi.

Shuning uchun hisoblarda tik BB chiziqdagi o'rta tezlik \bar{v} qiymatidan foydalaniladi.



3.21-rasm. Suvto'kkichning sxematik chizmasi.

Suvto'kkichdagi to'la sarf va to'la pasayish quyidagicha ifodalanadi:

$$H_0 = H + \alpha \frac{\bar{v}_0^2}{2g} \quad \text{va} \quad Z_0 = Z + \alpha \frac{\bar{v}_0^2}{2g}, \quad (3.28)$$

bu yerda, H_0 va Z_0 — suvto'kkichdagi to'la dam va to'la pasayish; H va Z — suvto'kkichdagi geometrik va pyezometrik damlar.

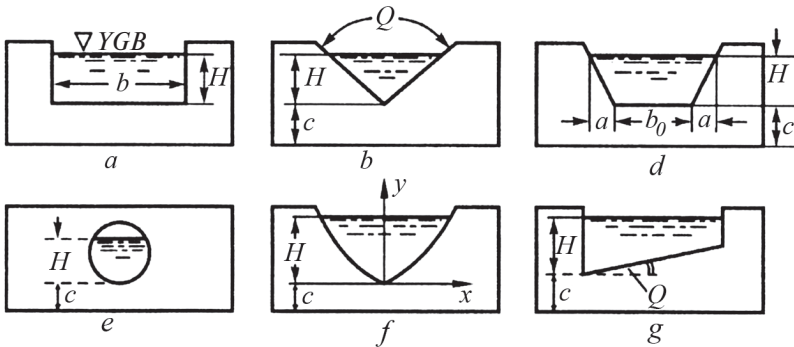
Suvto'kkichlar muayyan shart va talablarga ko'ra, besh tur bo'yicha tasniflanadi:

1) **birinchi tasnifga** suvto'kazgich teshiklarining geometrik shakliga ko'ra, to'g'ri burchakli, uchburchakli, trapetsiya, yumaloq, parabola va tubi qiya burchakli turlari mansub (3.22-rasm);

2a) **ikkinchi tasnifga** suvto'kkichning ko'ndalang kesimi shakli va o'lchamlariga ko'ra, yupqa devorli va keng tubli (ostonali), ya'ni $2H \leq \delta \leq 8H$ shartlarni qoniqtiruvchilar mansub;

2b) **ikkinchi tasnifga** suvto'kkich devor kesimi amaliy talablarni qoniqtiruvchi va $\delta \leq (0,1 - 0,5)H$ hamda $2H \leq \delta \leq 8H$ shartlarni qoniqtirmaydigan jami qolgan suvto'kkichlar mansub (3.23-rasm);

3) **uchinchi tasnifga** devordagi to'g'ri tekis va notekis suvto'kkichdagi po'rtana ko'ndalang kesimi shakliga bog'liq holda, ular to'g'ri, nishabli, teshik biqinida (3.24-a rasm) joylashgan va sinq sirtli, egri chiziqli halqasimon turlari (3.24-b rasm) mansub;

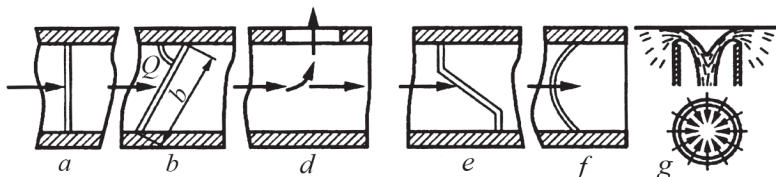


3.22-rasm. Suvto'kkichlar turlarining kesimlari:

a — to'g'ri burchakli; b — uchburchakli; d — trapetsiyasimon; e — yumaloq; f — parabolik; g — tubi qiya burchakli.



3.23-rasm. To'siq devorli suvto'kkichlar.



3.24-rasm. To'g'ri tekis va notekis suvto'kkichlar:

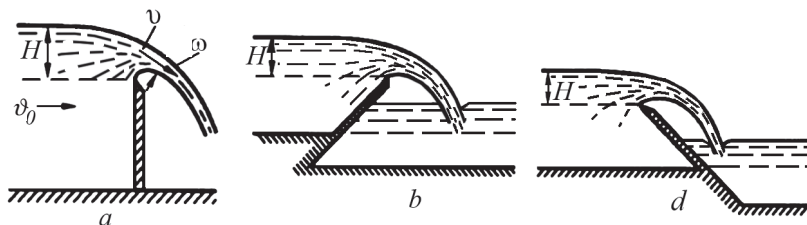
a — to'g'ri; b — qiyshiq sirtli; d — teshigi biqinida joylashgan;
 e — siniq sirtli; f — egri sirtli; g — halqasimon.

4) **to'rtinchi tasnifga** suv sathining quyi byefining ta'siriga bog'liq holda, cho'ktirilmagan (Q va H qiymatlari suv chuqurligi $h_{s.ch.}$ ga bog'liq bo'lmagan) va cho'ktirilgani (Q va H qiymatlari suv chuqurligi $h_{s.ch.}$ ga bog'liq bo'lgan) suvto'kkichlar mansub;

5) **beshinchi tasnifga** to'rtburchak shaklidagi suvto'kkich va o'zan kengliklari (b va B_0) ga bog'liq bo'lgan biqinidan siqilmaydigan ($b = B_0$) va siqiladigan ($b < B_0$) suvto'kkichlar mansub (3.24-rasm);

6) **oltinchi tasnifga** tik va oqim yo'nalishi hamda unga qarshi joylashgan suvto'kkichlar mansub (3.25- a, b, d rasm);

7) **yettinchi tasnifga** erkin va erkinmas oqimli suvto'kkichlar mansub. Erkin oqim hosil qiluvchi suvto'kkichlar shar-

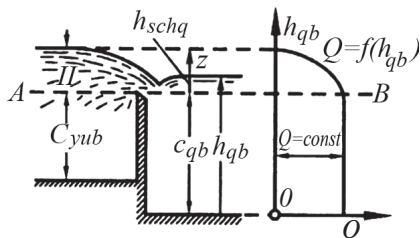


3.25-rasm. Cho'ktirilmagan suvto'kkichlar:

a va b — oqim yo'nalishida va qarshi burchak ostida joylashgan yupqa devorli; d — tik joylashgan qalin devorli.

sharasi tagiga ularning yon tomonidagi ochiq havo bo'shlig'idan atmosfera havosi kira oladi (3.27-rasm).

Aksincha, erkinmas oqim hosil qiluvchi suvto'kkichlar sharsharasi tagiga havo oqimi erkin kira olmaydi yoki kirishi ancha qiyin bo'ladi (3.26 va 3.28-rasmlar).



3.26-rasm. Cho'ktirilgan suvto'kkich.

Suvto'kkich devor cho'ktirilganida quyi byef sathi suvto'kkich devori balandligi $c_{q.b.}$ dan suvto'kkich cho'ktirilgan balandligi h_{schb} ga katta bo'ladi, ya'ni suvto'kkich ko'milib ketadi va quyi byefda suv tinch oqadi. Suvto'kkichdan keyin suv tinch harakati tartibi buzilsa, unda **bukilgan gidravlik sakrash** hodisasi sodir bo'ladi (3.27-rasm). Gidravlik sakrash paydo bo'lganida cho'ktirilgan suvto'kkich cho'ktirilmagan holatiga o'tib qoladi.

Bukilgan suv oqimidan oldinda, ya'ni suvto'kkichdan keyin *nisbiy sharshara* paydo bo'ladi va uning tagida havo bo'shlig'idagi bosim, sharshara shakliga qarab, atmosfera

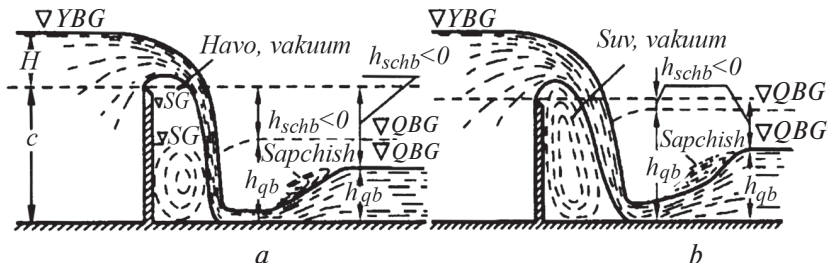


3.27-rasm. Bukilgan gidravlik sakrash.

bosimiga teng yoki undan kichik bo'lishi mumkin. Masalan, suv sathining quyi byefining gorizonti (QBG) suvto'kkich qirrasidan past bo'lganida sharshara tagida, Bazen tajribasiga mos, kuchsiz **vakuum** hosil bo'ladi va sharshara suvto'kkichga tortilishi hisobiga uning tikligi ortadi. Natijada suvto'kkichning suv o'tkazish xossasi yaxshilanadi, ya'ni sarf ortadi.

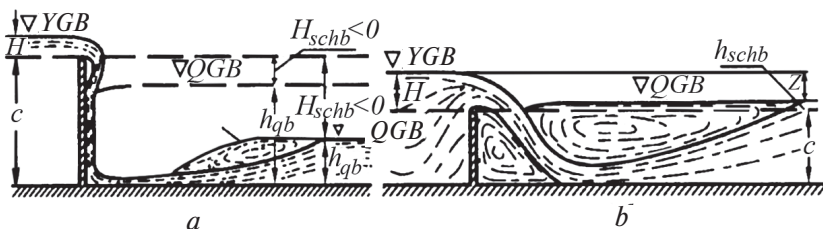
Suvto'kkichdan oldinda suv dami katta bo'lganida esa sarf ortishi natijasida quyi byef tagida ko'milgan suv nayi hosil bo'ladi (3.29- b rasm). Bukilgan gidravlik sakrash o'rinli bo'lganida bu hodisa kuzatilmaydi (3.28—3.29-rasmlar).

Oqim dami H va suvto'kkich balandligi «c» kamayib borgan sayin, avval sharshara ostida suvning vertikal uyurmasi paydo bo'ladi, so'ngra oqim suvto'kkich devoriga yopishib oqa boshlaydi.



3.28-rasm. Sharshara ostida vakuum hosil bo‘ladigan (a) va bo‘lmaydigan (b) suvto‘kkichlar:

YBG — yuqori byef gorizonti; QBG — quyi byef gorizonti.



3.29-rasm. Sharshara ortida vakuum hosil bo‘ladigan (a) va quyi byefi baland bo‘lgan (b) suvto‘kkichlar ortidagi harakat:

YGB va QGB — yuqori va quyi gidravlik byeflar.

Bazening kuzatishlariga ko‘ra $H > 0,4c$ va $h_{qb} > (c - H)$ hamda $H < 0,4c$ shartlar bajarilganida quyi byef sathi tagida ko‘milgan oqimning nayi hosil bo‘ladi (3.29-rasm).

10.2. Suvto‘kkich uchun suv sarfini hisoblash

Suvto‘kkichlarni hisoblashdan asosiy maqsad, suv sarfini muayyan sharoitga qarab tanlash va rostlashdan iborat bo‘libgina qolmasdan, zaruriy gidroinshootlarni qurishni to‘g‘ri tashkil qilish orqali iqtisodiy samaraga erishishdir. Bunda eng sodda masalalarni hisoblash usullariga kerakli matematik formulalarni keltirish bilan cheklanamiz.

Agar suvto‘kkichdan oqib tushayotgan oqimning tirik kesimini S , tezligini ϑ , suvto‘kkich kengligini b , suv sarfini Q , yuqori va quyi byeflardagi suv sathi balandliklarini s_{yub} va s_{qb} , o‘zan kengligini V_o , suvto‘kkich cho‘qqisidan yuqorida joylash-

gan suv qatlami qalinligini H , suvto'kkich devor qalinligini δ va sh.k. parametrlarni belgilasak, unda suv sarfini quyidagicha yozish mumkin:

$$Q = S\vartheta = bH\vartheta. \quad (3.29)$$

Oqim tezligi ortgan sayin sarf kattalashadi. Shuning uchun tezlik $4g^2H^2$ ga mutanosib bo'lishini va sarf, o'z navbatida, S bog'liqligini e'tirof etilsa, unda (3.29) qayta yozish mumkin bo'ladi:

$$Q = mbH = \sqrt{2gH}, \quad (3.30)$$

bu yerda, m — mutanosiblik (yoki suvto'kkichning sarf koeffitsiyenti. Amaliyotda ishlatiladigan holdagi ko'rinishga kel-tirish maqsadida (3.30) quyidagi shaklda yoziladi:

$$Q = mbH\sqrt{2gH} = mb\sqrt{2gH^3}. \quad (3.31)$$

O'rganilayotgan suvto'kkichning geometrik dami oqimning to'la damiga teng bo'lganida (3.31) formuladagi H o'rniga H_0 qo'yib yozilsa, suv oqimining suvto'kkichgacha oqib kelish tezligi ham e'tiborga olingan bo'ladi.

(3.31) formula suvto'kkichning geometrik shakli va uning joylashuviga qarab, turlicha yozilishi mumkin. Bu formulalardagi mutanosiblik koeffitsiyenti turlicha shakllarda yoziladi. Masalan, tik joylashgan cho'ktirilmagan suvto'kkich uchun (shveysariyalik muhandislar Bazan va Rebok natijalariga ko'ra):

$$m_{oqb} = 0,402 + 0,054H / c_{yub} \approx 0,4 + 0,1 \frac{0,5P}{c_{yub}}. \quad (3.32)$$

O'lchov suvto'kkichlari yoni (biqini)dan siqilgan yoki siqilmagan bo'lishiga qarab, *Egle* formulasiga muvofiq $m_0 = A_1A_2$ ga teng. Bunda:

$$A_1 = 0,405 + (27 \cdot 10^{-4} / H) - 30 \cdot 10^{-3}(1 - b / B_0); \quad (3.33)$$

$$A_2 = 1 + 0,55 \left(\frac{bH}{B_0} \frac{1}{(H + c_{yub})} \right)^2. \quad (3.34)$$

Tik joylashgan qalin bo'lmagan **cho'ktirilgan suvto'kkich** uchun:

$$m_0 = \sigma_{sch} m_{oqb} = m_{oqb} \left[1,05 \left(1 + 0,2 \frac{h_{sch}}{c} \right) \sqrt[3]{Z / H} \right]. \quad (3.35)$$

Trapetsiya shaklidagi tik joylashgan va sharshara tagiga atmosfera havosi erkin kira oladigan **suvto'kkich** uchun sarf formulasi quyidagi shaklda yoziladi:

$$Q = mb_{o'rt} \sqrt{2gH_0^{3/2}} = m\varepsilon(b_0 + 0,8nH) \sqrt{2gH^{3/2}}, \quad (3.36)$$

bu yerda, $b_{o'rt}$ va b_0 — suvto'kkichning o'rtacha eni va trapetsiya shaklidagi kesik ostining kengligi, $n = ctg\varphi$; ε — biqinidan siqish koeffitsiyenti.

Keng ostonali cho'ktirilgan suvto'kkich uchun suv sarfini hisoblash usullarini Belanje va Baxmetevlar asoslab bergan. Suv oqimi suvto'kkichga juda yaqin qolganida (ostonada), ya'ni yuqori va quyi byeflar teng ($h=h_{sch}$) bo'lganida, sarf formulasini, H va b ma'lum bo'lgan holat uchun, quyidagicha (**Belanje usuli** bo'yicha) yozish mumkin:

$$Q = \phi b_{sch} \sqrt{2g(H - b_{sch})} = \phi b b_{sch} \sqrt{2g(Z_{t.p.})_0}, \quad (3.37)$$

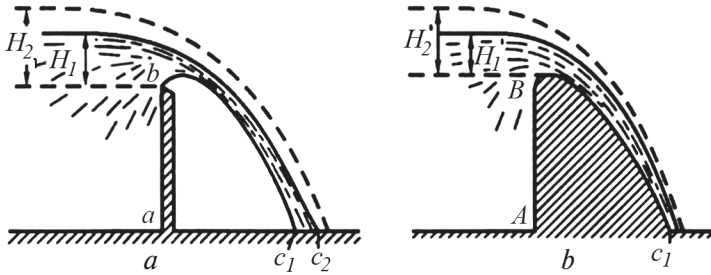
bu yerda, $Z_{t.p.}$ — to'la yuqori pasayish bo'lib, (3.31) ifodadan topiladi.

Belanje usulidan Baxmetov usuli faqat suvto'kkich uchun topilgan cho'ktirilish kriteriyasi bilan farq qiladi. Belanjeda $k = h/H_0$ bo'lsa, Baxmetovda $k = h_{kr}/H_0$ ga teng. Suvto'kkichning sarf koeffitsiyentlari Belanje va Baxmetovda bir xil qiymatlarda.

10.3. To'g'ri to'rtburchak devorli qulay shakldagi suvto'kkichlar

To'rtburchak shakldagi qulay devorli suvto'kkichlar vakuumli, vakuumsiz normal ko'rinishda va keng qirrali (butun devori) bo'ladi. Vakuumli suvto'kkichlar devori bilan sharshara ostida vakuum hosil bo'ladi (3.30-rasm).

Vakuumsiz normal ko'rinishdagi suvto'kkichlarda esa sharshara tagidagi bosim normal atmosfera bosimiga yaqin bo'ladi. Aksincha, keng qirrali suvto'kkichda sharsharagacha bo'lgan suv damining kattaligiga qarab, vakuumli yoki vakuumsiz bo'lishi mumkin. Suvto'kkichgacha bo'lgan suv oqimini dami normal bo'lganida sharsharaning quyi byefga quyilish uchi devordan katta masofaga uzoqlashmaydi va uning tagidagi bosim atmosfera bosimiga taqriban teng bo'ladi.



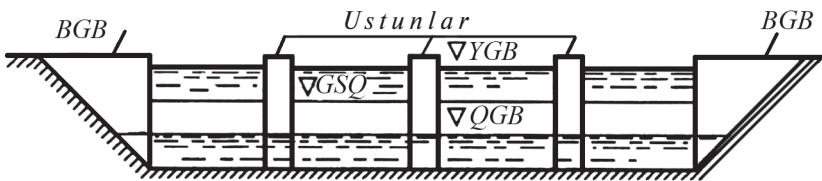
3.30-rasm. To'g'ri burchakli qulay vakuumli (a) va vakuumsiz suvto'kkichlar (b).

Suvto'kkichgacha bo'lgan suv oqimining dami normalga nisbatan ortganida esa sharsharaning quyilish uchi c_1 nuqtadan c_2 nuqttagacha ko'tariladi (3.30-a rasm). Natijada bu ko'tarilish hisobiga uning tagida vakuum hosil bo'ladi va bu esa sarfning ortishiga olib keladi. Agarda chizmadagi ABC_1 (3.30-b rasm) qulay devor shaklidagi oqim shakllantirilsa, sharshara tagida vakuum paydo bo'lmaydi va sharshara shakli **vakuumsiz normal** ko'rinishga keladi.

Keng o'zanli suvto'kkichning eng qulay devori shaklini topish zarurati to'g'onlarni loyihalash va qurishda kerak bo'ladi. Bunda o'zan kengligi bo'ylab bir necha darvozali yoki darvozasiz bo'laklarga yaxlit quyma temir-beton ustun (ko'priklar) bilan ajratiladi. O'zan tagi kenglik bo'ylab va uning qirg'oqlari yaxlit quriladi (3.31-rasm).

Keng o'zanli suvto'kkichning eng qulay devori orqali o'tgan suv sarfi **suvto'kkich formulasi** bilan hisoblanadi:

$$Q = \sigma_{ch} \epsilon m B \sqrt{2g} H_0^{3/2}, \quad (3.38)$$



3.31-rasm. Keng o'zanli suvto'kkich:

YGB va QGB — yuqori va quyi gidravlik byeflar; GSQ — gidravlik sath qirrasasi; BGB — barqaror gidravlik byef.

bu yerda, $B = \sum b$ — suvto'kkich fronti; b — ustunlar oraliqlari kengligi; $\sigma_{ch} = 1$ — cho'ktirish koeffitsiyenti (cho'ktirilmagan suvto'kkich uchun) bo'lib, tajribada topilgan natijalar asosida qurilgan $\sigma_{ch} = f(h_{ch}/H_0)$ bog'lanish grafidan uning qiymatlari topiladi; $\varepsilon = B_{ek}/B$ — yon tomoni (biqin)dan siqish koeffitsiyenti. Bu koeffitsiyent suvto'kkichning geometrik shakliga qarab uning qiymatlari o'zgaradi. Amaliyotda (bitta suvto'kkich uchun) uning qiymati $\varepsilon = 1 - 0,2\xi_y \frac{H_0}{b}$ dan va $\varepsilon = 1 - 0,2 \frac{\xi_y + (m-1)}{n} \xi_{kk} \frac{H_0}{b}$ dan (bir necha bir xil suvto'kkichlar uchun) topiladi. $B_{ek} = \sum b_{ck}$ — suvto'kkich frontining effektiv kengligi; b_{ck} — suv nayining siqilish kengligi; m — suvto'kkichning sarf koeffitsiyenti.

Qiyshiq to'g'ri burchakli suvto'kkichlardagi suv sarfi quyidagi formuladan topiladi:

$$Q = \sigma_{tk} \sigma_{ch} \sigma_{0kb} b \sqrt{2gH^3/2}, \quad (3.39)$$

bu yerda, $\sigma_{tk} = 1 - \psi H/c_{0yub}$ — suv tutami uchun tuzatma koeffitsiyenti (M.D. Chernousov formulasi); ψ — qiymati maxsus (Ayxel) jadvalidan olinadi.

Biqli suvto'kkichlar orqali o'tgan suv sarfini topishda quyidagi formuladan foydalaniladi (3.24- d rasm):

$$Q = 0,4b \sqrt{2gH_{o'rt}^3/2} \quad (3.40)$$

bu yerda, $H_{o'rt}$ — suvto'kkichdagi o'rtacha dam.

Siniq sirtli suvto'kkich orqali o'tgan suv miqdori quyida keltirilgan taqribiy formuladan foydalanib hisoblanadi (3.24- e rasm):

$$Q = m [\sum b_{ch} + \sigma_{tk} \sum b_{tk}] \sqrt{2gH_0^3/2}, \quad (3.41)$$

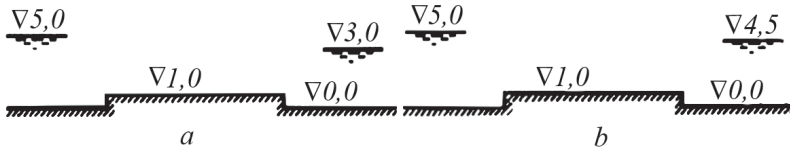
bu yerda, $\sum b_{ch}$ va $\sum b_{tk}$ — suvto'kkichning to'g'ri va qiyshiq qismlaridagi jami qirralar uzunliklari.

Demak, yuqorida qisqagina keltirilgan nazariy ma'lumotlar amaliyotda goho to'g'ri kelmasligi mumkin. Masalan, suvto'kkichgacha bo'lgan suv dami vaqt davomida o'zgarib turadi. Natijada suvto'kkichdan o'tgan suv sarfi ham o'zgaradi. Xususan, katta va keng suvto'kkichlarning (to'g'on va ko'prikdagi)

suv oʻtkazuvchi kesik va teshiklari hamda ular orasidagi ustunlar shakliga qarab sarf parametrlari oʻzgaradi. Chunki katta va uzun koʻpriklarning ostidagi suvtoʻkklarni choʻktirilmagan deb olinsa-da, amalda ular choʻktirilgan suvtoʻkklarga mansubdir.

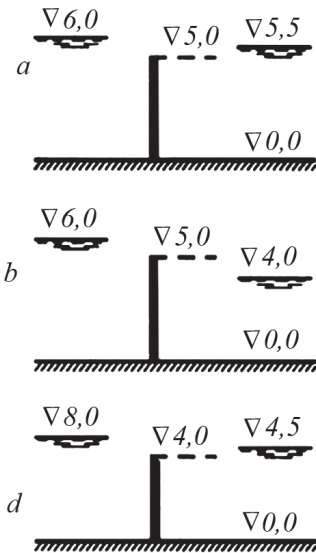
Masalalar

10.1-masala. Keng ostonali suvtoʻkkich chizmalari 3.32-rasmda keltirilgan. Belanje kriteriyasidan foydalanib, ularning qanday turdagi suvtoʻkkichga mansubligini aniqlang.



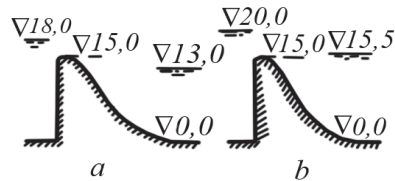
3.32-rasm. Keng ostonali suvtoʻkkichlar:

a—gidravlik byefi 3,0 m boʻlgan suvtoʻkkich; *b*—gidravlik byefi 3,0 m boʻlgan keng ostonali suvtoʻkkich.



3.33-rasm. Yupqa devorli suvtoʻkkich:

a va *d*—choʻktirilgan suvtoʻkkichlar;
b—choʻktirilmagan suvtoʻkkich.



3.34-rasm. Qalin devorli suvtoʻkkichlar:

a—choʻktirilmagan vakuum hosil qiluvchi suvtoʻkkich;
b—choʻktirilgan vakuum hosil boʻlmaydigan suvtoʻkkich

Yupqa devorli suvto'kkich (3.33-rasm)dan foydalanib, ularning qaysi biri cho'ktirilgan yoki cho'ktirilmaganligini aniqlang.

10.2-masala. 3.34-rasmda eng qulay devorli vakuumli va vakuumsiz suvto'kkichlar chizmalari berilgan. Bu suvto'kkichlarning qaysi biri cho'ktirilgan yoki cho'ktirilmaganligini aniqlang.

Nazorat savollari

1. Suvto'kkich deb nimaga aytiladi?
2. Suvto'kkich turlarini sanab o'ting va ularning ayrim chizmalarini keltiring.
3. Suvto'kkich devor deb nimaga aytiladi? Geometrik dam nima?
4. To'la sarf va pasayish deb nimaga aytiladi?
5. Suvto'kkichlarning tasniflarini sanab o'ting va tushuntiring.
6. Bukilgan gidravlik sakrash (sapchish) qanday holatda paydo bo'ladi?
7. Suvto'kkichlar xillari uchun sarf formulalarini va koeffitsiyentlarini yozing hamda ularning ma'nosini tushuntiring.
8. O'lchov suvto'kkichlar uchun *Egle* formulasini yozing.
9. Keng ostonali suvto'kkichlar qayerlarda qo'llaniladi?
10. Vakuumli va vakuumsiz suvto'kkich sharsharalari qanday ishlaydi?
11. Suvto'kkich formulasini yozing. Keng ostonali suvto'kkichlar uchun Belanje va Baxmetov formulalarini yozing va farqini tushuntiring.