

4. 2. 1802 11 23 11
N. E. 3002 31 11

217 11 11 11 11 11
11 11 11 11 11 11

Վ. Հ. ԹՈՒՔՄԱԶՅԱՆ, Ռ. Ե. ՏՌՈՋՅԱՆ

ՀԻՂՐԱՎԼԻԿԱՅԻ ԽՆԴՐԱԳԻՐՔ

Թույլատրված է Հայկական ՍՍՀ բարձրագույն և միջնակարգ մասնագիտական կրթության մեթոդական կոլեկտիվից որպես ուսումնական ձեռնարկ բարձրագույն տեխնիկական ուսումնական հաստատություններին համար:

ԵՐԿՐՈՐԻ ԲԱՐԵՓՈԽՎԱԾ ՀՐԱՏԱՐԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

ՀԵՂԻՆԱԿՆԵՐԻ ԿՈՂՄԻՅ

Թոքմաշյան Վ. Հ., Տոռզյան Ռ. Ն.

Թ 844 Հիդրավիկայի խնդրագիրք: Ուս. ձեռնարկ բուհերի համար.—
2-րդ բարեփոխ. հրատ., Եր.: Լույս, 1982.—183 էջ:

Դասագրքում տրված են ընդհանուր հիդրավիկայի և նրա հատուկ դասընթացի (կառուցվածքների և գազերի հիդրավիկայի) վերաբերյալ խնդիրներ: Բոլոր տվյալները և խնդիրները լուծումները բերված են միջազգային համակարգով (СТСЭВ 1052—78): Կատարված են տեղիներում և տեղիներում փոփոխություններ միջազգային համակարգի ստանդարտների համաձայն: Զգալիորեն ավելացված են հիդրոստատիկայի բաժնի և մի քանի այլ գլուխների խնդիրների քանակը և լուծումները: Ի տարբերություն դրսևի խնդրագրքերի, ավելացված է 19-րդ գլուխը, որտեղ բերված են բաց հոններում աղաա մակերևույթի կորերի կառուցման տիպային խնդիրներ և նրանց լուծումները էլեկտրոնային հաշվիչ մեքենաների կիրառմամբ: Զգալիորեն հարստացված է գրքի հավելվածը: Խնդրագիրքը նախատեսված է բարձրագույն տեխնիկական ուսումնական հաստատությունների ուսանողների համար:

ԳՄԴ 30.123
605

Թ 3302000000. (2).98. 1982
702(01).1982

Ваче Оганесович Текмаджян
Рафик Ервандович Трозян
ЗАДАЧНИК ПО ГИДРАВЛИКЕ
2-ое издание
(на армянском языке)
Издательство «Луйс»
Ереван—1982.

© «Լույս» հրատարակչություն, 1982

Հայերեն լեզվով հիդրավիկայի խնդրագիրք չունենալը դժվարացնում էր նրա դասավանդումը և յուրացումը բուհերում ու տեխնիկումներում:

Երևանի պոլիտեխնիկական ինստիտուտում հիդրավիկա ավանդվում է մի շարք մասնագիտությունների գծով: Ռուսերեն լեզվով չկա մի այնպիսի խնդրագիրք, որը բավարարեր բոլոր մասնագիտությունների ծրագրերին և որի թարգմանությամբ լուծվեր հայերեն հիդրավիկայի խնդրագիրք ունենալու հարցը:

Այսպիսով, ցանկանալով ունենալ այնպիսի խնդրագիրք, որը բավարարեր հիդրավիկա ուսումնասիրող բոլոր մասնագիտությունների ծրագրերին և, միևնույն ժամանակ, օգտագործեր այն փորձը, որ կուտակվել է ինստիտուտում հիդրավիկայի դասավանդման ընթացքում, հեղինակները կազմել են ավելի խնդրագիրք:

Խնդրագրի ուղի խնդիրներ կազմելիս օգտագործվել են գրականության ցանկում նշված գրքերում մշակված լավագույն խնդիրները:

Խնդրագրի 1, 3, 7, 9, 10, 11, 14, 15, 16-րդ գլուխները գրել է Վ. Հ. Թոքմաշյանը, 2, 4, 5, 6, 8, 12, 13, 17, 18-րդ գլուխները՝ Ռ. Ն. Տոռզյանը:

Խնդիրներ կազմելիս հեղինակները ելել են այն սկզբունքից, որ հիդրավիկական կողմը լինի հիմնականը, որպեսզի մաթեմատիկային կամ մեխանիկային վերաբերող դժվարությունները մեծ չլինեն, ուսանողի ուշադրությունը չչեղեն խնդրի հիդրավիկական իմաստից:

Հեղինակները խնդրագիրքը կազմելիս հիմք են ընդունել Վ. Մ. Հովսեփյանի «Հիդրավիկա» դասագիրքը՝ այն հաշվով, որ ուսանողը համապատասխան բաժինների վերաբերյալ տեսական պարզաբանում և բնորոշ խնդիրների լուծումներ ստանա հիշյալ դասագրքից: Այդ պատճառով խնդրագրում տարբեր բաժինների վերաբերյալ կրճատ տեսական բացատրություն տալը հեղինակներն անհրաժեշտ չեն համարում:

Ուսանողների ինքնուրույնությունը, տրամաբանությունը և մտածողությունը զարգացնելու համար հեղինակները անհրաժեշտ չեն համարում

տալ բոլոր խնդիրների լուծումները, բայց որոշ դժվար խնդիրների լուծումները տրված են:

Խնդիրների պատասխանները տրված են ստուգման համար և ունեն լոգարիթմական ֆանոնով հաշվելու նշանություն: Այն խնդիրների պատասխանները, որոնց լուծումը կախված է որոշ կամայական արժեքներից, չի տրված: Խնդիրներում բացակայող տվյալները տրված են հավելվածում:

Նյութերի հատկություններին վերաբերող հավելվածում բերված տվյալները միջին պայմանների համար են և չեն կարող օգտագործվել խնդիրների հաշվումներում:

Քաջի այդ, հավելվածում տրված են երկրաչափական մարմինների և պակետների պարամետրերը որոշող բանաձևեր:

Հավելվածը և խնդիրների տվյալներն ու պատասխանները տրված են միավորների նոր՝ միջազգային համակարգով:

Վ. Հ. ԹՈՓՄԱՋՅԱՆ
Ռ. Ն. ՏՌՈՋՅԱՆ

Գ Լ Ռ Ի Խ Ա Ռ Ա Ջ Ի Ն ՀԻՊՐՈՍՏՈՍԻԿ ՃՆՇՈՒՄ

ԽՆԴԻՐ 1—1: Որոշել ջրի, սնդիկի և մեքենայի լուղի սյան աջն բարձրությունները, որոնք համապատասխանում են $P_{\text{սլ}} = 0,1$ ՄՊա տվելցուկային ճնշմանը:

$$\text{Պատ.՝ } h_{\text{ջր}} = 10,2 \text{ մ: } h_{\text{սն}} = 0,75 \text{ մ,}$$

$$h_{\text{մեք}} = 11,35 \text{ մ:}$$

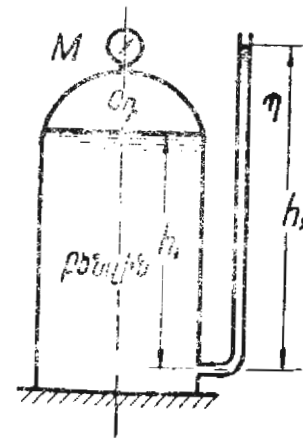
ԽՆԴԻՐ 1—2: Ծովում 300 մ խորություն վրա չափված ալիքուկային ճնշումը հավասար է 3,0 ՄՊա: Որոշել ծովի ջրի խտությունը:

$$\text{Պատ.՝ } \rho = 1020 \text{ կգ/մ}^3:$$

ԽՆԴԻՐ 1—3: Բենզինով լցված փակ ափաղանին միացված են պլեղամետր (Պ) և մանոմետր (Մ):

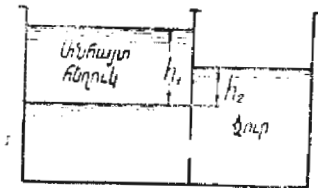
Պլեղամետրում լինչ բարձրություն վրա (h_2) կկանգնի բենզինը, եթե ափաղանի խորությունն է $h_1 = 0,6$ մ, իսկ մանոմետրի ցուցմանըն է $p_M = 5$ կՊա:

$$\text{Պատ.՝ } h_2 = 1,29 \text{ մ:}$$



Նկ. 1—3 խնդրի:

ԽՆԴԻՐ 1—4: Հաղորդակից բաց տնոթների մեջ լցված են անհալա հեղուկ և ջուր, որոնց մակարդակները դանվում են բաժանման հարթությու-



Նկ. 1—4 խնդրի:

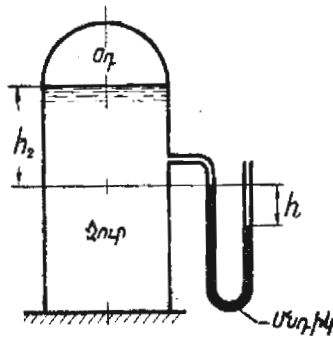
նից համապատասխանաբար $h_1 = 0,375$ մ և $h_2 = 0,3$ մ բարձրության վրա:

Որոշել տնհայտ հեղուկի խտությունը:

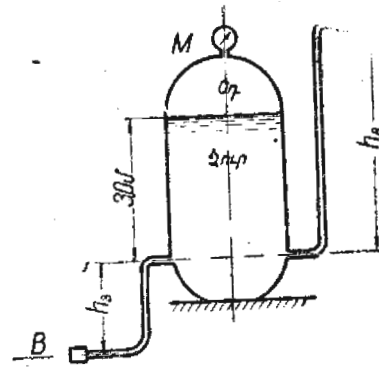
Պատ.՝ $\rho = 800$ կգ/մ³:

Խնդիր 1—5: Փակ ջրավազանին միացված սնդիկային վակուումոմետրի ցուցմունքի օգնությամբ որոշել ավազանում օդի բացարձակ ճնշումը և հաշվել վակուումը՝ արտահայտված սնդիկի սյան բարձրությամբ, եթե մթնոլորտային ճնշումը հավասար է 700 մմ սնդ. սյան, Տրված է $h_1 = 350$ մմ, $h_2 = 800$ մմ:

Պատ.՝ $p/p_{atm} = 291$ մմ սնդ. սյան, $p_4/p_{atm} = 409$ մմ սնդ. սյան:



Նկ. 1—5 խնդրի:



Նկ. 1—6 խնդրի:

Խնդիր 1—6: Ճնշման փակ ավազանը միացված է A և B սարքերի հետ, որոնց բարձրությունները միացման տեղից հավասար են $h_A = 4,3$ մ, $h_B = 20$ մ:

Որոշել A և B կետերում ավելցուկային ճնշումները՝ արտահայտված ջրի սյան բարձրությամբ, եթե ավազանին միացված մանոմետրը ցույց է տալիս $p_s = 0,21$ ՄՊա ճնշում:

Պատ.՝ $p_A/p_{2g} = 20,1$ մ ջրի սյան, $p_B/p_{2g} = 26,4$ մ ջրի սյան:

Խնդիր 1—7: Որոշել B անոթում ավելցուկային ճնշումը, եթե A անոթի վրա գրված զսպանակային մանոմետրի ցուցմունքն է $p_s = 50$ կՊա:

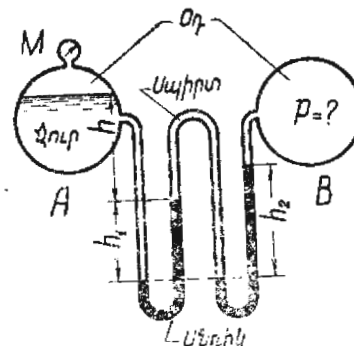
A և B անոթներին միացված սնդիկային մանոմետրում մակարդակների տարբերություններն են $h_1 = 200$ մմ և $h_2 = 140$ մմ, իսկ $h = 0,5$ մ:

Մանոմետրում սնդիկի մակարդակների միջև եղած տարածությունը լցված է սպիրտով:

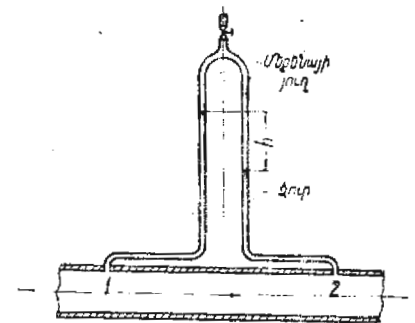
Պատ.՝ $p_{atm} = 13$ կՊա:

Խնդիր 1—8: Ճնշումների փոքր տարբերությունը չափելու համար օգտագործվում է երկհեղուկ մանոմետր, որն իրենից ներկայացնում է ծնկաձև խողովակ, որի վերին մասը լցված է մեքենայի յուղով, իսկ ներքևին՝ ջրով:

Որոշել խողովակի 1-ին և 2-րդ կտրվածքների միջև եղած ճնշում:



Նկ. 1—7 խնդրի:



Նկ. 1—8 խնդրի:

Ների տարբերությունը՝ արտահայտված ջրի սյան բարձրությամբ, եթե լուղի մակարդակների տարբերությունը $h = 250$ մմ:

Պատ.՝ 25,0 մմ ջրի սյան:

Խնդիր 1—9: Թեք սանդղակի (շկալա) կերպումը սպիրտային, բաժակային մանոմետրերում գզալիորեն մեծացնում է չափման ճշտությունը:

Անգին աչքով կատարված չափման ճշտությունը ընդունելով 0,5 մմ, որոշել՝ 1) հորիզոնի նկատմամբ ինչպիսի՞ առանցք է թեքել գործիքի խողովակը, որպեսզի 100 մմ ջրի սյան սահմաններում ճնշումը չափելիս սխալը չգերազանցի 0,2%-ից, 2) ինչպիսի՞ն է կլինի մաքսիմում սխալը, եթե նույն ճնշումը չափվի բաժակային ողորդակ սանդղակ ունեցող սնդիկային մանոմետրով:

Բաժակում առաջացած մակարդակի տատանումը անտեսել:

Պատ.՝ 1) $\alpha = 30^\circ$, 2) 6,8%:

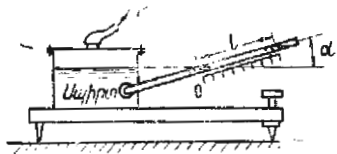
Խնդիր 1—10: Անոթում լցված ջրի և նավթի բաժանման մակերևույթը որոշվում է A խողովակով և գտնվում է $h_1 = 0,2$ մ բարձրության վրա:

Որոշել նավթի շերտի h_2 բարձրությունը, եթե B —պլեզոմետրում ջրի բարձրությունն է $h_3 = 0,5$ մ:

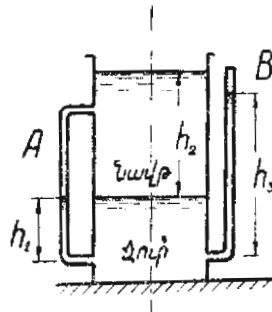
Պատ.՝ $h_2 = 0,375$ մ:

ԽՆԴԻՐ 1—11: Մի ծալքը փակ խողովակը լցված է ջրով և բաց ծալքն իջեցրած է ջրի մեջ:

Ինչպիսի՞ն բարձրություն վրա կկանգնի ջուրը խողովակում, եթե մթնոլորտի ճնշումը հավասար է $735,6$ մմ սնդ. սյուն: Խնդիրը լուծել ջրի ջերմաստիճանի հետևյալ արժեքների դեպքում 5° , 20° և 80°C :

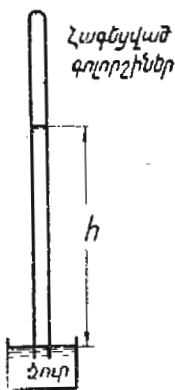


Նկ. 1—9 խնդիր:

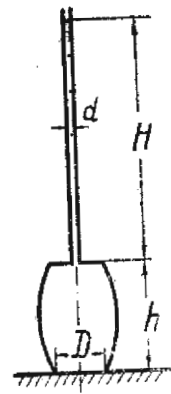


Նկ. 1—10 խնդիր:

Պատ.՝ $h = 9,911$ մ, $h = 9,780$ մ, $h = 5,320$ մ:



Նկ. 1—11 խնդիր:



Նկ. 1—12 խնդիր:

ԽՆԴԻՐ 1—12: Ջրով լիքը տակառին միացված է $d = 10$ մմ տրամագծով խողովակ:

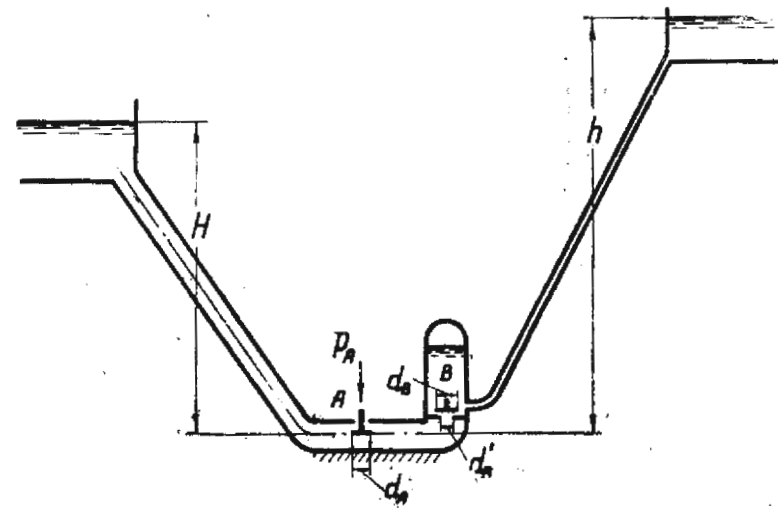
Խողովակի մեջ ինչքա՞ն ջուր լցնելուց հետո տակառի հատակը կը պոկվի, եթե ալն դիմանում է մինչև 25 կՆ ուժի: Տրված է տակառի չափերը՝ $h = 1,0$ մ, $D = 0,5$ մ:

Պատ.՝ $W = 0,941$ է:

ԽՆԴԻՐ 1—13: Հիդրավլիկական տարանի սնման բարձրությունն է $H = 15$ մ, իսկ մղմանը՝ $h = 50$ մ:

Որոշել՝ 1) A փականը բացելու համար ինչպիսի՞ն P_A ուժով պետք է ազդել նրա վրա, եթե տրամագիծն է $d_A = 20$ մմ, իսկ ղանգվածը՝ $M_A = 10$ կգ: 2) Տարանի աշխատանքի ժամանակ փականների տակ առաջանում է լրացուցիչ ճնշում: Ինչպիսի՞ն պետք է լինի ալի ճնշումը, որպեսզի B փականը բացվի, եթե նրա ղանգվածն է՝ $M_B = 3,0$ կգ, փականի և նրա անցքի տրամագծերն են՝ $d_B = 10,0$ մմ, $d_B' = 8,0$ մմ:

Պատ.՝ $P_A = 0,453$ կՆ, 2) $p = 0,77$ ՄՊա:



Նկ. 1—13 խնդիր:

ԽՆԴԻՐ 1—14: Ջրով լցված երեք հաղորդակից գլաններում գրտնըվող միոցների վրա ազդում են $P_1 = 0,1$ կՆ, $P_2 = 0,5$ կՆ և $P_3 = 0,2$ կՆ ուժեր: Հավասարակշռության վիճակում միոցները կանգնում են $h_1 = 80$ մմ և $h_2 = 40$ մմ բարձրությունների վրա՝ հաշված երկրորդ միոցից:

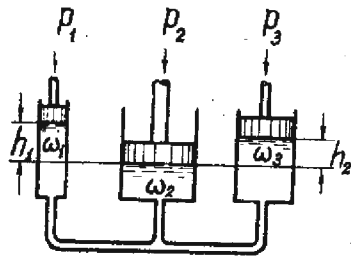
Որոշել միոցների ω_1 և ω_3 մակերեսները, եթե $\omega_2 = 24$ սմ²:

Պատ.՝ $\omega_1 = 5,0$ սմ², $\omega_3 = 9,8$ սմ²:

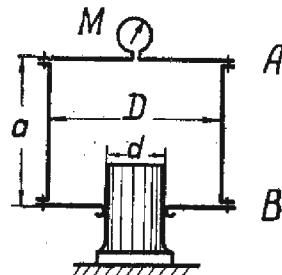
ԽՆԴԻՐ 1—15: Ջրով լիքը ղլանալին անոթը, որի տրամագիծն է $D = 0,2$ մ, բարձրությունը $a = 0,4$ մ, հեմվում է $d = 0,1$ մ տրամագծով սողակի վրա: Որոշել անոթի կախարկչին միացված մանոմետրի

ցուցմունքը և A ու B կտրվածքներում հեղույսների վրա գործող ճի-
զերը, եթե վերին կտրվածքի զանգվածն է $M_1=150$ կգ, անոթի գլա-
նական մասի զանգվածը՝ $M_2=300$ կգ և անոթի հատակի կտրվածքի
զանգվածը $M_3=120$ կգ:

Պատ.՝ $p_1=0,725$ ՄՊա, $S_A=21,3$ կՆ, $S_B=18,3$ կՆ:



Նկ. 1-14 խնդրի:



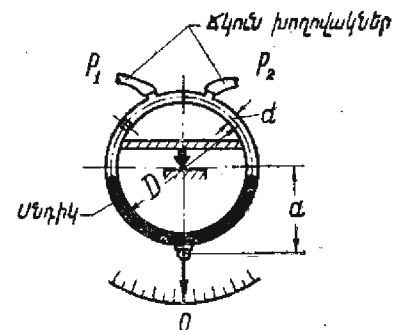
Նկ. 1-15 խնդրի:

Խնդիր 1-16: Որոշել, թե ինչպիսի անկյան տակ կթեքվի $d=$
 $=6$ մմ տրամագիծ ունեցող օդակալին մանոմետրը, եթե օդակի մի-
ջին տրամագիծն է $D=50$ մմ, իսկ չափվող ճնշումների տարբե-
րությունը՝ $(p_1 - p_0)=10$ կՊա: Տրված են նաև ծանրոցի զանգվածը՝
 $M=70$ գր և նրա ծանրության կենտրոնի հեռավորությունը պտտման
առանցքից՝ $a=60$ մմ:

Պատ.՝ $9^\circ 54'$:

Խնդիր 1-17: Ինչպիսի՞ն կլինի հիդրավլիկական մամլիչի սեղ-
մող ուժը, եթե տրված են մխոցների տրամագծերը $D=30$ մմ, $d=$
 $=5$ մմ, լծակի բազուկները՝ $a=20$ մմ, $b=100$ մմ և բռնակի վրա
կիրառվող ուժը՝ $F=250$ Ն: Մխոց-
ների բարձրությունների տարբերու-
թյունը, կշիռները և շփման ուժերն
անտեսել:

Պատ.՝ $P=54$ կՆ:



Նկ. 1-16 խնդրի:

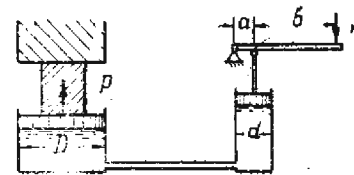
Խնդիր 1-18: Ճնշում բարձրաց-
նող հիդրավլիկական հարմարանքի
մուտքի ճնշումն է $p_1=0,8$ ՄՊա:

Որոշել դուրս եկող հեղուկի p_2
ճնշումը, եթե տրված են շարժական
գլանի զանգվածը՝ $M=300$ կգ, տրա-

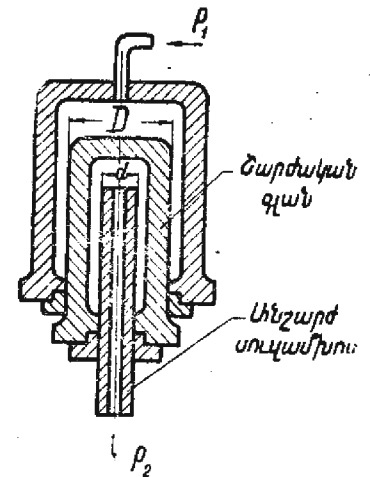
մագիծը՝ $D=120$ մմ, անշարժ սուզամխոցի տրամագիծը՝ $d=30$ մմ:

Շարժական մխոցի համար շփման ուժերն ընդունել նրա վրա
աղդող ճնշման ուժի 1%-ը, իսկ սուզամխոցի համար՝ նրա վրա աղ-
դող ուժի 3%-ը:

Պատ.՝ $p_2=16,2$ ՄՊա:



Նկ. 1-17 խնդրի:



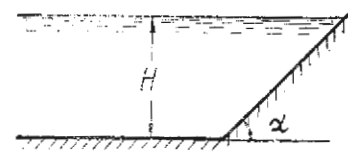
Նկ. 1-18 խնդրի:

հետևյալ չափերի դեպքում՝ $h_1 = 1,5$ մ, $h_2 = 3,0$ մ, $h_3 = 1,0$ մ
 $\alpha = 60^\circ$:

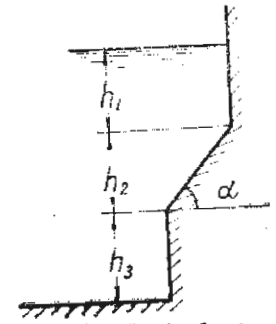
Պատ.՝ $P = 156,89$ կՆ:

Խնդիր 2—5: Անոթի մեջ լցված են սնդիկ, ջուր և նավթ, որոնց շերտերի խորություններն են՝ $h_1 = 5$ սմ, $h_2 = 15$ սմ, $h_3 = 30$ սմ:

Կառուցել ճնշման էպյուրը և որոշել ճնշման ուժերի համալուրն ու նրա կի-



Նկ. 2—3 խնդրի:

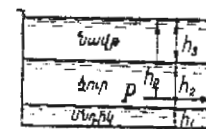
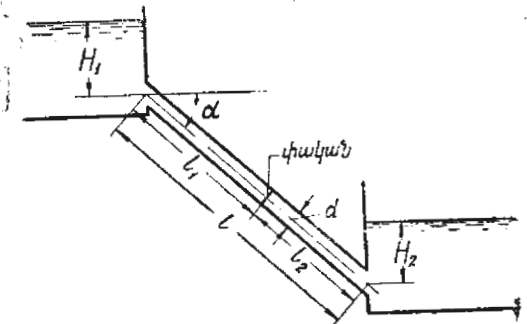


Նկ. 2—4 խնդրի:

լումման կետի խորությունը անոթի ուղղահայաց պատի վրա, որի լայնությունն է $b = 10$ սմ:

Պատ.՝ $P = 117,3$ Ն, $h_p = 35,7$ սմ:

Խնդիր 2—6: Երկու ավազաններ, որոնց մեջ ջրի խորություններն են՝ $H_1 = 5,0$ մ և $H_2 = 3,0$ մ, իրար հետ միացված են



Նկ. 2—5 խնդրի:

Նկ. 2—6 խնդրի:

$l = 40$ մ երկարություն և $d = 500$ մմ տրամագիծ ունեցող խողովակով, որը հորիզոնի նկատմամբ թեքված է $\alpha = 30^\circ$ անկյան տակ:

Որոշել ջրի ճնշման ուժը վերին ավազանից $l_1 = 30$ մ հեռավորության վրա գտնվող հարթ փականի վրա:

Պատ.՝ $P = 44,3$ կՆ:

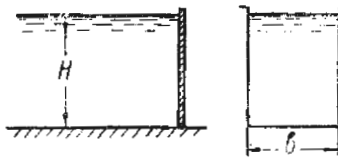
Խնդիր 2—7: Ուղղանկյուն պատի մի կողմից ազդում է $H_1 = 5,0$ մ

ԳԼՈՒԽ ԵՐԿՐՈՐԴ

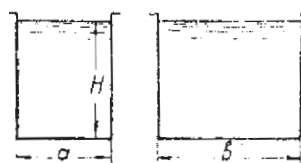
ՀԵՂՈՒԿԻ ՃՆՇՈՒՄԸ ՀԱՐԹ ՊԱՏԿԵՐԻ ՎՐԱ

Խնդիր 2—1: Կառուցել հիդրոստատիկ ճնշման էպյուրը և որոշել ճնշման ուժը ուղղահայաց ուղղանկյուն պատի վրա, եթե տրված են նրա չափերը՝ $H = 60$ սմ և $b = 50$ սմ: Խնդիրը լուծել երկու հեղուկների ջրի և սնդիկի համար:

Պատ.՝ $P_{\text{ջուր}} = 884$ Ն, $P_{\text{սն}} = 12$ կՆ:



Նկ. 2—1 խնդրի:



Նկ. 2—2 խնդրի:

Խնդիր 2—2: Պրիզմատիկ անոթը, որի հատակի չափերն են $a = 20$ սմ, $b = 60$ սմ, լցված է $H = 80$ սմ խորությամբ բենզինով:

Կառուցել հիդրոստատիկ ճնշման էպյուրները հատակի և պատերի վրա ու որոշել ճնշման ուժերը:

Պատ.՝ $P_a = 465$ Ն, $P_b = 1,4$ կՆ, $P_{\text{առ}} = 696,5$ Ն:

Խնդիր 2—3: Որոշել ջրի ճնշման ուժը, ճնշման կենտրոնի խորությունը և կառուցել հիդրոստատիկ ճնշման էպյուրը թեք ուղղանկյուն պատի վրա հետևյալ չափերի դեպքում՝ $H = 4,0$ մ, $b = 4,0$ մ, $\alpha = 45^\circ$:

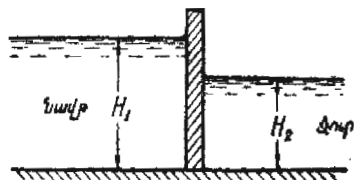
Պատ.՝ $P = 444,3$ կՆ, $h_p = 2,67$ մ:

Խնդիր 2—4: Կառուցել ջրի ճնշման էպյուրը և որոշել ճնշման ուժերի համալուրը բեկյալ հզրագծով պատի $1,0$ մ լայնության վրա

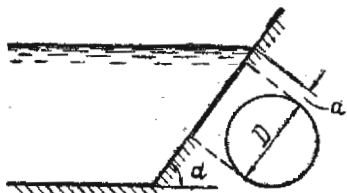
խորութեամբ նալթի շերտ, իսկ մյուս կողմից՝ $H_2=4,5$ մ խորութեամբ ջրի շերտ:

Որոշել գումարային ճնշման ուժը պատի 1,0 մ լայնության համար և նրա կիրառման կետի խորությունը՝ հաշված նալթի մակերևույթից:

Պատ.՝ $P=1,23$ կՆ, $h_p=16,8$ մ:



Նկ. 2-7 խնդրի:



Նկ. 2-8 խնդրի:

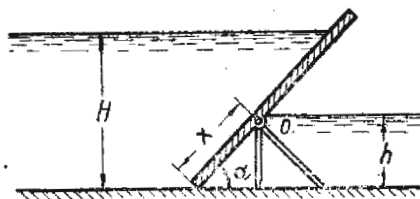
— Խնդիր 2-8: Որոշել ջրի ճնշման ուժը և համագործի կիրառման կետը թեք պատի մեջ գտնվող շրջանային փականի վրա, եթե արված են փականի տրամագիծը՝ $D=2,0$ մ, հեռավորությունը ջրի մակարդակից՝ $a=0,2$ մ և հորիզոնի հետ կազմված անկյունը՝ $\alpha=60^\circ$:

Պատ.՝ $P=32,08$ կՆ, $l_p=1,41$ մ:

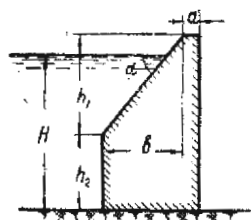
Խնդիր 2-9: Երբ ջրի մակարդակը հասնում է որոշ բարձրության, ուղղանկյուն հարթ վահանակը շրջվում է Օ հոդի շուրջը:

Որոշել Օ հոդի ալն դիրքը (x), որի ղեկքում վահանը կշրջվի, երբ ջրի վերին մակարդակը բարձր լինի $H=3,2$ մետրից: Ջրի խորությունը վահանից հետո հավասար է $h=1,5$ մ, իսկ վահանի թեքման անկյունը հորիզոնի նկատմամբ՝ $\alpha=45^\circ$: Վահանի սեփական քաշը և շփումը հոդում անտեսել:

Պատ.՝ $x=1,73$ մ:



Նկ. 2-9 խնդրի:



Նկ. 2-10 խնդրի:

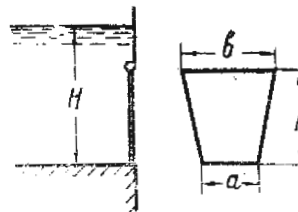
Խնդիր 2-10: Բետոնե պատվարը, որի չափերն են $h_1=4,5$ մ, $a=0,6$ մ, $b=2,6$ մ և $h_2=2,0$ մ, իր վրա է վերցնում ջրի ճնշման ուժը: Ստուգել պատվարի կայունությունը շրջման պայմանից և որոշել շրջման գործակիցը, եթե ջրի խորությունն է $H=6,0$ մ:

Պատ.՝ $k=1,26$:

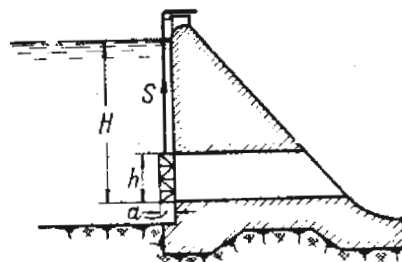
Խնդիր 2-11: Սեղանաձև հարթ փականը, որի չափերն են՝ $b=0,6$ մ, $a=0,4$ մ, $h=0,5$ մ, փակում է $H=0,7$ մ խորության ջրավազանի անցքը:

Որոշել ջրի ճնշման ուժը փականի վրա և նրա կիրառման կետի խորությունը:

Պատ.՝ $P=1,06$ կՆ, $h_p=0,482$ մ:



Նկ. 2-11 խնդրի:



Նկ. 2-12 խնդրի:

Խնդիր 2-12: Հարթ փականը փակում է պատվարի $H=20$ մ խորության վրա գտնվող հատակային անցքը:

Որոշել փականի բարձրացման համար անհրաժեշտ ուժը, եթե տրված են փականի բարձրությունը՝ $h=5,0$ մ, լայնությունը՝ $b=4,0$ մ, հաստությունը՝ $a=0,6$ մ, զանգվածը՝ 20 տ և փականի ու հենարանների միջև շփման գործակիցը՝ $f=0,35$:

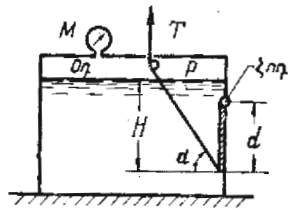
Պատ.՝ $S=1280$ կՆ:

Խնդիր 2-13: Ջրավազանի շրջանային անցքը, որի տրամագիծն է $d=1,0$ մ, փակվում է հարթ փականով: Ջրավազանում ջրի մակերևույթի վրա գոյություն ունի $P_{սլ}=10$ կՊա ճնշում:

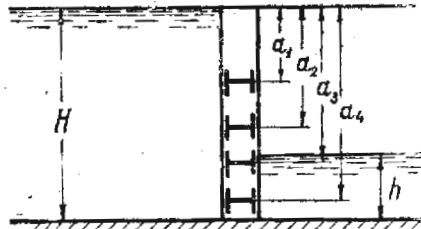
Որոշել, թե ինչ ուժով պետք է ձգել ճոպանը՝ փականը բացելու համար, եթե ջրի խորությունն է $H=2,0$ մ, ճոպանի թեքության անկյունը հորիզոնի նկատմամբ՝ $\alpha=60^\circ$:

Պատ.՝ $T=20,7$ կՆ:

ԽՆԴԻՐ 2—14: Հարթ փականի վրա ազդող ջրի ճնշման ուժը թիթեղի միջոցով փոխանցվում է չորս հորիզոնական հեծանների:



Նկ. 2—13 խնդրի:



Նկ. 2—14 խնդրի:

Փականից առաջ և հետո ջրի խորություններն են՝ $H=6,0$ մ, $h=2,0$ մ:

Որոշել հեծանների այն դասավորությունը, որի դեպքում նրանք կլինեն հավասարաչափ բեռնավորված:

Պատ.՝ $a_1=1,89$ մ, $a_2=3,5$ մ, $a_3=4,5$ մ $a_4=5,5$ մ:

Ցուցում: Յուրաքանչյուր հեծան իր վրա կվերցնի ջրի ճնշման ամբողջ ուժի մեկ քառորդը: Այսպիսով, եթե ջրի ճնշման էպյուրը ըստ բարձրության բաժանենք չորս հավասարամեծ մակերեսների և նրանց ծանրության կենտրոններում տեղավորենք հեծանները, ապա նրանք կլինեն հավասարաչափ բեռնավորված:

ԽՆԴԻՐ 2—15: Կիսով չափ լցված գլանալին ջրավազանը, որի տրամագիծն է $D=1,2$ մ, ունի ճակատալին փակիչ: Փակիչը պահվում է կենտրոնում դրված ամբարձիկի օգնությամբ:

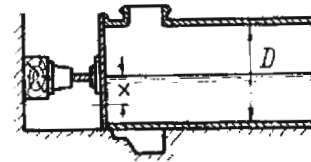
1) Որոշել ամբարձիկի տամնափոքր սեղմող ուժը, որն անհրաժեշտ է փակիչը պահելու համար, 2) գտնել ամբարձիկի հենման այն տեղը, իսկ որտեղ սեղմող ուժը կլինի նվազագույնը, 3) ջրի մակերևույթի վրա ինչպիսի՞ վակուումի դեպքում փակիչը կփակվի առանց ամբարձիկի օգնության:

Պատ.՝ 1) $P=2,25$ կՆ, 2) $x=0,35$ մ: $P_{\min}=1,41$ կՆ,

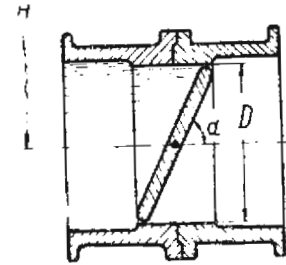
3) $P_v=1,98$ կՊա:

ԽՆԴԻՐ 2—16: Ճնշման խողովակաշարի վրա դրված է $D=3,0$ մ

տրամագիծով զրոսելալին փական, որը փակ դրությամբ հորիզոնի նկատմամբ թեքված է $\alpha=70^\circ$ անկյան տակ:



Նկ. 2—15 խնդրի:



Նկ. 2—16 խնդրի:

Ինչպիսի՞ մոմենտ պետք է կիրառել փականի վրա, այն բացելու համար, եթե շփումը փականի առանցքում անտեսենք:

Ցույց տալ, որ մոմենտը ջրի ճնշումից կախում չունի:

Պատ.՝ $M=4,4$ ՄՆմ:

ԳԼՈՒԽ ԵՐՐՈՐԴ

ՀԵՂՈՒԿԻ ՃՆՇՈՒՄԸ ԿՈՐ ՄԱԿԵՐԵՎՈՒՑԹԻ ՎՐԱ

ԽՆԴԻՐ 3—1: Գլանալին մակերևույթ ունեցող ավազանի պատի վրա, որի լայնությունն է $b=4,0$ մ, շառավիղը՝ $R=3,0$ մ, ազդում է ջրի ճնշման ուժը:

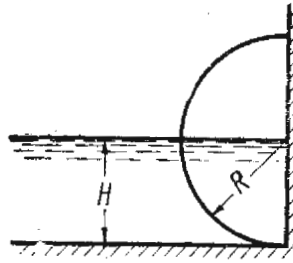
Որոշել ճնշման ուժի մեծությունը և նրա ուղղությունը, եթե ջրի խորությունը ավազանում $H=R$:

Պատ.՝ $P=328,6$ կՆ, $\alpha=57^\circ 30'$ (հորիզոնի նկատմամբ):

ԽՆԴԻՐ 3—2: Որոշել ջրի ճնշման ուժը և նրա ուղղությունը գնդալին մակերևույթի վրա, եթե ջրի խորությունը՝ $H=2,0$ մ, և հավասար է գնդի շառավիղին:



Նկ. 3—1 խնդրի:



Նկ. 3—2 խնդրի:

Պատ.՝ $P=98,2$ կՆ, $\alpha=57^\circ 30'$ (հորիզոնի նկատմամբ):

ԽՆԴԻՐ 3—3: Պատվարի սեղմենտալին փականը, որի պտտման 0 առանցքը գտնվում է ջրի մակարդակի բարձրության վրա, ունի $\alpha=30^\circ$ կենտրոնական անկյուն:

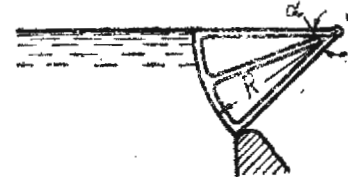
Որոշել ջրի ճնշման ուժը և նրա կազմած անկյունը հորիզոնի հետ, եթե փականի լայնությունը հավասար է $b=8,0$ մ, շառավիղը՝ $R=12,0$ մ:

Պատ.՝ $P=1,50$ ՄՆ, $\beta=19^\circ 45'$:

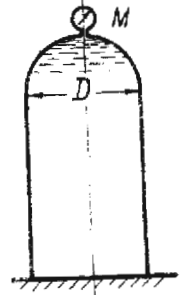
ԽՆԴԻՐ 3—4: Գնդալին առաստաղ ունեցող գլանալին փակ անո-

թը լցված է ջրով և գտնվում է լրացուցիչ ճնշման տակ:

Որոշել ճնշման ուժը անոթի առաստաղի



Նկ. 3—3 խնդրի:



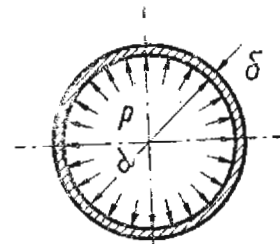
Նկ. 3—4 խնդրի:

վրա, եթե ալյուսեղ զրկած մանոմետրը ցույց է տալիս $P_{\text{մ}}=5$ կՊա ճնշում և անոթի տրամագիծն է $D=0,4$ մ:

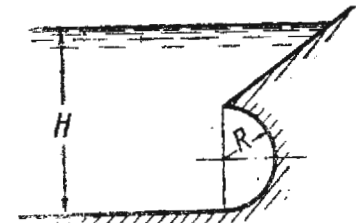
Պատ.՝ $P=710$ Ն:

ԽՆԴԻՐ 3—5: Որոշել լարումը խողովակի պատի մեջ, որի ներքին տրամագիծն է $d=1000$ մմ, պատի հաստությունը՝ $\delta=6$ մմ, իսկ ճնշումը՝ $p=2,0$ ՄՊա:

Պատ.՝ $\sigma=166,7$ ՄՊա:



Նկ. 3—5 խնդրի:



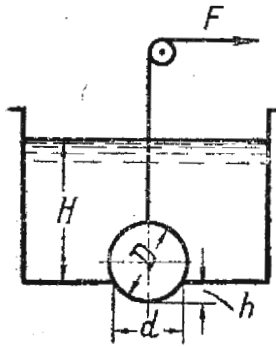
Նկ. 3—6 խնդրի:

ԽՆԴԻՐ 3—6: Բետոնե պատի մեջ կա կիսագնդալին խողովակ $R=1,5$ մ շառավիղով: Ինչպիսիքն կլինի ջրի ճնշման ուժը գնդալին մակերևույթի վրա և նրա կազմած անկյունը հորիզոնի հետ, եթե ջրի խորությունն է $H=4,0$ մ:

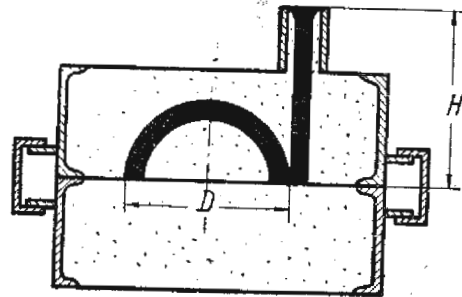
Պատ.՝ $P=0,19$ ՄՆ, $\beta=21^\circ 40'$:

ԽՆԴԻՐ 3-7: Զրավազանի հատակի անցքը, որի տրամագիծն է $d=10,0$ սմ, փակվում է $M=2,0$ կգ զանգված h $D=12,0$ սմ տրամագիծ ունեցող գնդալին փականով: Զրի խորությունն է $H=20,0$ սմ: Որոշել փականը բարձրացնելու համար անհրաժեշտ ուժը:

Պատ.՝ $F=15,7$ Ն:



Նկ. 3-7 խնդրի:



Նկ. 3-8 խնդրի:

ԽՆԴԻՐ 3-8: Կաղապարված է թուջե առանցքակալի կեսը, որի չափերն են՝ $D=250$ մմ, $b=400$ մմ:

Ինչպիսի՞ն կլինի դումարալին ճիգը կաղապարակղները միացնող ճարմանդներում ձուլման ժամանակ, եթե վերին կաղապարակղի զանգվածը հողի հետ միասին 120 կգ է: Լցարանի բերանը առանցքակալից դտնվում է $H=350$ մմ բարձրության վրա:

Պատ.՝ $S=702$ Ն:

ԽՆԴԻՐ 3-9: Որոշել ջրի ճնշման ուժը $D=0,6$ մ տրամագիծ կիսագնդալին մակերևույթի վրա, եթե այն դտնվում է ջրով լիքը փակ անոթի մեջ, որը հաղորդակցվում է H խորություն ունեցող ավազանի հետ: Խնդիրը լուծել ավազանում ջրի խորության հետևյալ արժեքների համար՝

1) $H=0$, 2) $H=0,3$ մ, 3) $H=0,6$ մ:

Պատ.՝ 1) $P_x=833,85$ Ն ուղղված աջ, $P_z=556,23$ Ն ուղղված

վերև: 2) $P_x=0$, $P_z=556,23$ Ն ուղղված վերև: 3) $P_x=853,85$ Ն ուղղված ձախ, $P_z=556,23$ Ն ուղղված վերև:

Լուծում: Ծնշման ուժի ուղղաձիգ բաղադրիչը ավազանում ջրի խորության բոլոր արժեքների համար էլ հավասար կլինի կիսագնդալին մասի ծավալով հեղուկի կշռին՝

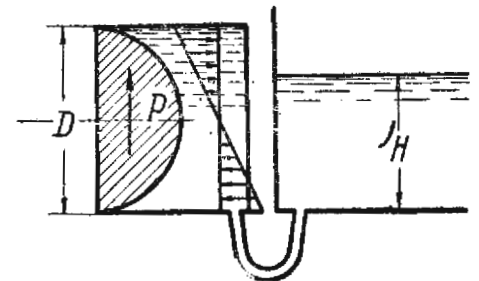
$$P_z = \rho g W = \rho g \frac{\pi D^2}{12} = \frac{1000 \cdot 9,81 \cdot \pi \cdot 0,6^3}{12} = 556,23 \text{ Ն:}$$

Այս ուժը կիրառվի կիսագնդալին մասի ծանրության կենտրոնում և ուղղված կլինի դեպի վեր:

Ավելցուկալին ճնշման ուժի հորիզոնական բաղադրիչը կլինի՝

$$P_x = \rho g z_c \omega_x = \rho g \left(H - \frac{D}{2} \right) \frac{\pi D^2}{4}$$

որտեղից տրված արժեքների համար կունենանք՝ 1) $P_x = -833,85$ Ն, 2) $P_x=0$, 3) $P_x = +833,85$ Ն:



Նկ. 3-9 խնդրի:

Այստեղ բացասական նշանը ցույց է տալիս, որ ավելցուկալին ճնշման ուժի հորիզոնական բաղադրիչն ուղղված է ոչ թե դեպի գնդալին մակերևույթը, այսինքն՝ ոչ թե սեղմում է նրան, այլ ունի հակառակ ուղղություն, այսինքն՝ ձգում է. այսպիսի արդյունքը կարծես սխալ է, սակայն եթե որոշենք բացարձակ ճնշման ուժի հորիզոնական բաղադրիչը, ապա այն կլինի սեղմող, և ոչ մի հակասություն չի առաջանա:

Առաջին հալացքից սխալ է թվում նաև այն, որ ավելցուկալին ճնշման ուժի գլխավոր վեկտորը երկրորդ դեպքում կլինի $P=P_z$ (քանի որ $P_x=0$), որը և կառաջացնի մոմենտ դեպի կենտրոնի նկատմամբ:

Սակայն, ինչպես հայտնի է, գնդալին մակերևույթների վրա ճնշման ուժի համադրը անցնում է կորություն կենտրոնով, հետևաբար և նրա նկատմամբ մոմենտ չի առաջացնի:

Որտե՞ղ է սխալը: Այս դեպքում P_x բաղադրիչը զրո է, սակայն առաջանում է ուժազույգ (տե՛ս էպյուրը), որի մոմենտը այնպիսին է որ արդյունքում դումարալին մոմենտը ստացվում է զրո:

ԽՆԴԻՐ 3—10: Ավազանի ուղղանկյուն անցքում դրված է $D=0,5$ մ տրամագծով և $b=0,8$ մ լայնությամբ գլանալին փական:

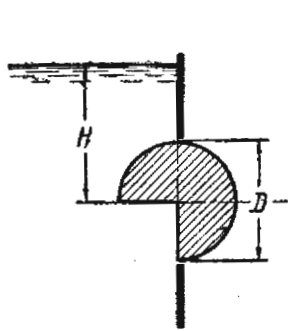
Ջրի մակարդակի բարձրությունը փականի առանցքից հավասար է $H=0,5$ մ:

Որոշել ջրի ճնշման ուժը և նրա մոմենտը առանցքի նկատմամբ նկարում ցույց տրված դիրքում և փականը 180° -ով շրջելու դեպքում:

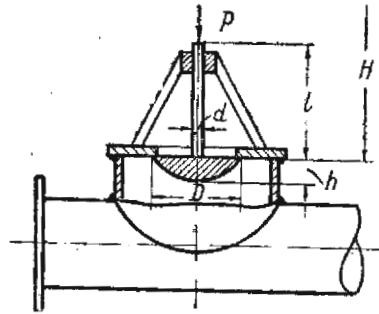
$$\text{Պատ.՝ } P_x = 1962 \text{ Ն, } P_z = 385 \text{ Ն,}$$

$$P = 2,0 \text{ կՆ, } M = 40,81 \text{ Նմ:}$$

$$180^\circ\text{-ով շրջելուց հետո՝ } P_x = 1962 \text{ Ն, } P_z = 770 \text{ Ն, } P = 2,10 \text{ կՆ, } M = 0:$$



Նկ. 3—10 խնդրի:



Նկ. 3—11 խնդրի:

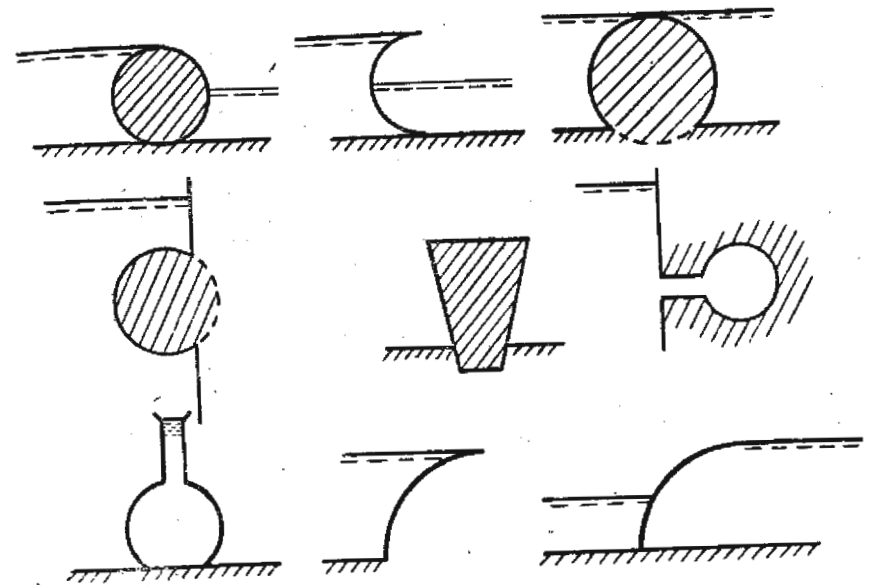
ԽՆԴԻՐ 3—11: Հիդրավլիկական տարանի հարվածող կափույրը իրենից ներկայացնում է պողպատե գնդալին սեգմենտ, որի տրամագիծն է $D=150$ մմ, իսկ բարձրությունը՝ $h=10,0$ սմ: Կափույրի ուղղորդ ձողի բարձրությունն է $l=30,0$ սմ, տրամագիծը՝ $d=50$ մմ:

Մտող ավազանում ջրի մակարդակը հարվածող կափույրի առանցքից գտնվում է $H=2,0$ մ բարձրության վրա:

Ինչպիսի՞նք ուժ պետք է կիրառել ձողի վրա՝ կափույրը բացելու համար:

$$\text{Պատ.՝ } P = 208 \text{ Ն:}$$

ԽՆԴԻՐ 3—12: Բերված դեպքերի համար կառուցել ճնշման հորիզոնական և ուղղաձիգ բաղադրիչների էպյուրները (կառուցել ճնշման ծավալը և սլաքներով նշել ճնշման ուղղությունը):



Նկ. 3—12 խնդրի:

ԳԼՈՒԽ ԶՈՐՐՈՐԴ

ՄԱՐՄԻՆՆԵՐԻ ԼՈՂԱԼՈՒ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԸ

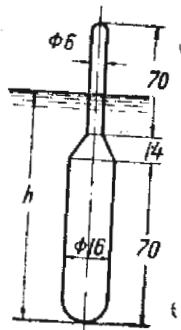
Խնդիր 4—1: Արեւմեանը, որի չափերը միլիմետրերով ցույց են տրված գծագրում, ընկղմված է հեղուկի մեջ՝ $h=114$ մմ խորությամբ: Որոշել հեղուկի խտությունը, եթե արեւմեանի զանգվածն է՝ $M=14$ գ:

Պատ.՝ $\rho=0,888$ գ/սմ³:

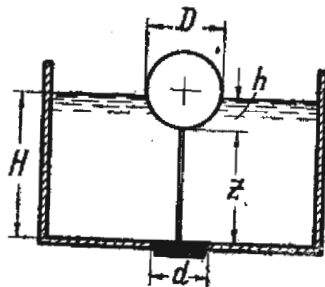
Խնդիր 4—2: Բենզինի ավազանի հատակի կտր անցքը փակվում է $d=3,5$ սմ տրամագիծ ունեցող կախույրով, որը $z=10$ սմ երկարության թելով միացված է $D=15$ սմ տրամագիծ ունեցող գնդային լողանի հետ:

Ինչպիսի՞ H մակարդակի դեպքում կախույրը կբացվի, եթե նրա և լողանի ընդհանուր զանգվածը $M=80,0$ գ:

Պատ.՝ $H=13,4$ սմ:



Նկ. 4—1 խնդրի:



Նկ. 4—2 խնդրի:

Լուծում: Լողանի վրա ազդող ուժը ըստ Արքիմեդի օրենքի կորոշվի

$$P_z = \rho_f g W_{\text{շկ}} = \rho_f g \frac{1}{3} \pi h^2 (3R - h)$$

բանաձևով,

որտեղ $W_{\text{շկ}}$ -ը բենզինի մեջ ընկղմված գնդային սեղմանի ծավալն է:

Այս ուժը սահմանալին վիճակում պետք է հավասարվի կախույրի վրա ազդող հեղուկի ճնշման ուժի և կախույրի ու լողանի քաշի գումարին:

$$\rho_f g \frac{1}{3} \pi h^2 (3R - h) = \rho_f g \frac{\pi d^2}{4} H + gM, \quad (\omega)$$

որտեղ $H = z + h$: Տեղադրելով այս արժեքը (ω) -ի մեջ և այն ձևափոխելով, կստանանք

$$h^3 - 3Rh^2 + \frac{3}{4}d^2h + \frac{3M}{\pi\rho_f} + \frac{3d^3}{4}z = 0$$

կամ

$$h^3 - 22,5 h^2 + 9,18 h + 195,0 = 0:$$

Այս խորանարդ հավասարումը լուծվում է փնտրման միջոցով: Հավասարման աջ մասը նշանակենք $\Phi(h)$ -ով և գտնենք h -ի այն արժեքը, երբ $\Phi(h) = 0$:

$\Phi(h)$ -ի արժեքները տրված են աղյուսակում:

h սմ	h^3	h^2	22,5 h^2	9,18 h	$\Phi(h)$
4,0	64	16	360	36,7	-64,3
3,5	42,9	12,25	276	32,3	-5,80
3,4	39,3	11,6	261	31,2	-4,5

Աղյուսակից երևում է, որ միլիմետրի ճշտությամբ $h=3,4$ սմ, որտեղից՝ $H = z + h = 10 + 3,4 = 13,4$ սմ:

Խնդիր 4—3: Ավազանում ջրի մակարդակի որոշ բարձրության դեպքում գնդային փականը ավտոմատ կերպով փակում է ջրի մուտքը:

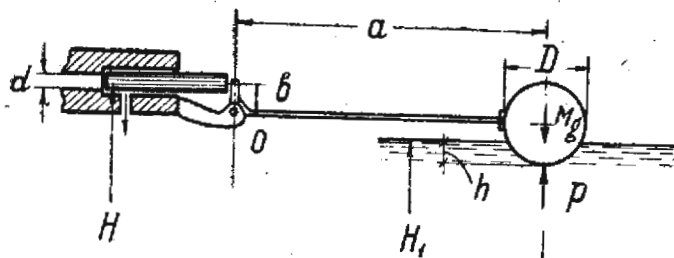
Ինչպիսի՞ն կլինի այդ մակարդակի H բարձրությունը (հաշված ավազանի հատակից), եթե գնդային լողանի զանգվածը $M=100$ գ, տրամագիծը՝ $D=10$ սմ, բաղունների երկարությունները՝ $a=30$ սմ, $b=3,0$ սմ: Փականի փակ վիճակում լողանի միացնող լծակը գտնվում է հորիզոնական դիրքում: Ավազանի հատակից $H=20$ սմ բարձրության վրա գտնվող խողովակը ունի $d=10$ մմ տրամագիծ և գտնվում է $P=0,1$ ՄՊա ճնշման տակ:

Պատ.՝ $H_1=15,9$ սմ:

Լուծում: Գրենք լծակի հավասարակշռության մոմենտների պայմանը ($\Sigma M_0 = 0$)՝ փականի փակ վիճակի համար.

$$\Sigma M_0 = (P - gM)a - \frac{\pi d^2}{4} p \cdot b = 0,$$

որտեղ P -ն լողանի վրա ազդող վերամբարձ ուժն է, որն ըստ Արքիմեդի օրենքի կարտահայտվի այսպես՝



Նկ. 4-3 խնդրի:

$$P = \rho g W_{\text{sub}} = \frac{\rho g}{3} \pi h^2 (3R - h):$$

Ստացված հավասարումների համատեղ լուծումից կորոշենք լողանի ընկղմվածությունը, որը կստացվի $h = 3,9$ սմ:

Ջրի մակարդակը հաշված անոթի հատակից կլինի՝

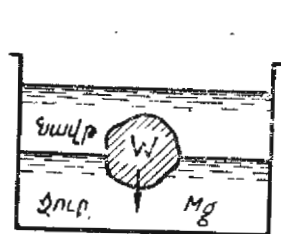
$$H_1 = H - b - (R - h) = 20,0 - 3,0 - (5,0 - 3,9) = 15,9 \text{ սմ:}$$

Խնդիր 4-4: Մարմինը, որի ծավալն է $W = 100$ սմ³ և զանգվածը՝ $M = 90$ գ, ընկղմված է ջրով և նավթով լցված անոթի մեջ:

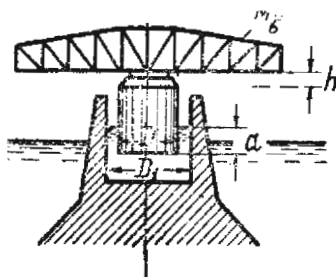
Իր ծավալի ո՞ր մասով մարմինը ընկղմված կլինի ջրի մեջ:

Պատ.՝ ծավալի 0,5 մասով:

Խնդիր 4-5: Դարձվող կամուրջը նստած է $D = 3,4$ մ տրամագծով գլանալին լողանի վրա, որը լողում է $D_1 = 3,6$ մ տրամագծով խցի մեջ:



Նկ. 4-4 խնդրի:



Նկ. 4-5 խնդրի:

Որոշել՝ 1) լողանի ընկղմվածությունը, եթե կամուրջի զանգվածը լողանի հետ միասին հավասար է $M = 30$ ա, 2) կամուրջի h նրստվածքը լրացուցիչ $P = 100$ կՆ բեռնվածության դեպքում:

Պատ.՝ $a = 3,3$ մ, $h = 0,12$ մ:

Խնդիր 4-6: Լողացող դուր, որի չափերը տրված են գծագրում, բարձրացնում է $M = 15400$ ա ջրատարողությամբ նավ, որի նստվածքն է $8,4$ մ: Դուրը կազմված է $165 \cdot 30 \cdot 4,5$ մ³ չափերով ներքին պոնտոնից, $120 \times 14,5 \times 4$ մ³ չափերով կողային պոնտոններից, որոնց հատակները, $0,5$ մ ետրով բարձր են ներքին պոնտոնի հատակից, և երկու կողային սեղանաձև հատվածներից՝ 140 մ երկարությամբ: Դուրը ճակատային պատեր չունի: Նավը հենվում է ներքին պոնտոնի վրա դանդող 1,2 մ բարձրություն ունեցող հենարանի վրա:

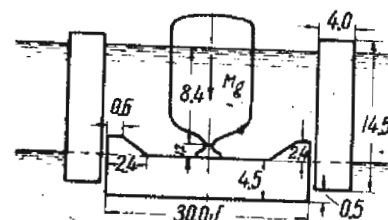
Որոշել՝ 1) Ինչքա՞ն ջուր պետք է հանել պոնտոններից, որպեսզի դուրը նավի հետ միասին բարձրանա մինչև ներքին պոնտոնի մակարդակը, 2) Գտնել դուրի սեփական զանգվածը:

Պատ.՝ $W = 25322$ մ³, $M = 11237,2$ ա:

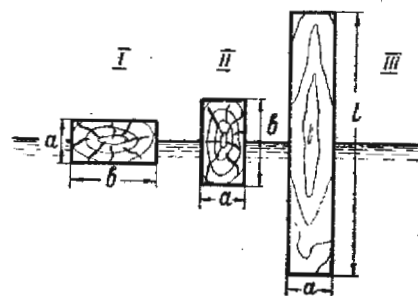
Խնդիր 4-7: Ջրի վրա լողացող փալտե չորսուռի չափերն են՝ $0,2 \times 0,3 \times 1,0$ մ³:

Որոշել, թե գծագրում ցույց տրված չորսուռի դիրքերից ո՞րը կլինի կանգուն:

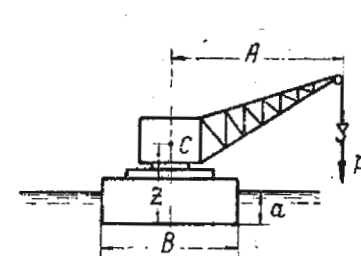
Պատ.՝ I-ին դիրքում կանգուն է. $r_1 = 0,0536$ մ $> m_1 = 0,03$ մ, II-րդ դիրքում կանգուն չէ. $r_2 = 0,0159$ մ $< m_2 = 0,045$ մ, III-րդ դիրքում կանգուն չէ. $r_3 = 0,0047$ մ $< m_3 = 0,150$ մ:



Նկ. 4-6 խնդրի:



Նկ. 4-7 խնդրի:



Նկ. 4-8 խնդրի:

ԽՆԴԻՐ 4—8: Բեռնաձուլը պլանում ունի $L \times B = 60 \times 10$ մ² չափեր և $a = 1,5$ մ ընկղմվածություն: Նավի վրա դրված է վերամբարձ կոունկ՝ $P = 49$ կՆ բեռնատարողությամբ, սլաքի՝ $A = 15$ մ ամենամեծ մեկնվածքով:

Որոշել նավաթեքման անկյունը, եթե սխտեմի ծանրություն կենտրոնը հատակից գտնվում է $z = 4,25$ մ բարձրություն վրա:

Պատ.՝ $\theta = 2^\circ 20'$,

ԳԼՈՒԽ ՀԻՆԳԵՐՈՐԴ

ՀԵՂՈՒԿԻ ՀԱՐՍԲԵՐՍԿԱՆ ՀԱՆԳԻՍՏԸ

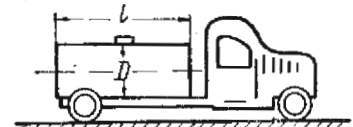
ԽՆԴԻՐ 5—1: Շոգեքարշի տեղերը, որի չափերն են $l = 6,0$ մ, $b = 2,5$ մ, $h = 2,0$ մ, կիսով չափ լցված է ջրով:

Ինչպիսի՞ արագացման դեպքում ջուրը կսկսի թափվել բաց տենդերից, եթե շոգեքարշը շարժվում է հորիզոնական ճանապարհով:

Պատ.՝ $a = 3,27$ մ/վրկ²:



Նկ. 5—1 Խնդրի:



Նկ. 5—2 Խնդրի:

ԽՆԴԻՐ 5—2: Ավտոցիստեռնը, որը լիքը լցված է բենզինով, ընթանում է հորիզոնական ճանապարհով $a = 3,0$ մ/վրկ² արագացումով:

Որոշել հեղուկի ճնշման ուժը հետին պատի վրա, եթե ցիստեռնի տրամագիծն է $D = 1,5$ մ, երկարությունը՝ $l = 4,0$ մ:

Պատ.՝ $P = 17,4$ կՆ:

ԽՆԴԻՐ 5—3: $D = 0,4$ մ տրամագիծ և $H = 0,5$ մ բարձրություն ունեցող գլանալին անոթը լցված է $h = 0,2$ մ խորությամբ ջրով և պտտվում է $n = 100$ 1/րոպե պտտման հաճախականությամբ:

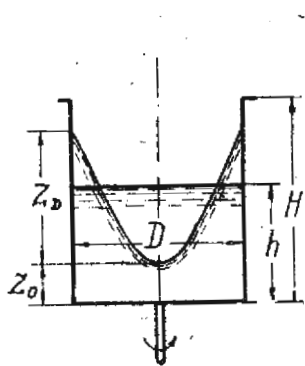
Որոշել՝ 1) ճնշման ուժը անոթի հատակի վրա և 2) ջրի խորությունները կենտրոնում և պատերի մոտ:

Պատ.՝ 1) $P = 246,2$ Ն, 2) $z_0 = 0,088$ մ, $z_0 + z_D = 0,312$ մ:

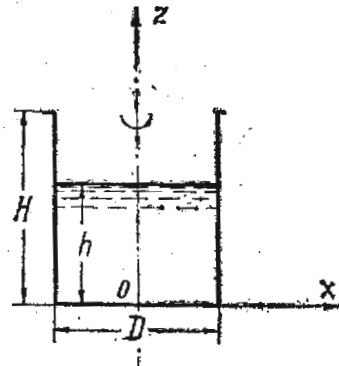
ԽՆԴԻՐ 5—4: Գլանալին անոթը, որի չափերն են $D = 0,2$ մ, $H =$

$=0,6$ մ, լցված է $h=0,4$ մ խորությամբ ջրով: Անոթը պտտվում է ուղղահայթ առանցքի շուրջը:

Որոշել այն պտտման հաճախականությունը, որի դեպքում ջուրը կսկսի թափվել անոթից և ինչպիսի՞ն կլինի ազատ մակերևույթի հավասարումը այդ դեպքում:



Նկ. 5-3 խնդրի:



Նկ. 5-4 խնդրի:

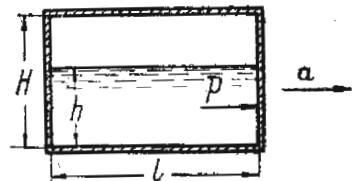
Պատ.՝ $n = 267,5$ 1/րոպե, $z = 0,2 + 40,0(x^2 + y^2)$:

Խնդիր 5-5: Ինքնաթիռը թռչում է հորիզոնական ճեղքով $a=7$ մ/վրկ² արագացումով: Ինքնաթիռում գտնվող բաքն ունի $H=0,5$ մ, $l=1,0$ մ, $b=0,4$ մ չափեր և լցված է $h=0,3$ մ խորությամբ բենզինով:

Որոշել հեղուկի ճնշման ուժը (P) բաքի ճակատային պատի վրա:

Պատ.՝ $P = 674$ Ն:

Խնդիր 5-6: $R=0,5$ մ շառավիղ ունեցող երկու կիսագնդեր միացված են հեղույսներով և կազմում են գնդալիկ անոթ: Անոթը լրացված է ջրով և դառնում է $p_0=20$ կՊա ավելցուկային ճնշման տակ:



Նկ. 5-5 խնդրի:

Ի՞նչ պտտման հաճախականության դեպքում հեղույսներում գումարալիկն ճիշդ կհասնի իր սահմանային արժեքին՝ $S=30$ կՆ, եթե վերին կիսագնդի զանգվածը՝ $M=200$ կգ:

Պատ.՝ $n = 161,4$ 1/րոպե:

Լուծում: Մափալակի ուժերի պրոյեկցիաները x, y, z կոորդինատներ ունեցող որևէ կետում կլինեն՝

$$X = \omega^2 r \cos \alpha = \omega^2 x,$$

$$Y = \omega^2 r \sin \alpha = \omega^2 y,$$

$$Z = -g,$$

որտեղ ω -ն անկյունային արագությունն է:

Տեղադրելով այս արժեքները հեղուկի հավասարակշռության դիֆերենցիալ հավասարման մեջ, կրտանանք՝

$$\frac{dp}{\rho} = \omega^2 x dx + \omega^2 y dy - g dz:$$

Ինտեգրելով, կստացվի՝

$$p = \rho \frac{\omega^2}{2} r^2 - \rho g z + C, \quad (a)$$

որտեղ $r^2 = x^2 + y^2$ (r -ը z առանցքից կամայական կետի հեռավորությունն է): Օգտագործենք խնդրի սահմանային պայմանը, այսինքն՝ երբ $r=0$ ($x=y=0$), $z=R$, ունենք $p = p_{\text{սթ}} + p_0$ (առանցքի վրա կենտրոնախույս ուժեր չեն առաջանա և ճնշումը կմնա նույնը). այդ դեպքում (a)-ից կստացվի՝

$$C = p_{\text{սթ}} + p_0 + \rho g R,$$

հետևապես, կստանանք՝

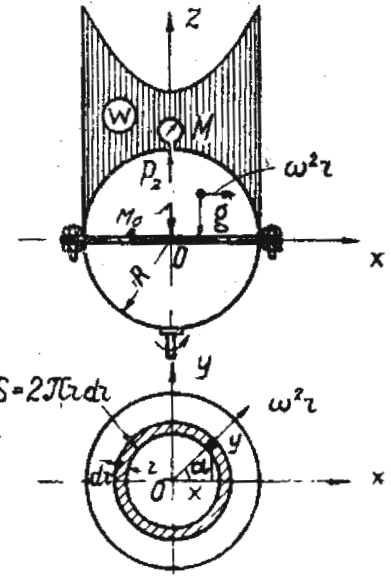
$$p = p_{\text{սթ}} + p_0 + \rho \frac{\omega^2 r^2}{2} + \rho g (R - z), \quad (b)$$

Ազատ մակերևույթի հավասարումը ստանալու համար p -ն հավասարեցնենք $p_{\text{սթ}}$ -ի, որից կստացվի՝

$$z = R + \frac{p_0}{\rho g} + \frac{\omega^2 r^2}{2g}$$

կամ՝

$$z = 0,5 + \frac{20000}{1000 \cdot 9,81} + \frac{\omega^2 r^2}{2g} = 2,58 + \frac{\omega^2 r^2}{19,62} \text{ (մ)}:$$



Նկ. 5-6 խնդրի:

Վերին կիսագնդի վրա դեպի վեր ազդող ջրի ճնշման ուժը կլինի՝

$$P_z = \rho g W = \rho g \left[\int_0^R z dS - \frac{4}{6} \pi R^3 \right],$$

որտեղ W -ն ճնշման ծավալն է (ցույց է տրված գծադրում),

dS -ը տարրական օղակի մակերեսն է գնդի հասարակածային կալըր-վածքում:

Արժեքները տեղադրելով, կստանանք՝

$$P_z = \rho g \left[\int_0^R \left(2.58 + \frac{\omega^2 r^2}{19.62} \right) 2\pi r dr - \frac{4}{6} \pi R^3 \right] = \rho g \frac{\pi R^3}{2} \left[\frac{5.6}{R} + \frac{\omega^2 R}{19.62} - \frac{4}{3} \right],$$

Տեղադրելով թվային արժեքները, կստանանք՝

$$P_z = \frac{\pi \cdot 0.5^3}{2} 1000 \cdot 9.81 \left[\frac{5.16}{0.5} - \frac{\omega^2 \cdot 0.5}{19.62} - \frac{4}{3} \right] = 17350 + 49.2 \omega^2 \text{ (Ն)}:$$

Հեղույնների վրա ազդող դոմարային ուժը կլինի՝

$$S = P_z - gM = 17350 + 49.2 \omega^2 - 9.81 \cdot 200 = 30000 \text{ (Ն)},$$

որտեղից $\omega = \sqrt{\frac{14050}{49.2}} = 16.90 \text{ 1/վրկ},$

$\omega = \frac{\pi n}{30}$ արտահայտությունից կորոշենք պտտման հաճախակա- նությունը:

$$n = \frac{30 \cdot 16.9}{\pi} = 161.4 \text{ 1/րոպե}:$$

ՈՆԴԻՐ 5—7. Հորիզոնական դիրքում գտնվող գլանային անոթը, որի տրամագիծն է $D = 0.5$ մ, կիսով չափ լցված է ջրով և պտտվում է իր առանցքի շուրջը $n = 150$ 1/րոպե պտտման հաճախականությամբ:

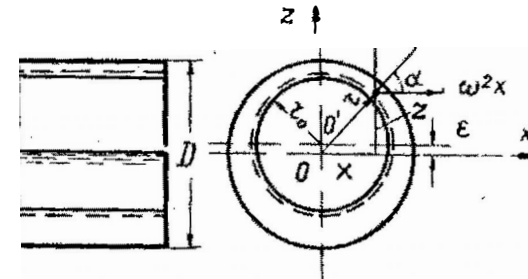
Ինչպիսի՞ն կլինի ազատ մակերևույթի հավասարումը և ավելցու- կային ճնշումը գլանի ամենացածր և ամենաբարձր կետերում:

$$\text{Պատ.՝ } x^2 + (z - 0.04)^2 - 0.0313 = 0$$

$$p_1 = 6370 \text{ Պա},$$

$$p_2 = 1470 \text{ Պա}:$$

Հուծուծ: Գլանի պտույտի հետևանքով, կենտրոնախույս ուժի շը- նորհիվ, հեղուկը օղակային շերտով կպատի գլանի մակերևույթը:



Նկ. 5—7 խնդրի:

Ընթացիկ կետում ազդող ծավալային ուժերը կլինեն ծանրության ուժը և կենտրոնախույս ուժը, որոնց պրոյեկցիաները X և Z ուղղու- թյունների վրա կլինեն՝

$$X = \omega^2 r \cos \alpha = \omega^2 x,$$

$$Z = \omega^2 r \sin \alpha - g = \omega^2 z - g,$$

որտեղ ω -ն անկյունային արագությունն է: Ունենք՝

$$\omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{\pi \cdot 150}{30} = 15.4 \text{ 1/վրկ}:$$

Տեղադրելով այս արժեքները հեղուկի հավասարակշռության դիֆե- ռենցիալ հավասարման մեջ, կստանանք՝

$$\frac{dp}{\rho} = \omega^2 x dx + (\omega^2 z - g) dz,$$

որը ինտեգրելով, կունենանք՝

$$p = \frac{\rho \omega^2 (x^2 + z^2)}{2} - \rho g z + C, \quad (\omega)$$

Ազատ մակերևույթի հավասարումը կստանանք, եթե p -ի փոխարեն տեղադրենք $p_{\text{ար}},$ այսինքն՝

$$p_{\text{ար}} = \frac{\rho \omega^2 (x^2 + z^2)}{2} - \rho g z + C$$

կամ, ձևափոխելով կունենանք՝

$$x^2 + \left(z - \frac{g}{\omega^2} \right)^2 = \frac{2(p_{\text{ար}} - C)}{\rho \omega^2} + \frac{1}{\omega^4}, \quad (p)$$

(բ) հավասարումը իրենից ներկայացնում է արտակենտրոն շրջանի հավասարում՝ $r = \frac{g}{\omega^2} = 0,04$ մ արտակենտրոնով:

Աղատ մակերևույթն արտահայտող շրջանի շառավղը կլինի՝

$$r_0 = \sqrt{\frac{2(p\rho\omega - C)}{\omega^2} + \frac{g^2}{\omega^4}} \quad (դ)$$

որտեղ ինտեգրման C հաստատունը անհայտ է, սին որոշելու համար որպես լրացուցիչ հավասարում օգտագործենք սկզբնական և պտույտի ժամանակ ստացվող հեղուկի ծավալների հավասարությունը՝

$$\frac{\pi D^2}{8} = \frac{\pi D^2}{4} - \pi r_0^2$$

հավասարման

$$C = p\rho\omega \left(\frac{D^2}{8} - \frac{g^2}{\omega^4} \right) \frac{\rho\omega^2}{2} = 100000 \\ = 96480 \text{ Ն/մ}^2, \quad r_0^2 = \frac{D^2}{8} =$$

Քանի որ (բ) հավասարման մեջ աջ մասը շրջանի շառավղի քառակուսին է, աղատ մակերևույթի հավասարումը կստացվի՝

$$x^2 + (z - 0,04)^2 - 0,0313 = 0$$

Ինտեգրման C հաստատունի արժեքը տեղադրելով (ա) հավասարման մեջ, լրիվ ճնշման համար կստանանք հետևյալ հավասարումը.

$$p = \frac{1000 \cdot 15 \cdot 4^2}{2} (x^2 + z^2) - 1000 \cdot 9,81 z + 96480 = 119000 (x^2 + z^2) + 9810 z + 96480$$

Որոշենք լրիվ և ավելցուկային ճնշումները գլանի ամենացածր ամենաբարձր կետերում:

$$x = 0 \quad z = \pm \frac{D}{2} = \pm 0,25 \text{ մ:}$$

$$= 119000(0 + 0,25^2) + 9810 \cdot 0,25 + 96480 = 106370 \text{ Պա} =$$

$$= 106,37 \text{ կՊա} \quad p_{\text{ն.ա.}} = 6370 \text{ Պա,}$$

$$= 119000(0 + 0,25^2) - 1000 \cdot 25 + 96480 = 101470 \text{ Պա} = \\ = 101,47 \text{ կՊա} \quad p_{\text{վ.ա.}} = 1470 \text{ Պա:}$$

Խնդիր 5-8: Գլանային բաց անոթը, որի բարձրությունն է $H = 0,5$ մ, տրամագիծը՝ $D = 0,4$ մ, լրիվ լցված է ջրով և պտտվում է ուղղահայաց առանցքի շուրջը $n = 300$ 1/րոպե պտտման հաճախականությամբ: Պտտվելու ժամանակ, ջրի մի մասը շարժվում է դուրս:

Որոշել ճնշման ուժը անոթի հատակի վրա:

$$\text{Պատ.՝ } P = 900 \frac{\rho}{\pi} g^2 \left(\frac{H}{n} \right)^2 = 76,52 \text{ Ն}$$

Լուծում: Ծավալային ուժի պրոյեկցիաները X , Y , Z առանցքի վրա կլինեն՝

$$X = \omega^2 r \cos \alpha =$$

$$Y = \omega^2 r \sin \alpha =$$

$$Z = -g, \text{ որտեղ } \omega = \frac{\pi n}{30} = \\ = \frac{\pi \cdot 300,0}{30} = 31,4$$

Տեղադրելով հեղուկի հավասարակշռության դիֆերենցիալ հավասարման մեջ և ինտեգրելով կստանանք՝

$$p = \frac{\rho\omega^2 r^2}{2} - \rho g z + C$$

որտեղ $r = \sqrt{x^2 + y^2}$ կամայական կետի հեռավորությունն է Z առանցքից:

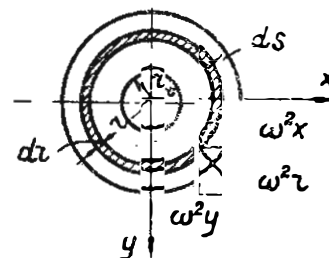
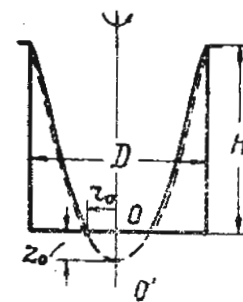
Ինտեգրման C հաստատունը որոշենք հետևյալ սահմանային պայմաններից՝ երբ $z = H$, $r = \frac{D}{2}$, $p = p_{\text{սթ.}}$

տեղադրելով այս արժեքները, կստանանք՝

$$p_{\text{սթ.}} = \frac{\rho\omega^2}{2} \left(\frac{D}{2} \right)^2 - \rho g H + C$$

որտեղ որոշելով C -ն և տեղադրելով (ա) հավասարման մեջ ստանանք՝

$$p = p_{\text{սթ.}} - \frac{\rho\omega^2}{2} \left[\left(\frac{D}{2} \right)^2 \right]$$



5-8 խնդիր:

Աղատ մակերևույթի հավասարումը կստանանք (ρ) հավասարման մեջ տեղադրելով $p = p_{\text{արտ}}$, որը կարտահանվի պտտման պարաբոլի-
դի հավասարումով՝

$$z = H - \frac{\omega^2}{2g} \left[\left(\frac{D}{2} \right)^2 - r^2 \right],$$

Պարաբոլիդի գագաթի տեղը որոշելու համար օգտագործենք հե-
տևյալ պայմանը, երբ $r = 0$, $z = z_0$.

$$z_0 = H - \frac{\omega^2}{2g} \left(\frac{D}{2} \right)^2 = 0,5 - \frac{31,4^2}{2 \cdot 9,81} \left(\frac{0,4}{2} \right)^2 = -1,5 \text{ մ:}$$

z_0 -ի բացասական նշանը ցույց է տալիս, որ պարաբոլիդի գա-
գաթը գտնվում է անոթի հատակից z_0 -ի չափով ներքև:

Որոշենք պարաբոլիդի շառավիղը հատակում, որի համար (q)
հավասարման մեջ տեղադրենք $z = 0$, $r = r_0$ պայմանները.

$$r_0 = \sqrt{\left(\frac{D}{2} \right)^2 - \frac{2gH}{\omega^2}} = \sqrt{\left(\frac{0,4}{2} \right)^2 - \frac{2 \cdot 9,81 \cdot 0,5}{31,4^2}} = 0,173 \text{ մ,} \quad (7)$$

Որոշենք անոթի հատակի վրա ($z = 0$) ազդող ավելցուկային ճնշման
ուժը, որը, համաձայն (ρ)-ի, որևէ տարրական օղակային մակերեսի
վրա կլինի՝

$$dP = p \cdot 2\pi r dr = \left\{ \rho g H - \frac{\rho \omega^2}{2} \left[\left(\frac{D}{2} \right)^2 - r^2 \right] \right\} 2\pi r dr:$$

Ինտեգրելով r_0 -ից մինչև $\frac{D}{2}$ կստանանք՝

$$P = \rho g \pi \left[H - \frac{\omega^2}{4g} \left(\frac{D^2}{4} - r_0^2 \right) \right] \left(\frac{D^2}{4} - r_0^2 \right),$$

Տեղադրելով (7) հավասարումից r_0 -ի արժեքը, կունենանք՝

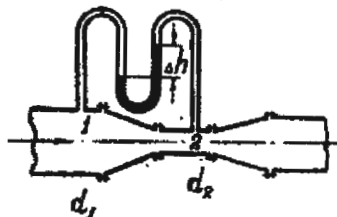
$$P = 900 \frac{\rho}{\pi} g^2 \left(\frac{H}{n} \right)^2 = 900 \frac{1000}{\pi} 9,81^2 \left(\frac{0,5}{300} \right)^2 = 76,58 \text{ Ն:}$$

ԳԼՈՒԽ ՎԵՑԵՐՈՐԴ

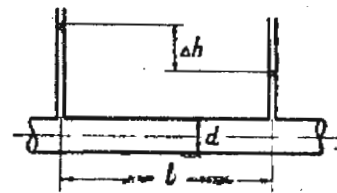
ԲԵՌՆՈՒԼԻ ԷՍՎԱՍՍՐՄԱՆ ԿԻՐԱԹՈՒՄԸ

ԽՆԴԻՐ 6—1. Որոշել նեղացող խողովակով անցնող ջրի ելքը,
առանց հաշվի առնելու հիդրավլիկական կորուստները, եթե խողովակի
լայն և նեղ կտրվածքներին միացված սնդիկային դիֆերենցիալ մանո-
մետրում մակարդակների տարբերությունն է $\Delta h = 25$ մմ: Լայն և նեղ
մասերում խողովակի տրամագծերն են՝ $d_1 = 200$ մմ և $d_2 = 50$ մմ:

Պատ.՝ $Q = 4,85$ լ/վրկ:



Նկ. 6—1 Խնդրի:



Նկ. 6—2 Խնդրի:

ԽՆԴԻՐ 6—2. Պողպատե խողովակի վրա, որի տրամագիծն է $d =$
 100 մմ, իրարից $l = 15$ մ հեռավորությամբ դրված են երկու պլեզո-
մետր:

Որոշել խողովակով անցնող ջրի ելքը, եթե պլեզոմետրերի ցուց-
մունքների տարբերությունն է $\Delta h = 100$ մմ:

Պատ.՝ $Q = 5,0$ լ/վրկ:

ԽՆԴԻՐ 6—3. Հիդրավլիկական տուրբինի բանվորական անիվի ել-
քի կտրվածքը (1—1), որի տրամագիծն է $d_1 = 0,40$ մ, գտնվում է ջրի
մակարդակից $h_s = 3,0$ մ բարձրության վրա: Տուրբինին միացված է
կոնական ուղիղ արտածող խողովակ, որի ելքի տրամագիծը՝ $d_2 =$
 $= 0,6$ մ:

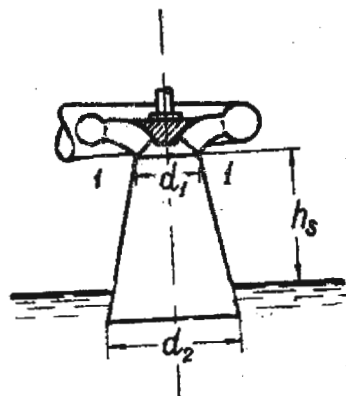
Որոշել $Q = 0,5$ մ³/վրկ ելքի դեպքում ինչպիսի՞ վակուում կստացվի 1—1 կտրվածքում, եթե անտեսվեն հիդրավլիկական կորուստները:

Պատ.՝ $h_v = 3,65$ մ:

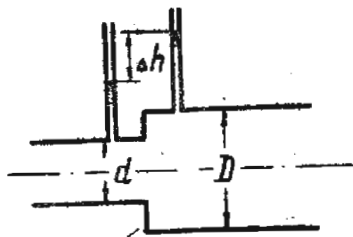
Խնձիր 6—4: Հանկարծակի լայնացող խողովակի լայն և նեղ մասերում, որոնց տրամագծերն են՝ $d = 50$ մմ և $D = 100$ մմ, դրված են պլեզոմետրեր:

Որոշել խողովակով անցնող ելքը առանց կորուստների և հանկարծակի լայնացման կորուստը հաշվի առնելու դեպքում, եթե պլեզոմետրերի ցուցմունքների տարբերությունն է $\Delta h = 0,3$ մ:

Պատ.՝ $Q_{\text{առ.}} = 4,92$ լ/վրկ, $Q_{\text{բ.}} = 7,85$ լ/վրկ:



Նկ. 6—3 խնդրի:



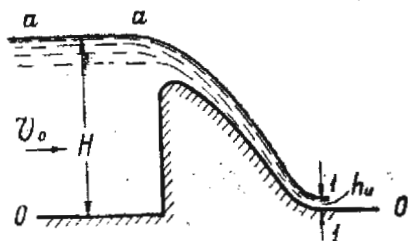
Նկ. 6—4 խնդրի:

Խնձիր 6—5: Ջրաթափալին պատվարի վերին բլեֆում ջրի խորությունը հավասար է $H = 14,0$ մ:

Որոշել ներքին բլեֆում ջրի խորությունը h_v , եթե մեկ մետր լայնությունից ելքը հավասար է $q = 30$ մ³/վրկ.մ (կորուստները հաշվի չառնել):

Պատ.՝ $h_v = 2,03$ մ:

Հուծում: Գրենք Բենուլիի հավասարումը $a—a$ և 1—1 կտրվածքների նկատմամբ, համեմատության հարթությունն ընդունելով 0—0,



Նկ. 6—5 խնդրի:

$$z_a + \frac{p_a}{\rho g} + \frac{av_a^2}{2g} = z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{av_1^2}{2g}$$

որտեղ մեր խնդրի համար $z_a = H$;

$$z_1 = h_v; p_a = p_1 = p; v_a = \frac{q}{H}; v_1 = \frac{q}{h_v}$$

Տեղադրելով այս արժեքները, կստանանք՝

$$H + \frac{aq^2}{2gH^3} = h_v + \frac{aq^2}{2gh_v^3}$$

Հավասարման ձախ մասը նշանակենք H_0 -ով, իսկ աջ մասը՝ $\varphi(h_v)$ -ով.

$$H_0 = H + \frac{aq^2}{2gH^3} = 14 + \frac{1,1 \cdot 30^2}{19,62 \cdot 14^3} = 14,26 \text{ մ,}$$

$$\varphi(h_v) = h_v + \frac{aq^2}{2gh_v^3} = h_v + \frac{50,5}{h_v^3}$$

Այս հավասարումը լուծվում է փնտրման միջոցով, h_v -ին տալիս ենք ախքան արժեքներ, մինչև բավարարի $\varphi(h_v) = H_0$ պայմանը: Հումը տրված է աղյուսակում:

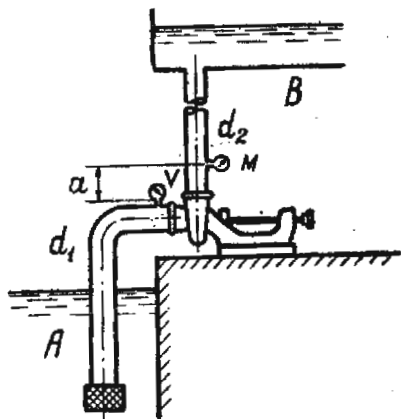
h_v մ	h_v^3	$\frac{50,5}{h_v^3}$	$\varphi(h_v)$
1,0	1,0	50,5	51,5
2,0	4,0	12,6	14,6
2,1	4,41	11,45	13,55
2,05	4,20	12,0	14,05
2,03	4,13	12,24	14,27 $\approx H_0 = 14,26$ մ

Այսպիսով, $h_v = 2,03$ մ:

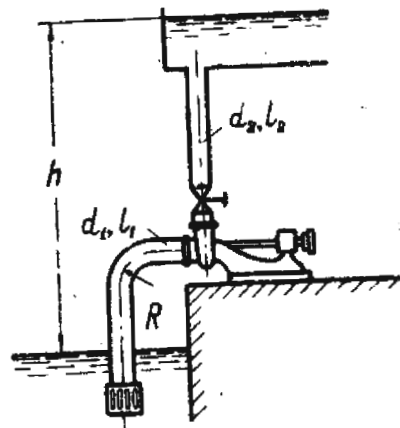
Խնձիր 6—6: Կենտրոնախույս պոմպը A ավազանից B ավազան է մղում $Q = 30,0$ լ/վրկ ելք: Պոմպի մղվող խողովակի վրա դրված մանոմետրը ցույց է տալիս $p_1 = 0,4$ ՄՊա ճնշում, իսկ ներծծող խողովակի վրա դրված վակուոմետրի ցուցմունքն է $p_2 = 200$ մմ սնդ. սյուն: Ծծող և մղող խողովակների տրամագծերն են՝ $d_1 = 100$ մմ, $d_2 = 70$ մմ:

Որոշել պոմպի զարգացրած ճնշումը, եթե մանոմետրի և վակուոմետրի ուղղաձիգ հեռավորությունն է $a = 0,2$ մ:

Պատ.՝ $H = 44,41$ մ:



Նկ. 6-6 խնդրի:



Նկ. 6-7 խնդրի:

Խնդիր 6-2: Կենտրոնախույս պոմպը $Q=18,0$ լ/վրկ էլք է մղում $h=25$ մ բարձրության վրա:

Որոշել պոմպի կողմից զարգացվող H ճնշումը, եթե մղող խողովակի տրամագիծն է $d_2=100$ մմ, երկարությունը՝ $l_2=20$ մ, ներծծող խողովակի տրամագիծը՝ $d_1=150$ մմ, երկարությունը՝ $l_1=10$ մ: Տրված է նաև ներծծող խողովակի կորացման շառավիղը՝ $R=300$ մմ և մղող խողովակի վրա դրված փականի բացվածությունը՝ $\frac{a}{d}=0,5$:

Պատ.՝ $H=28,17$ մ:

ԳԼՈՒԽ ՅՈՒՆԵՐՈՐԿ

ՀԵՂՈՒԿԻ ՇԱՐԺՄԱՆ ԵՐԿՈՒ ՌԵԺԻՄՆԵՐԸ

ԼԱՄԻՆԱՐ ՇԱՐԺՈՒՄ

Խնդիր 7-1: Որոշել ջրի շարժման ռեժիմը խողովակում, եթե նրա տրամագիծն է $d=20,0$ մմ, ջրի ջերմաստիճանը՝ $t=10^\circ\text{C}$, էլքը՝ $Q=19,5$ սմ³/վրկ:

Խողովակի ինչպիսի՞ տրամագծի դեպքում Ռեյնոլդսի թիվը կընդունի կրիտիկական արժեք:

Պատ.՝ $Re=950$ (լամինար), $d_{kr}=8,16$ մմ:

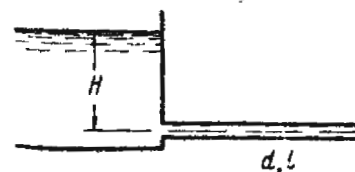
Խնդիր 7-2: Մեքենայի լուղը, որի ջերմաստիճանն է $t=30^\circ\text{C}$, շարժվում է $d=25$ մմ տրամագիծ ունեցող խողովակով և ունի $Q=0,5$ լ/վրկ էլք:

Որոշել հեղուկի շարժման ռեժիմը և արագությունը խողովակի կենտրոնում:

Պատ.՝ Լամինար, $u_{max}=2,04$ մ/վրկ:

Խնդիր 7-3: Յուղի ավազանին միացված է $d=200$ մմ տրամագծով, $l=20,0$ մ երկարությամբ խողովակ, յուղի ջերմաստիճանն է $t=20^\circ\text{C}$:

Անտեսելով մուտքի կորուստները, որոշել կրիտիկական ճնշումը՝



Նկ. 7-3 խնդրի:

H_k , որի դեպքում շարժումը խողովակում Լամինար ռեժիմից կանցնի տուրբուլենտի:

Ցուցում: Լամինար շարժման ժամանակ Կորիոլիսի գործակիցը՝ $\alpha=2$:

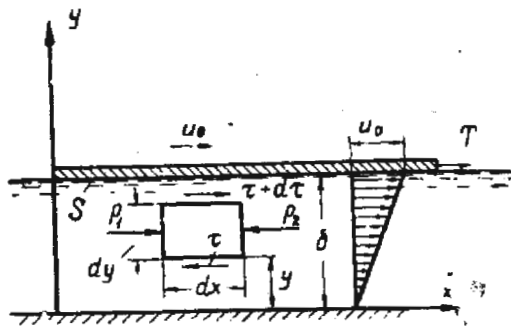
Պատ.՝ $H_k=4,21$ մ:

ԽՆԴԻՐ 7-4: Թիթեղը, որի մակերեսն է $S=50,0 \text{ սմ}^2$, հորիզոնական պատից հեռացված է $\delta=5,0 \text{ մմ}$ և շարժվում է հաստատուն $u_0=0,3 \text{ մ/վրկ}$ արագությամբ: Թիթեղի և պատի արանքը լցված է $t=20^\circ\text{C}$ ջերմաստիճան ունեցող մեքենայի յուղ:

Որոշել դիմադրության ուժը թիթեղի վրա:

Պատ.՝ $T=0,097 \text{ Ն}$:

Լուծում: Հեղուկի մեջ պատից y հեռավորության վրա անջատենք $dx \cdot dy \cdot b$ չափերով տարրական զուգահեռանիստ և դիտարկենք



Նկ. 7-4 խնդրի:

Նրա վրա ազդող ուժերը, որոնք հավասարաչափ շարժման դեպքում կլինեն հավասարակշռված: Ճնշումները զուգահեռանիստի ճակատային նիստերի վրա կլինեն նույնը, քանի որ ոչ ճնշումային շարժման դեպքում ճնշումը փոփոխվում է հիդրոստատիկայի օրենքով և նույն բարձրությունների վրա բոլոր կը-

տըրվածքներում կլինեն նույնը ($p_1=p_2$):

Պրոյեկտելով ուժերը x առանցքի վրա, կստանանք՝

$$p_1 b dy - p_2 b dy - \tau b dx + (\tau + d\tau) b dx = 0,$$

որտեղից $d\tau = 0$ և $\tau = C_1$:

Այս պայմանը տեղադրելով նյութոնի օրենքի մեջ՝ ($\tau = \mu \frac{du}{dy}$), կստանանք՝

$$C_1 = \mu \frac{du}{dy}, \text{ որտեղից՝ } u = \frac{C_1}{\mu} y + C_2, \quad (\text{ա})$$

C_1 -ը և C_2 -ը որոշում ենք սահմանային պայմաններից՝

երբ $y=0$, այդ դեպքում $u=0$, հետևաբար $C_2=0$,

երբ $y=\delta$, այդ դեպքում $u=u_0$, հետևաբար $C_1 = \mu \frac{u_0}{\delta}$:

Այսպիսով, (ա) հավասարումը կընդունի հետևյալ տեսքը՝

$$u = \frac{u_0}{\delta} y, \quad (\text{բ})$$

Այսինքն՝ արագությունը ըստ խորության փոխվում է գծային օրենքով:

Այժմ հաշվենք հեղուկի շփման ուժը թիթեղի վրա.

$$T = S \mu \frac{du}{dy} = S \mu \frac{u_0}{\delta} = \frac{S \nu \rho u_0}{\delta},$$

Տեղադրելով թվային արժեքները՝ կստանանք՝

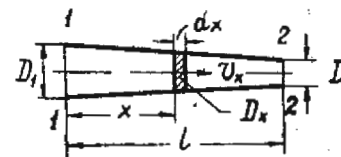
$$T = 50 \cdot \frac{3,6 \cdot 0,9 \cdot 30}{0,5 \cdot 10^5} = 0,097 \text{ Ն}:$$

ԽՆԴԻՐ 7-5: Կոնական խողովակն ունի $l=1,0 \text{ մ}$ երկարություն և $D_1=50 \text{ մմ}$, $D_2=25 \text{ մմ}$ մուտքի ու ելքի տրամագծեր:

Ստուգել շարժման ուժի մեծությունը և որոշել հիդրավլիկական կորուստները, եթե խողովակով հոսում է $Q=1,0 \text{ լ/վրկ}$ ելքով մեքենայի յուղ, որի ջերմաստիճանն է $t=20^\circ\text{C}$:

Պատ.՝ $h_s=111,5 \text{ սմ}$, լամինար:

Լուծում: Որոշենք հեղուկի շարժման ուժի մեծությունը և կտրվածքում, որի համար հաշվենք Ռեյնոլդսի թիվը.



Նկ. 7-5 խնդրի:

$$Re = \frac{4Q}{\pi d \nu} = \frac{4 \cdot 1000}{\pi \cdot 2,5 \cdot 3,6} = 142 < 2320,$$

այսինքն՝ շարժումն ամբողջ կոնական խողովակում լամինար է, հետևաբար հիդրավլիկական կորուստը կարտահայտվի

Պուազեյի բանաձևով, որը dx երկարության վրա կլինի

$$dh_s = \frac{32 \nu u_x}{g D_x^2} dx, \quad (\text{ա})$$

որտեղ D_x -ը և u_x -ը x հեռավորության վրա տրամագիծը և արագությունն են և որոշվում են հետևյալ կերպ՝

$$D_x = D_1 - \frac{D_1 - D_2}{l} x = 5,0 - \frac{5,0 - 2,5}{100} x = 5,0 - 0,025 x \text{ սմ,}$$

$$\omega_x = \frac{\pi D_x^3}{4} = \frac{\pi}{4} (5 - 0,025 x)^2,$$

$$v_x = \frac{Q}{\omega_x} = \frac{4000}{\pi (5 - 0,025 x)^2},$$

Տեղադրելով այս արժեքները (ա) բանաձևի մեջ, կունենանք՝

$$dh_x = \frac{128000 \nu dx}{\pi g (5 - 0,025 x)^4},$$

Ինտեգրելով 0-ից l սահմաններում, կստանանք՝

$$h_x = \frac{128000 \nu}{\pi g} \int_0^l (5 - 0,025 x)^{-4} dx = \frac{128000 \nu}{\pi g \cdot 0,075} \left[\frac{1}{(5 - 0,025 l)^3} - \frac{1}{5^3} \right],$$

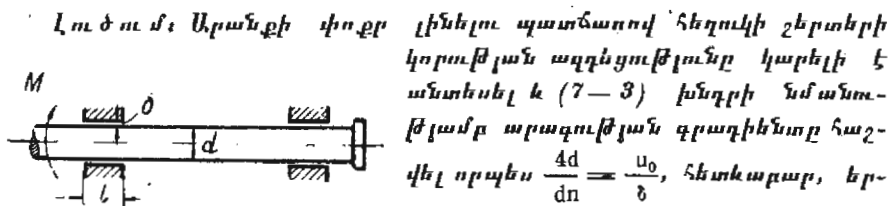
Տեղադրելով մնացած մեծությունների թվախն արժեքները՝ կստանանք՝

$$h_x = \frac{128000 \cdot 3 \cdot 6}{\pi \cdot 981 \cdot 0,075} \left(\frac{1}{2,5^3} - \frac{1}{5^3} \right) = 111,5 \text{ սմ:}$$

Խնդիր 7—6: Մեքենայի լիսեռը, որի տրամագիծն է $d=15$ սմ, հենվում է երկու առանցքակալների վրա: Առանցքակալներն ունեն $l=2,5$ սմ երկարություն, $\delta=0,2$ մմ արանք և լուղված են $t=40^\circ\text{C}$ ջերմաստիճանի մեքենայի լուղով:

Որոշել մեքենայի պարապ ընթացքի ժամանակ պահանջվող պտտող մոմենտի մեծությունը $n=600$ 1/րոպե դեպքում:

Պատ.՝ $M=3,75$ Նմ:



Նկ. 7—6 խնդիր:

Լուծում: Արանքի փոքր լինելու պատճառով հեղուկի շերտերի կորուստն ազդեցությունը կարելի է անտեսել և (7—3) խնդրի նմանությամբ արագության գրադիենտը հաշվել որպես $\frac{4d}{dn} = \frac{u_0}{\delta}$, հետևաբար, երկու առանցքակալների վրա առաջացած շփման մոմենտը կլինի՝

$$M = 2\pi d l \nu \frac{d}{2} = \pi d^2 l \nu \frac{u_0}{\delta}, \quad (\text{ա})$$

$$\text{որտեղ } \mu = \nu\rho = 1,0 \cdot 0,9 = 0,9 \text{ գ/վրկ. սմ,}$$

$$u_0 = \frac{\pi d n}{60} = \frac{\pi \cdot 15 \cdot 600}{60} = 471 \text{ սմ/վրկ:}$$

Տեղադրելով այս արժեքները (ա) հավասարման մեջ, կստանանք,

$$M = \pi \cdot 15^2 \cdot 2,5 \cdot 0,9 \cdot \frac{471}{0,02} \cdot 10^{-7} = 3,75 \text{ Նմ:}$$

Նշենք, որ լիսեռի և առանցքակալների միջև հեղուկի շարժումը կլինի լամինար հետևյալ պայմանների դեպքում՝

$$Re \leq 30 \sqrt{\frac{D}{\delta}}, \text{ երբ լիսեռն է պտտվում,}$$

$$Re \leq 1900, \text{ երբ առանցքակալն է պտտվում,}$$

$$\text{որտեղ } Re = \frac{u_0 \delta}{\nu},$$

Մեր խնդրի համար կունենանք՝

$$Re = \frac{471 \cdot 0,02}{1,0} = 9,42 < 30 \sqrt{\frac{15}{0,02}} = 820, \text{ այսինքն, շարժումը, ինչպես նախապես ընդունել էինք, լամինար է:}$$

Խնդիր 7—7: Երկու համակենտրոն գլանների արանքը լցված է $t=20^\circ\text{C}$ ջերմաստիճանի մեքենայի լուղ:

Որոշել այն մոմենտը, որն անհրաժեշտ է կիրառել ներքին գլանը $n=60$ 1/րոպե պտտման հաճախականությամբ պտտելու համար:

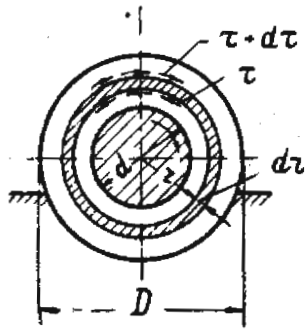
Տրված են գլանների չափերը՝ $D=16$ սմ, $d=10$ սմ, $l=30$ սմ:

Պատ.՝ $M=0,0314$ Նմ:

Լուծում: Նախ ստուգենք հեղուկի շարժման ռեժիմը (ըստ նախորդ խնդրում տրված պայմանի).

$$R_e = \frac{u_0 \left(\frac{D-d}{2} \right)}{\nu} = \frac{\pi d n (D-d)}{120 \nu} = \frac{\pi \cdot 10 \cdot 60 (16-10)}{120 \cdot 3,6} =$$

$$= 26,2 < 30 \sqrt{\frac{10}{3}} = 54,8, \text{ այսինքն՝ շարժումը լամի-}$$



Նկ. 7-7 խնդրի:

նար է:

Ներքին գլանի պատող մոմենտը որոշելու համար հեղուկի մեջ լիսեռի առանցքից r հեռավորության վրա անջատենք dr հաստութիւն մտարրական օղակ, որի վրա երկու կողմից ազդող մոմենտները կլինեն հավասար և հակառակ ուղղված, այսինքն՝

$$\tau 2\pi r^2 l - (\tau + d\tau) 2\pi (r + dr)^2 l = 0,$$

որը ձևափոխելով և անտեսելով բարձր կարգի անվերջ փոքրերը, կստանանք՝

$$d(\tau \cdot r^2) = 0 \text{ կամ } \tau r^2 = C_1, \quad (ա)$$

Հայտնի է, որ Նյուտոնի օրենքը բեռնալին կոորդինատներով ունի հետևյալ տեսքը՝

$$\tau = \mu \left(\frac{du}{dr} - \frac{u}{r} \right), \quad (բ)$$

Հավասարեցնելով (ա) և (բ) հավասարումներից τ -ի արժեքները կստանանք հետևյալ դիֆերենցիալ հավասարումը՝

$$\frac{du}{dr} = \frac{u}{r} + \frac{C_1}{\mu r^2},$$

որը ինտեգրելով, կունենանք՝

$$u = \frac{C_1}{\mu r^2} + C_2 r, \quad (գ)$$

Տեղադրելով խնդրի սահմանային պայմանները, այսինքն, երբ $r = R_2 = \frac{D}{2}$, կունենանք $u=0$, երբ $r=R_1=\frac{d}{2}$, կունենանք $u=u_0$,

կստանանք՝

$$u = \frac{R_1 R_2^2 - R_1 r^2}{(R_2^2 - R_1^2) r} \cdot u_0, \quad (դ)$$

Շոշափող լարումը ներքին գլանի կողմնային մակերևութի վրա ըստ (բ) և (գ) հավասարումների կլինի՝

$$\tau_0 = \tau_{r=R_1} = \frac{2\mu R_2^2 u_0}{(R_2^2 - R_1^2) R_1},$$

Հետևաբար, պատող մոմենտը կստացվի՝

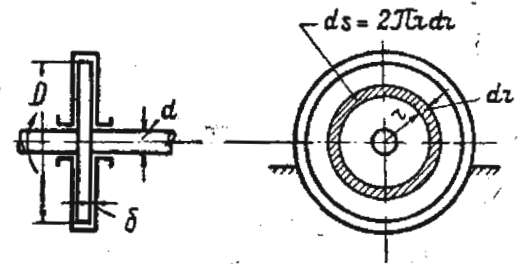
$$M = 2\pi R_1^2 l \tau_0 = \frac{4\pi \mu l R_1^2 R_2^2 u_0}{R_2^2 - R_1^2} = \frac{4\pi^2 \cdot 3,6 \cdot 0,9 \cdot 30 \cdot 5^2 \cdot 8^2 \cdot 60}{30 \cdot (8^2 - 5^2) \cdot 10^7} = 0,0314 \text{ Նմ:}$$

ԽՆԴԻՐ 7-8. Որոշել $D=110$ մմ և $d=20$ մմ չափեր ունեցող սկավառակի շփման ուժերի մոմենտը $n=400$ 1/րոպե պտտման հաճախականության դեպքում, եթե սկավառակի և իրանի միջև եղած $\delta=0,5$ մմ արանքը լցված է $t=40^\circ\text{C}$ ջերմաստիճանի մեքենայի յուղ:

Պատ.՝ $M=21,8$ Նմ:

Լուծում: Սկավառակի վրա շփման ուժեր կառաջանան կողմնային և ճակատային մակերևութների վրա:

Կողմնային մակերևութի վրա շփման ուժերի մոմենտը որոշվում է նախորդ խնդրի ձևով, սակայն սկավառակի նեղ լինելու դեպքում այն համեմատած ճակատային մակերևութներում շփման ուժերի մոմենտի հետ, շատ փոքր է և կարելի է անտեսել:



Նկ. 7-8 խնդրի:

Ճակատային մակերևութների շփման ուժերի մոմենտը որոշելու համար առանցքից r հեռավորության վրա անջատենք dr հաստութիւն մտարրական օղակ, որի վրա շփման ուժերը կարտահայտվեն հետևյալ հավասարումով.

$$dF = 2\pi r dr \mu \frac{du}{dn}$$

Յուղի շարժման արագությունը անշարժ պատից մինչև պտտվող սկավառակը փոխվում է գծային օրենքով, ինչպես $\gamma - 4$ խնդրում, հետևաբար,

$$\frac{du}{dn} = \frac{u}{\delta},$$

որտեղ u -ն r հեռավորության վրա սկավառակի գծային արագությունն է և արտահայտվում է

$$u = \frac{\pi n}{30} r$$

բանաձևով: Համապատասխան արժեքները տեղադրելով dF -ի արտահայտության մեջ, կունենանք՝

$$dF = 2\pi^2 r^2 dr \mu \frac{n}{30\delta}$$

Տարրական ուժի մոմենտը սկավառակի երկու կողմից կլինի՝

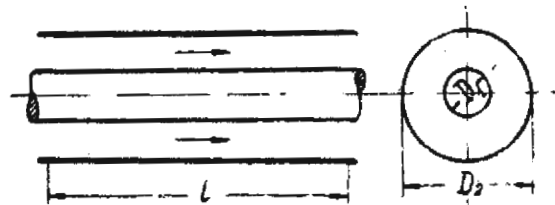
$$dM = 2r dF = \frac{4\pi^2 n}{30\delta} \mu r^3 dr,$$

ինտեգրելով $\frac{d}{2}$ -ից $\frac{D}{2}$ սահմաններում, կստանանք՝

$$M = \frac{\pi^2 \mu n}{470\delta} (D^4 - d^4):$$

Տեղադրելով թվային արժեքները, կստանանք՝

$$M = \frac{\pi^2 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 400}{480 \cdot 0,05} 10^{-7} (11^4 - 2^4) = 21,8 \text{ Նմ:}$$



Նկ. 7-9 խնդրի:

Խնդիր 7-9: Երկու զլանների արանքով երկայնական ուղղությամբ շարժվում է $t = 20^\circ\text{C}$ ջերմաստիճան ունեցող մեքենայի յուղ: Որոշել ճնշումների տարբերությունը $l = 2,0$ մ երկարության վրա, եթե յուղի ելքն է $Q = 100$ սմ³/վրկ և զլանների տրամագծերն են $D_1 = 12$ սմ, $D_2 = 14$ սմ:

$$\text{Պատ.՝ } \Delta p = \frac{128 \mu l Q}{\pi \left[D_2^4 - D_1^4 - \frac{(D_2^2 - D_1^2)^2}{\ln \frac{D_2}{D_1}} \right]} = 1,65 \text{ կՊա:}$$

Խնդիր 7-10: Կերոսինի պոմպի մխոցակոթը, որի տրամագիծն է $d = 4,5$ սմ, քիացման մասում ունի $\delta = 0,2$ մմ արանք և $l = 15$ սմ քիացման երկարություն: Պոմպում կերոսինն ունի $t = 20^\circ\text{C}$ ջերմություն և գտնվում է $p = 0,2$ ՄՊա ճնշման տակ:

Որոշել հոսակորուստների ելքը քիացման մասից՝ մխոցակոթի անշարժ վիճակի համար:

$$\text{Պատ.՝ } Q = 58,2 \text{ սմ}^3/\text{վրկ:}$$

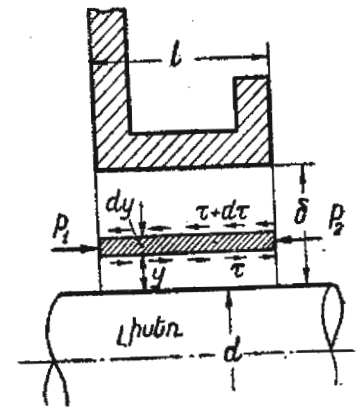
Լուծում: Քանի որ քիացման մասում արանքը (δ) մխոցակոթի տրամագծի (d) համեմատությամբ շատ փոքր է, ապա շարժումը կարելի է բնորոշել ինչպես ուղղանկյուն ճեղքում, որի չափերը այս դեպքում կլինեն՝ լայնությունը՝ πd , բարձրությունը՝ δ , երկարությունը՝ l :

Մխոցակոթից y հեռավորության վրա անջատենք dy հաստությամբ, l երկարությամբ և πd լայնությամբ մի տարրական զուգահեռանիստ, որի նիստերի վրա ազդող ուժերը հավասարաչափ շարժման դեպքում կգտնվեն հավասարակշռության մեջ, այսինքն՝

$$\pi d (p_1 - p_2) dy = \pi d l (\tau + d\tau - \tau),$$

որտեղից $d\tau = \frac{p_1 - p_2}{l} dy$, որը ինտեգրելով, կստանանք՝

$$\tau = \frac{p_1 - p_2}{l} y + C_1,$$



Նկ. 7-10 խնդրի:

Տեղադրելով τ -ի արժեքը նյութի օրենքի մեջ, կունենանք՝

$$\pm \mu \frac{du}{dy} = \frac{p_1 - p_2}{l} y + C_1,$$

Վերջինս ինտեգրելով, կստանանք՝

$$u = \pm \frac{p_1 - p_2}{2\mu l} y^2 + C_1 y + C_2,$$

C_1 -ը և C_2 -ը կորոշենք հետևյալ սահմանալին պայմաններից.

երբ $y=0$, ունենք $u=0$, հետևաբար $C_2=0$,

երբ $y=\delta$, ունենք $u=0$, հետևաբար, $C_1 = \frac{p_1 - p_2}{2\mu l} \delta$,

Տեղադրելով C_1 -ի և C_2 -ի արժեքները, կստանանք՝

$$u = \pm \frac{p_1 - p_2}{2\mu l} y(\delta - y),$$

Բացասական նշանի դեպքում u -ն ֆիզիկական իմաստ չունի, իսկ դրական նշանի դեպքում u -ն ֆիզիկական իմաստ չունի, իսկ դրական նշանի դեպքում u -ն ֆիզիկական իմաստ չունի, իսկ դրական նշանի դեպքում u -ն ֆիզիկական իմաստ չունի:

$$Q = \int_S u dS,$$

որտեղ $dS = \pi d \cdot dy$, Տեղադրելով u -ի և dS -ի արժեքները, կունենանք՝

$$Q = \frac{p_1 - p_2}{2\mu l} \pi d \int_0^\delta y(\delta - y) dy = \frac{p_1 - p_2}{12\mu l} \pi d \delta^3,$$

Տեղադրելով թվային արժեքները, կստանանք՝

$$Q = \frac{\pi \cdot 200000 \cdot 0,023 \cdot 4,5}{12 \cdot 0,027 \cdot 0,8 \cdot 15} 10 = 58,2 \text{ սմ}^3/\text{վրկ}:$$

Խնդիր 7-11. Մեքենայի լուղը առանցքակալին է տրվում $p=0,1$ ՄՊա ճնշման տակ, $d_0=10$ մմ տրամագիծ և $l_0=3,0$ մ երկարությամբ ունեցող խողովակով:

Անտեսելով լիսեռի պտույտը, որոշել լուղի հոսակորուստի ելքը,

եթե լիսեռի տրամագիծն է $d \leq 5,0$ սմ, արանքը՝ $\delta = 0,1$ սմ, առանցքակալի երկարությունը՝ $l = 12,0$ սմ, լուղի օդակի լայնությունը՝ $b = 2,0$ սմ, լուղի ջերմաստիճանը՝ $t = 20^\circ\text{C}$:

Պատ.՝ $Q = 21,9$ սմ³/վրկ:

Լուծում. Յուղի ամբողջ ճնշումը ծախսվում է ինչպես մոտեցնող խողովակում, այնպես էլ լիսեռի և առանցքակալի արանքով շարժվելիս. հիդրավլիկական կորուստները հաղթահարելու վրա:

$$p = p_h + p_l \quad (\omega)$$

Հիդրավլիկական կորուստները խողովակում լամինար շարժման դեպքում որոշվում են Պուազեյի բանաձևով՝

$$p_h = \frac{32 \cdot \mu \cdot l_0}{d_0^3} v \quad v = \frac{128 \cdot \mu \cdot l_0 Q}{\pi d_0^4}$$

(ձևով տեղական կորուստը անտեսում ենք):

Համաձայն նախորդ խնդրի լուծման, p_l -ն կորոշվի՝

$$p_l = \frac{3Q\mu(l-b)}{\pi \delta^3 d}$$

բանաձևով (հաշվի է առնված, որ ելքը բաժանվում է երկու մասի):

Տեղադրելով (ω) հավասարման մեջ p_h -ի և p_l -ի արժեքները, կստանանք՝

$$Q = \frac{\pi p}{\mu \left[\frac{128 l_0}{d_0^3} + \frac{3(l-b)}{\delta^3 d} \right]}$$

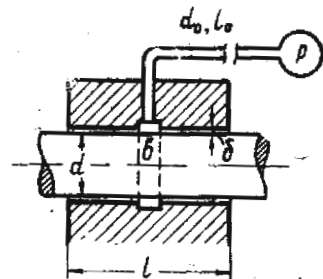
Տեղադրելով թվային արժեքները, կստանանք՝

$$Q = \frac{\pi \cdot 0,1 \cdot 10^6 \cdot 10^6}{3,6 \cdot 10^{-4} \cdot 900 \left[\frac{128 \cdot 3}{0,014} + \frac{3(0,12-0,02)}{0,001^3 \cdot 0,09} \right]} = 21,9 \text{ սմ}^3/\text{վրկ}:$$

Ստուգենք շարժման ռեժիմը խողովակում՝

$$Re = \frac{vd}{\nu} = \frac{4Q}{\pi d \nu} = \frac{4 \cdot 21,9}{\pi \cdot 1,0 \cdot 3,6} = 7,74 < 2320,$$

Ուրեմն շարժումը լամինար է, ինչպես որ նախապես բնութագրվում է:



Նկ. 7-11 խնդիր:

Գրենք բեռնուլիի հավասարումը $a-a$ և $3-3$ կտրվածքների նկատմամբ, համեմատության հարթությունը տանելով խողովակի առանցքով:

Ցուցում: Նշենք, որ առհասարակ հարմար է բեռնուլիի հավասարումը գրել սկզբի և վերջի կտրվածքների նկատմամբ, քանի որ այդ կտրվածքներում ճնշումները նախապես հայտնի են (հավասար են մթնոլորտային ճնշմանը): Համեմատության հարթությունը հարմար է տանել վերջին կտրվածքի առանցքով, որի համար $Z=0$ և լուծումը դառնում է ավելի պարզ:

Այսպիսով, կստանանք՝

$$z_a + \frac{p_a}{\rho g} + \frac{av_a^2}{2g} = z_3 + \frac{p_3}{\rho g} + \frac{av_3^2}{2g}$$

Ընդունելով $\alpha=1,0$ և տեղադրելով սահմանային պայմանները՝ $v_a=0$, $z_a=H$, $z_3=0$, $p_a=p_3=p_{atm}$, կստանանք՝

$$H = \frac{v_3^2}{2g} = 6,0 \text{ մ} \text{ և } v_3 = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 6,0} = 10,86 \text{ մ/վրկ:}$$

Ելքը կլինի՝

$$Q = v_3 \omega_3 = 108,6 \cdot \frac{\pi \cdot 1,5^2}{4} = 192 \text{ լ/վրկ:}$$

$\frac{v_1^2}{2g}$ և $\frac{v_2^2}{2g}$ արագության բարձրությունները որոշելու համար, օգտվելով անխզելիության հավասարումից՝

$$v_1 \omega_1 = v_3 \omega_3 \text{ և } v_2 \omega_2 = v_3 \omega_3$$

որտեղից կունենանք՝

$$\frac{v_1^2}{2g} = \frac{v_3^2}{2g} \left(\frac{\omega_3}{\omega_1} \right)^2 = \frac{v_3^2}{2g} \left(\frac{d_3}{d_1} \right)^4 = 6 \left(\frac{150}{250} \right)^4 = 0,78 \text{ մ}$$

$$\frac{v_2^2}{2g} = \frac{v_3^2}{2g} \left(\frac{d_3}{d_2} \right)^4 = 6 \left(\frac{150}{125} \right)^4 = 12,48 \text{ մ}$$

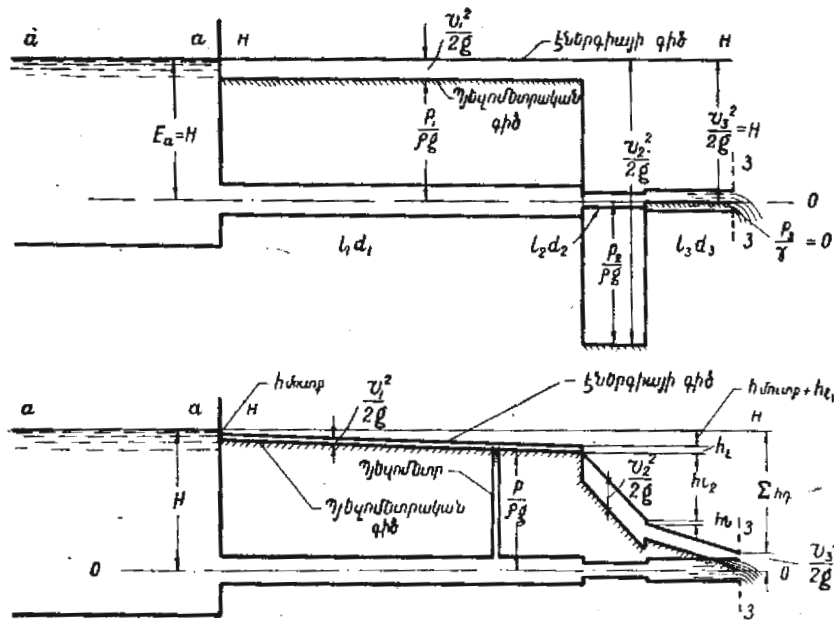
Նկ. 8—1 ա-ում կառուցված են էներգիայի և պեղումնորական գծերը իդեալական հեղուկի շարժման դեպքում:

ԳԼՈՒԽ ՈՒԹԵՐՈՐԳ

ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ԵՎ ՊԵՆՉՈՄԵՏՐԱԿԱՆ ԳԾԵՐԻ ԿԱՌՈՒՑՈՒՄԸ

Նկ. 8—1: Գծագրում տրված համակարգի համար հաշվել ելքը և կառուցել էներգիայի ու պեղումնորական գծերը: Համակարգը բնորոշվում է հետևյալ տվյալներով. $H=6,0$ մ, $l_1=200$ մ, $l_2=35$ մ, $l_3=50$ մ, $d_1=250$ մմ, $d_2=125$ մմ, $d_3=150$ մմ: Խողովակները պողպատից են:

Խնդիրը լուծել իդեալական և իրական հեղուկների շարժման դեպքերի համար:



Նկ. 8—1 խնդրի:

Ցուցում: 1) Իդեալական հեղուկի շարժման դեպք (երբ հիդրավիլիկական դիսսիպացիաները հաշվի չեն առնվում):

էներգիայի դիժը իրենից ներկայացնում է համեմատության հարթությունից միջին տեսակարար էներգիայի չափով հեռացված գիծ: Քանի որ կորուստները հաշվի չենք առնում, էներգիայի գիժը կլինի հորիզոնական:

Որոշենք $a-a$ կտրվածքում միջին տեսակարար էներգիան՝

$$E_a = z_a + \frac{p_a}{\rho g} + \frac{av_a^2}{2g} = H + 0 + 0 = H = 6,0 \text{ մ,}$$

Այսպիսով, էներգիայի դիժը կլինի $H-H$ գիժը:

Պլեզոմետրական գիժը կառուցելու համար էներգիայի գծից իջնում ենք $\frac{v^2}{2g}$ -ի չափով:

Խողովակի հաստատուն աբամագծի դեպքում ըստ երկարության v -ն և հետևապես $\frac{v^2}{2g}$ -ն մնում են հաստատուն, որի պատճառով պլեզոմետրական գիժը կլինի էներգիայի գծին զուգահեռ:

$H-H$ գծից համապատասխան հատվածներով տեղադրելով $\frac{v^2}{2g} = 6,0 \text{ մ, } \frac{v^2}{2g} = 12,48 \text{ մ և } \frac{v^2}{2g} = 0,78 \text{ մ,}$ կստանանք պլեզոմետրական

գիժը, որի հեռավորությունները խողովակի առանցքից լուրաքանչյուր կտրվածքում կլինեն պլեզոմետրական բարձրությունները, առաջին հատվածում այն դրական է, երկրորդում՝ բացասական (չորսություն ունի վակուում), երրորդում՝ զրո (ճնշումը մթնոլորտային է):

2) Իրական հեղուկի շարժման դեպք (եթե հաշվի են առնվում հիդրավիլիական կորուստները): Հստիման բնթացքը նույնն է, ինչ որ նախորդ դեպքում, միայն դեպք է հաշվի առնել նաև հիդրավիլիական կորուստները, այսինքն՝ Բենուլիի հավասարումը գրել հետևյալ տեսքով՝

$$z_a + \frac{p_a}{\rho g} + \frac{av_a^2}{2g} = z_b + \frac{p_b}{\rho g} + \frac{av_b^2}{2g} + \Sigma h_r,$$

որտեղ Σh_r -ն $a-a$ կտրվածքից մինչև $3-3$ կտրվածքը եղած հիդրավիլիական կորուստների գումարն է:

Հիդրավիլիական կորուստները դրենք ջրի շարժման ուղղությամբ, ավազանում, արագությունների աննշանության պատճառով կորուստները հաշվի չենք առնում: Այսպիսով, կունենանք՝ մուտքի, առաջին

հատվածում երկայնական, նեղացման, երկրորդ հատվածում երկայնական, լայնացման և երրորդ հատվածում՝ երկայնական կորուստներ՝

$$\Sigma h_r = h_r + h_{l1} + h_s + h_{l2} + h_l + h_{l3},$$

Տեղադրելով երկարության և տեղական կորուստների արտահայտությունները և սահմանային պայմանները, կստանանք՝

$$H = \frac{v^2}{2g} + \xi_r \frac{v^2}{2g} + \lambda_1 \frac{l_1}{d_1} \frac{v^2}{2g} + \xi_s \frac{v^2}{2g} + \lambda_2 \frac{l_2}{d_2} \frac{v^2}{2g} + \xi_l \frac{v^2}{2g} + \lambda_3 \frac{l_3}{d_3} \frac{v^2}{2g} \quad (a)$$

Օգտագործելով անխզելիության հավասարումը, $\frac{v_1^2}{2g}$ -ն և $\frac{v_2^2}{2g}$ -ն արտահայտենք $\frac{v_3^2}{2g}$ -ի միջոցով, այսինքն՝

$$\frac{v_1^2}{2g} = \frac{v_3^2}{2g} \left(\frac{d_3}{d_1} \right)^4 \text{ և } \frac{v_2^2}{2g} = \left(\frac{d_3}{d_2} \right)^4 \frac{v_3^2}{2g}$$

Այս արժեքները տեղադրելով (a)-ի մեջ, կստանանք՝

$$H = \frac{v_3^2}{2g} \left[1 + \xi_r \left(\frac{d_3}{d_1} \right)^4 + \lambda_1 \frac{l_1}{d_1} \left(\frac{d_3}{d_1} \right)^4 + \xi_s \left(\frac{d_3}{d_2} \right)^4 + \lambda_2 \frac{l_2}{d_2} \left(\frac{d_3}{d_2} \right)^4 + \xi_l + \lambda_3 \frac{l_3}{d_3} \right],$$

որտեղից

$$v_3 = \frac{\sqrt{2gH}}{\sqrt{1 + \xi_r \left(\frac{d_3}{d_1} \right)^4 + \lambda_1 \frac{l_1}{d_1} \left(\frac{d_3}{d_1} \right)^4 + \xi_s \left(\frac{d_3}{d_2} \right)^4 + \lambda_2 \frac{l_2}{d_2} \left(\frac{d_3}{d_2} \right)^4 + \xi_l + \lambda_3 \frac{l_3}{d_3}}}$$

Հավելվածի աղյուսակ № 8 և № 9-ից հայտնի են $\xi_r = 0,5$,

$$\xi_s = 0,5 \left[1 - \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2 \right] = 0,5 \left[1 - \left(\frac{125}{250} \right)^2 \right] = 0,375,$$

$$\xi_l = \left[\left(\frac{d_3}{d_2} \right)^2 - 1 \right]^2 = \left[\left(\frac{150}{125} \right)^2 - 1 \right]^2 = 0,193,$$

$$\lambda_1 = 0,0247; \lambda = 0,0301; \lambda_3 = 0,0286,$$

Տեղադրելով թվային արժեքները, կստանանք՝

$$v_3 = \frac{\sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 6}}{\sqrt{1 + 0,5 \left(\frac{0,15}{0,25}\right)^4 + 0,0247 \frac{200}{0,25} \left(\frac{0,15}{0,25}\right)^4 + 0,375 \left(\frac{0,15}{0,125}\right)^4 + 0,0301 \frac{35}{0,125} \left(\frac{0,15}{0,125}\right)^4 + 0,193 + 0,0286 \frac{50}{0,15}}} = \frac{10,86}{5,62} = 1,935 \text{ մ:}$$

Ելքը կլինի՝

$$Q = \frac{\pi d_3^2}{4} v_3 = \frac{\pi \cdot 0,15^2}{4} \cdot 1,935 = 0,0341 \text{ մ}^3/\text{վրկ} = 34,1 \text{ լ/վրկ:}$$

Այս օրինակից կարելի է համոզվել, թե որքան մեծ է հիդրավիկական կորուստների դերը: Տվյալ օրինակում ելքը հիդրավիկական կորուստների պատճառով փոքրանում է 5,62 անգամ:

Որոշենք արագության բարձրությունները՝

$$\frac{v_3^2}{2g} = \frac{1,935^2}{2 \cdot 9,81} = 0,191 \text{ մ,}$$

$$\frac{v_2^2}{2g} = 0,191 \left(\frac{0,15}{0,125}\right)^4 = 0,395 \text{ մ,}$$

$$\frac{v_1^2}{2g} = 0,191 \left(\frac{0,15}{0,25}\right)^4 = 0,025 \text{ մ:}$$

Այս դեպքում, քանի որ հաշվի ենք առնում հիդրավիկական կորուստները, ապա էներգիայի գիծը կլինի իջնող, որը H—H գծից ցածր կլինի կորուստների չափով:

Հաշվենք հիդրավիկական կորուստները.

$$1) h_r = 0,5 \cdot 0,025 = 0,01 \text{ մ,}$$

$$2) h_{II} = 0,0247 \cdot \frac{200}{0,25} \cdot 0,025 = 0,49 \text{ մ,}$$

$$3) h_s = 0,375 \cdot 0,395 = 0,15 \text{ մ,}$$

$$4) h_{I_2} = 0,0301 \cdot \frac{35}{0,125} \cdot 0,395 = 3,33 \text{ մ:}$$

$$5) h_I = 0,193 \cdot 0,194 = 0,04 \text{ մ,}$$

$$6) h_{I_3} = 0,0286 \cdot \frac{50}{0,15} \cdot 0,194 = 1,82 \text{ մ:}$$

$$\text{Հիդրավիկական կորուստների գումարը կլինի } \Sigma h_f = 5,84 \text{ մ, իսկ } \Sigma h_t + \frac{v_3^2}{2g} = 5,84 + 0,19 = 6,03 \text{ մ} \sim 6,0 \text{ մ:}$$

Վերջին պայմանի բավարարումը կարող է հանդիսանալ ստուգման միջոց:

Տեղադրելով ավյալ կարվածքից առաջ եղած բոլոր հիդրավիկական կորուստների գումարը H—H գծից ներքև, կառուցում ենք իրական հեղուկի էներգիայի գիծը (նկ. 8—1 ք): Պլեզոմետրական գիծը կառուցում ենք տեղադրելով էներգիայի գծից արագությունների բարձրությունների չափը դեպի ներքև և առնում զուգահեռ նրան:

Պլեզոմետրական գիծը խողովակի վերջում կհասնի խողովակի առանցքին, եթե այն հաղորդակցվում է մթնոլորտի հետ, իսկ եթե այն վերջանում է ավազանով, ապա խողովակի վերջում չի լինի մթնոլորտային ճնշում, այլ ավազանի մակերևույթի բարձրության չափով կլինի հակաճնշում, որին և պետք է հասնի պլեզոմետրական գիծը:

Ունենալով պլեզոմետրական գիծը, կարող ենք ցանկացած հատվածում որոշել ճնշման մեծությունը: Գծադրից երևում է, որ իրական հեղուկի դեպքում 2-րդ հատվածում բացասական պլեզոմետրական բարձրություն, այսինքն՝ վակուում չի առաջանում:

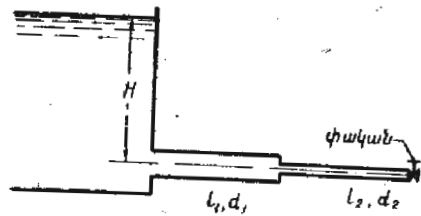
ԽՆԴԻԻ 8—2, Գծադրում ցույց արված սխեմի համար հաշվել ելքը, կառուցել էներգիայի և պլեզոմետրական գծերը իդեալական և իրական հեղուկների համար:

Տրված են՝ H = 4,0 մ, d₁ = 100 մմ, d₂ = 75 մմ, l₁ = 50 մ, l₂ = 10 մ, փականի բացվածությունը՝ 1/3: Խողովակները պողպատից են:

$$\text{Պատ.՝ } Q_{tr} = 39,1 \text{ լ/վրկ, } Q_{tr} = 11,22 \text{ լ/վրկ:}$$

ԽՆԴԻԻ 8—3: Կենտրոնախույս պոմպը Q = 20 լ/վրկ ելք է մղում H₀ = 25 մ բարձրության վրա գտնվող ջրավազանը: Ներծծման համակարգը կազմված է ցանցից, հակադարձ կափուլից և d₁ = 150 մմ

տրամագծով, $l_1 = 10$ մ երկարության ներծծող խողովակից: Մոտ խողովակի տրամագիծն է $d_2 = 100$ մմ, երկարությունը՝ $l_2 = 40$ մ: Խողովակները պողպատից են:



Նկ. 8-2 խնդրի:

Որոշել պոմպի վարդացրած լրիվ ճնշումը, կառուցել էներգիայի և պլեզոմետրական գծերը:

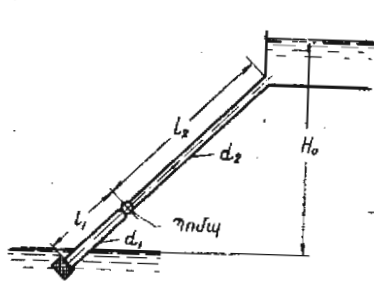
Պատ.՝ $H = 30,36$ մ:

Խնդիր 8-4: Հիդրավլիկական տուրբինը, որի ելքն է $Q = 1,0$ մ³/վրկ, սնվում է ճնշման ավազանից:

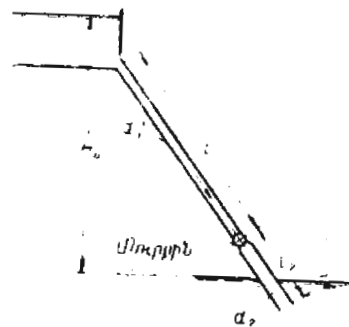
Ավազանի և գետի մակարդակների տարբերությունը՝ $H_0 = 30$ մ: Տրված են ճնշման խողովակի տրամագիծը՝ $d_1 = 500$ մմ, երկարությունը՝ $l_1 = 50$ մ, արտածող խողովակի տրամագիծը՝ $d_2 = 600$ մմ, երկարությունը՝ $l_2 = 6,0$ մ: Խողովակները պողպատից են:

Որոշել տուրբինին հաղորդվող էներգիան և կառուցել էներգիայի ու պլեզոմետրական գծերը:

Պատ.՝ $H = 25,89$ մ:



Նկ. 8-3 խնդրի:



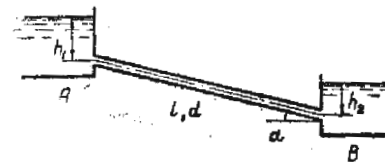
Նկ. 8-4 խնդրի:

Խնդիր 8-5: A ավազանից ջուրը $l = 100$ մ երկարություն, $d = 150$ մմ տրամագիծ ունեցող պողպատի խողովակով հոսում է B ավազանը: Խողովակը հորիզոնի նկատմամբ թեքված է $\alpha = 15^\circ$ անկյան տակ: Ավազաններում ջրի խորություններն են՝ $h_1 = 3,0$ մ, $h_2 = 1,5$ մ:

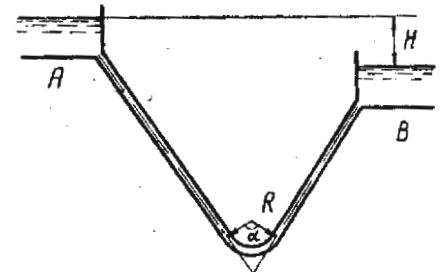
Որոշել ելքը և կառուցել էներգիայի և պլեզոմետրական գծերը:

Պատ.՝ $Q = 90,4$ լ/վրկ:

Խնդիր 8-6: Որոշել A և B ավազանների միջև ջրի մակար-



Նկ. 8-5 խնդրի:



Նկ. 8-6 խնդրի:

դակների անհրաժեշտ տարբերությունը, որի դեպքում $d = 500$ մմ տրամագծով և $l = 300$ մ ընդհանուր երկարության պողպատե դյուկերը կթողարկի $Q = 0,5$ մ³/վրկ ելք: Տրված է դյուկերի կորացման շառավիղը՝ $R = 1,0$ մ և կենտրոնական անկյունը՝ $\alpha = 90^\circ$:

Կառուցել էներգիայի և պլեզոմետրական գծերը:

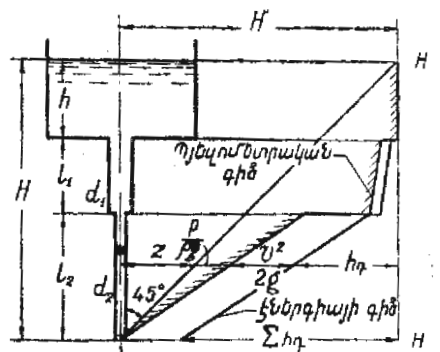
Պատ.՝ $H = 4,56$ մ:

Խնդիր 8-7: Ավազանին, որի մեջ ջրի խորությունն է $h = 1,0$ մ, ուղղաձիգ դիրքով հաջորդաբար միացված են $d_1 = 100$ մմ, $d_2 = 50$ մմ տրամագծերով, $l_1 = 3,0$ մ, $l_2 = 5,0$ մ երկարություններով պողպատե խողովակներ:

Որոշել ելքը և կառուցել էներգիայի ու պլեզոմետրական գծերը:

Ցուցում: Էներգիայի և պլեզոմետրական գծերը կառուցելիս նրանց օրդինատները տեղադրել խողովակի առանցքին ուղղահայաց ուղղությամբ:

Այսպես, H—H գծը սխեմի ուղղաձիգ առանցքից հեռացված է H-ի չափով և կարտատեսվի բոլոր կտրվածքների միջին տեսակարար էներգիաները, երբ կորուստները հաշվի չեն առնվում: Կորուստները հաշվի առնելու դեպքում էներգիայի գիծը (հաշված հորիզոնական ուղղությամբ ուղղաձիգ առանցքից) H—H գծից հեռացված կլինի հիդրավլիկական կորուստների չափով:



Նկ. 8-7 խնդրի:

Պլեզոմետրական գիծը կստանանք էներգիայի գծից դեպի ուղղաձիգ առանցքը տեղադրելով $\frac{v^2}{2g}$ -ի չափով:

Պլեզոմետրական բարձրությունները հաշվելիս պետք է որոշել պլեզոմետրական գծի հեռավորությունը ոչ թե մինչև խողովակի առանցքը, այլ երկրաչափական բարձրությունների գիծը, որը կանցնի հորիզոնի նկատմամբ 45° -ի տակ (քանի որ ընդհանուր էներգիայից պետք է հանել նաև դիրքի պոտենցիալ էներգիան և կինետիկ էներգիան, որպեսզի մնացորդում մնա ճնշման պոտենցիալ էներգիան):

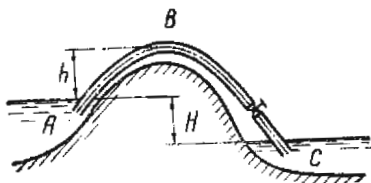
Պատ.՝ $Q = 11,3$ լ/վրկ:

ԽՆԴԻՐ 8—8: Երկու ավազաններ, որոնց հորիզոնների տարբերությունն $H = 4,0$ մ, միացված են պողպատե խողովակով: Սիֆոնի ամենաբարձր կետը հաշված վերին հորիզոնից, գտնվում է $h = 4,0$ մ բարձրության վրա: Խողովակի վրա դրված է փական, որի բացվածության աստիճանն է $\frac{5}{8}$:

Հաշվել խողովակով թողարկվող ելքը և կառուցել էներգիայի ու պլեզոմետրական գծերը, եթե խողովակի տրամագիծն է $d = 125$ մմ, երկարությունը՝ $l_{AC} = 140$ մ: Որոշել վակուումը B կետում, եթե $l_{AB} = 50$ մ:

Խողովակի կորացման կորուստները անտեսել:

Պատ.՝ $Q = 17,0$ լ/վրկ: $h_v = 5,23$ մ:



Նկ. 8—8 խողորի:

ԽՆԴԻՐ 8—9: Ավազանից ջուրը արտահոսում է կոնական նեղացող խողովակով, որի մուտքի և ելքի տրամագծերն են D_1 և D_2 : Խողովակի երկարությունը հավասար է l -ի, իսկ ճնշումը՝ H -ի:

Հաշվել ելքը և ստանալ էներգիայի ու պլեզոմետրական գծերի հա-

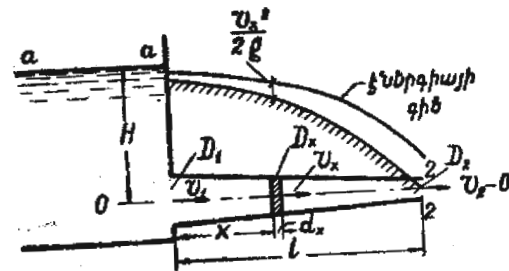
վասարումները, ընդունելով կորուստների λ գործակիցը հաստատուն: Հուժուժ: Գրենք Բեռնուլիի հավասարումը a — a և 2 — 2 կտրվածքների համար:

$$H + \frac{p_a p}{\rho g} + \frac{v_a^2}{2g} = 0 + \frac{p_a p}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + \Sigma h_x, \quad (\omega)$$

որտեղից ընդունելով $v_a = 0$, կստանանք՝

$$H = \frac{v_2^2}{2g} + \Sigma h_x,$$

Այստեղ հիդրավլիկական կորուստների գումարը կարտահայտվի այսպես՝



Նկ. 8—9 խողորի:

$$\Sigma h_x = \xi_x \frac{v_1^2}{2g} + \int_0^l \lambda \frac{dx}{D_x} \frac{v_x^2}{2g} \quad (\mu),$$

որտեղ D_x -ը և v_x -ը x հեռավորության վրա տրամագիծը և միջին արագություններն են: Դժվար չէ նկատել, որ

$$D_x = D_1 - (D_1 - D_2) \frac{x}{l},$$

իսկ անխզելիության հավասարումից կստացվի՝

$$v_x = v_2 \frac{D_2^2}{D_x^2} = v_2 \frac{D_2^2}{\left[D_1 - (D_1 - D_2) \frac{x}{l} \right]^2},$$

Տեղադրելով (μ) հավասարման մեջ D_x -ի ու v_x -ի արժեքները և ընդունելով λ -ի համար միջին λ_0 հաստատուն արժեք, կունենանք՝

$$\Sigma h_x = \xi_x \frac{v_2^2}{2g} \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^4 + \lambda_0 \frac{v_2^2 D_2^4}{2g} \int_0^l \frac{dx}{\left[D_1 - (D_1 - D_2) \frac{x}{l} \right]^5} =$$

$$= \frac{v_2^2}{2g} \left[\xi_s \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^4 + \frac{\lambda_0 D_2^4 l}{4(D_1 - D_2) \left[D_1 - (D_1 - D_2) \frac{x}{l} \right]^4} \right] \Bigg|_0^l =$$

$$= \frac{v_2^2}{2g} \left\{ \xi_s \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^4 + \lambda_0 \frac{l}{4(D_1 - D_2)} \left[1 - \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^4 \right] \right\}, \quad (7)$$

Տեղադրելով Σh_x -ի արժեքը (ω) հավասարման մեջ, որոշում ենք v_2 -ը.

$$v_2 = \frac{\sqrt{2gH}}{\sqrt{1 + \xi_s \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^4 + \frac{\lambda_0 l}{4(D_1 - D_2)} \left[1 - \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^4 \right]}}$$

ապա ելքը՝

$$Q = \frac{\pi D_2^2}{4} \frac{\sqrt{2gH}}{\sqrt{1 + \xi_s \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^4 + \frac{\lambda_0 l}{4(D_1 - D_2)} \left[1 - \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^4 \right]}}$$

էներգիայի գծի հավասարումը կլինի՝

$$E_x = \left(z + \frac{p}{\rho g} + \frac{v^2}{2g} \right)_x = H - h_{\text{ex}},$$

որտեղ h_{ex} -ը մինչև x հատվածը եղած հիդրավլիկական կորուստների գումարն է, որը կառուցվի, եթե (7) հավասարման ինտեգրումը կատարենք մինչև x սահմանը, կատարելով այս գործողությունները, կստանանք՝

$$E_x = H - \frac{v_2^2}{2g} \left\{ \xi_s \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^4 + \frac{\lambda_0 l}{4(D_1 - D_2)} \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^4 \left[\frac{1}{\left[1 - \left(1 - \frac{D_2}{D_1} \right) \frac{x}{l} \right]^4} - 1 \right] \right\},$$

Այնպիսով հստակագործական գծի հավասարումը կլինի՝

$$\frac{p_x}{\rho g} = E_x - \frac{v_x^2}{2g} = H - \frac{v_2^2}{2g} \left\{ \xi_s \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^4 + \right.$$

$$+ \frac{1}{\left[1 - \left(1 - \frac{D_2}{D_1} \right) \frac{x}{l} \right]^4} \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^4 \left[\frac{\lambda_0 l}{4(D_2 - D_1)} - 1 \right] -$$

$$\left. - \frac{\lambda_0 l}{4(D_1 - D_2)} \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^4 \right\},$$

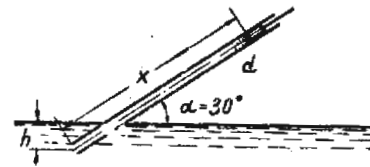
էներգիայի և պլեզոմետրական գծերի հավասարումից երևում է, որ նրանք պարաբոլներ են:

ԽՆԴԻՐ 8—10. Մխոցը $v = 2,0$ մ/վրկ հավասարաչափ արագությամբ շարժվում է 100 մմ տրամագիծ ունեցող պողպատե խողովակում, որը թեքված է հորիզոնի նկատմամբ $\alpha = 30^\circ$ անկյան տակ և ընկղմված է ջրի մեջ $h = 1,0$ մ խորությամբ: Կառուցել էներգիայի և պլեզոմետրական գծերը:

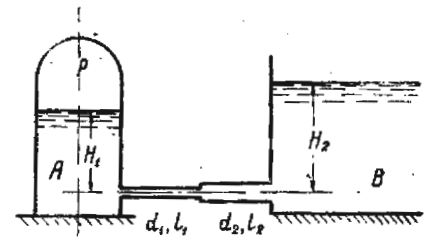
$$\text{Պատ.՝ } E_x = -0,102 - 0,0654 x \text{ (մ),}$$

$$\frac{p_x}{\rho g} = 0,695 - 0,556 x \text{ (մ):}$$

ԽՆԴԻՐ 8—11. Ջուրը A փակ ավազանից, որտեղ կա $p = 0,1$ ՄՊա ճնշում, հոսում է դեպի B ավազանը: Տրված են ավազանները միացնող պողպատե խողովակների երկարությունները՝ $l_1 =$



Նկ. 8—10 Խնդրի:



Նկ. 8—11 Խնդրի:

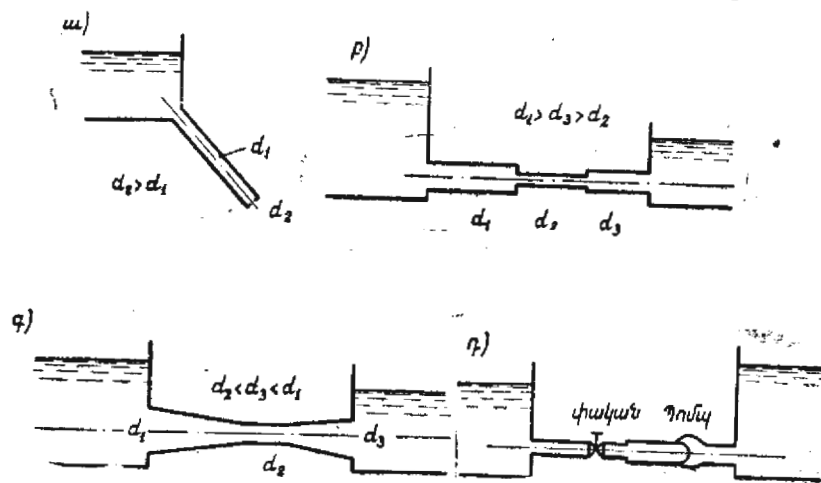
$= 50$ մ, $l_2 = 60$ մ և տրամագծերը՝ $d_1 = 50$ մմ, $d_2 = 100$ մմ: Ջրի խորութիւնները փակ և բաց ավազաններում մնում են հաստատուն և հավասար են $H_1 = 2,0$ մ, $H_2 = 3,0$ մ:

Քառուցել էներգիայի ու պլեզոմետրական գծերը և որոշել ելքը:

$$\text{Պատ.՝ } Q = 4,09 \text{ լ/վրկ:}$$

ԽՆԴԻՐ 8—12. Գծագրում տրված համակարգերի համար, առանց

հաշվումներ կատարելու, կառուցել էներգիայի և պլեղումետրական գծերը իդեալական և իրական հեղուկների շարժման դեպքում:



Նկ. 8—12 խնդրի:

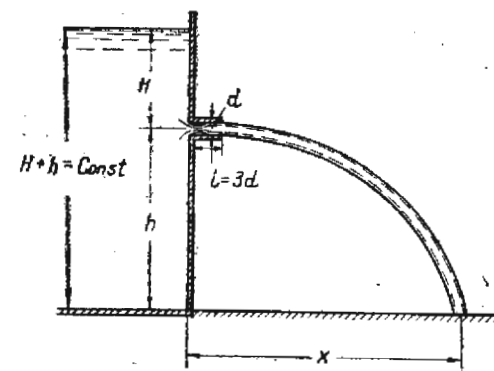
ԳԼՈՒԽ ԻՆՆԵՐՈՐԿ

ՀԵՂՈՒԿԻ ԱՐՏԱՀՈՍՈՒՄԸ ԱՆՑՔԵՐԻՑ ԵՎ ԿՑԱՓՈՂԵՐԻՑ

Խնդիր 9—1: Ջրավազանից ջուրն արտահոսում է կցափողով, $H = 0,5$ մ հաստատուն ճնշման տակ:

Որոշել՝ 1) ինչպիսի՞ x հեռավորության վրա շիթը կհասնի հատակի հետ, որն անցքից գտնվում է $h = 1,0$ մ ներքև, 2) ինչպիսի՞ h -ի դեպքում x -ը կլինի մաքսիմում, եթե ջրի մակարդակը մնա հաստատուն:

Պատ.՝ 1) $x = 1,15$ մ, 2) $h = 0,75$ մ, $x_{\max} = 1,23$ մ:



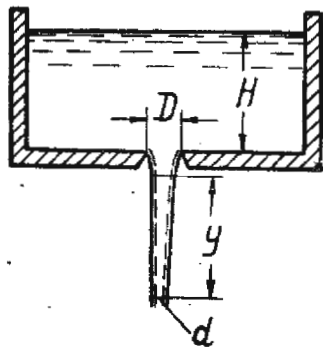
Նկ. 9—1 խնդրի:

Խնդիր 9—2: Ջուրը H ճնշման տակ արտահոսում է անոթի հաստակին գտնվող D տրամագծով անցքից:

Որոշել շիթի տրամագծի փոփոխման օրինաչափությունը:

$$\text{Պատ.՝ } y = \frac{\mu^2 H}{\epsilon} \frac{D^4}{d^4} \left[1 - \frac{d^3}{\epsilon D^3} \right],$$

ԽՆԴԻՐ 9—3: Բարակ պատով կլոր անցքի արտահոսման դործակիցները որոշելու համար կատարված փորձի ժամանակ չափված են հետևյալ մեծությունները. արտահոսման ճնշումը՝ $H = 38$ սմ, անցքի տրամագիծը՝ $d = 25$ մմ, $t = 12$ վայրկյանում արտահոսված ջրի ծա-



Նկ. 9—2 խնդրի:

վալը՝ $W = 10200$ սմ³, $x = 30$ սմ հեռավորության վրա շիթի անկումը՝ $y = 6,35$ սմ:

Որոշել արտահոսման դործակիցները:

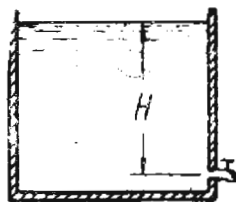
Պատ.՝ $\varphi = 0,965$, $\mu = 0,635$, $\xi = 0,66$, $\varepsilon = 0,075$:

ԽՆԴԻՐ 9—4: Ջրավազանի հատակի մոտ դրված է $d = 15$ մմ տրամագծով վենտիլ:

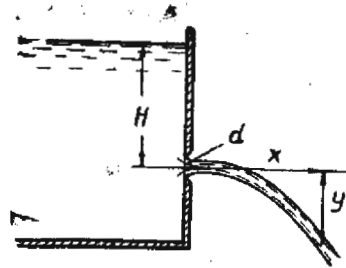
Որոշել ավազանի լրիվ դատարկման ժամանակամիջոցը վենտիլի լրիվ բաց դրույթի դեպքում, եթե ավազանի մակերեսն է $2,25$ մ², ջրի խորությունը՝ $H = 2,0$ մ:

Պատ.՝ $T = 7$ Ժամ $48'$ $20''$:

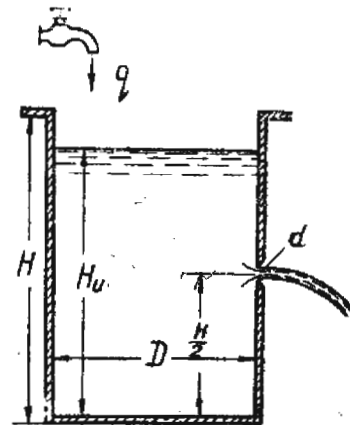
ԽՆԴԻՐ 9—5: Գլանալին դատարկ տակաոի բարձրության կեսում կա $d = 25$ մմ տրամագծով անցք: Տակաոի բարձրությունն է $H = 1,2$ մ, տրամա-



Նկ. 9—4 խնդրի:



Նկ. 9—3 խնդրի:



Նկ. 9—5 խնդրի:

գիծը՝ $D = 0,8$ մ: Տակաոը վերևից լցվում է $q = 0,5$ լ/վրկ հաստատուն ելքով հեղուկ:

Ինչպիսի՞ H_0 մակարդակ կհաստատվի տակաոում և ինչքա՞ն ժամանակամիջոցից հետո մակարդակը կհասնի $0,9 H_0$ -ի, հաշվված դատարկ վիճակից:

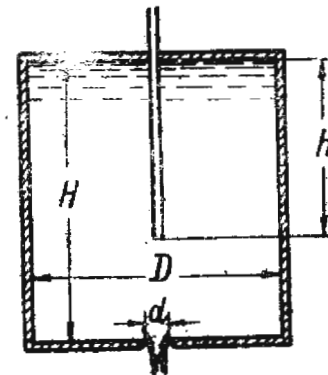
Պատ.՝ $H_0 = 0,738$ մ, $T \approx 12$ րոպե:

ԽՆԴԻՐ 9—6: Փակ ավազանից հաստատուն արտահոսման ելք ստանալու համար նրա մեջ իջեցված է մթնոլորտի հետ հաղորդակցվող խողովակ:

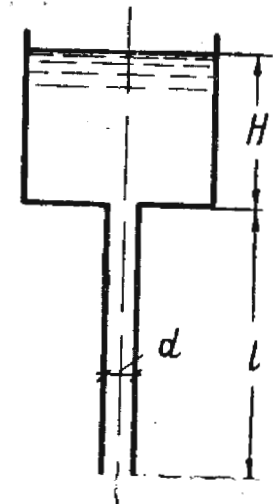
Որոշել անոթի լրիվ դատարկման ժամանակամիջոցը, եթե անոթի չափերն են՝ $D_1 = 1,0$ մ, $H = 3,0$ մ: Խողովակը անոթի մեջ ընկղմված է $h = 2,0$ մ: Ջրի արտահոսումը կատարվում է հատակի վրա գտնվող $d = 50$ մմ տրամագիծ ունեցող բարակ պատով անցքից:

Պատ.՝ $T = 582$ վրկ:

ԽՆԴԻՐ 9—7: Քանի՞ անգամ կիոքրանա $H = 2,0$ մ խորություն ունեցող գլանալին անոթի դատարկման ժամանակամիջոցը, եթե անոթի հատակին միացվի $l = 1,0$ մ



Նկ. 9—6 խնդրի:



Նկ. 9—7 խնդրի:

երկարությամբ, $d = 50$ մմ տրամագծով ուղիղ պողպատե խողովակ:

Պատ.՝ $2,07$ անգամ:

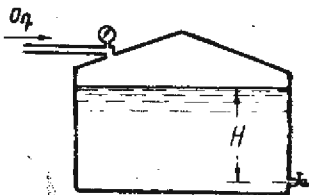
ԽՆԴԻՐ 9—8: Գլանալին ցիստեռնի դատարկումը արագացնելու համար մղվում է սեղմված օդ:

Ինչպիսի՞ հաստատուն ճնշման տակ պետք է տալ օդը, որպեսզի դատարկումը կատարվի 4 անգամ ավելի արագ, եթե հեղուկի խորությունը ցիստեռնում հավասար է $H=2,0$ մ:

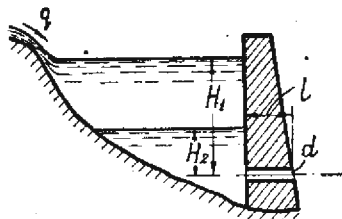
Պատ.՝ $p=69,0$ կՊա:

ԽՆԴԻՐ 9—9: Զրամբարում ջրի ծավալի և խորության կապը բաժարար ճշտությամբ արտահայտվում է $W=50\,000\ H^2$ (մ³) հավասարումով:

Որոշել ջրամբարի դատարկման ժամանակամիջոցը $H_1=18$ մ մա-



Նկ. 9—8 Խնդրի:

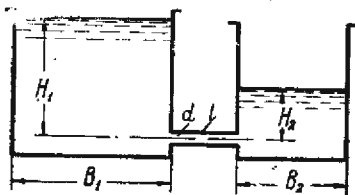


Նկ. 9—9 Խնդրի:

կարգակից մինչև $H_2=8,0$ մ մակարդակը, եթե ջրամբար թափվող գետի ելքն է $q=5$ մ³/վրկ, իսկ ջրամբարը դատարկվում է $d=1000$ մմ տրամագիծ և $l=3,0$ մ երկարություն ունեցող հատակալին անցքով: Զրամբարում խորությունները հաշվված են անցքի առանցքից:

Պատ.՝ $T \approx 29$ օր:

ԽՆԴԻՐ 9—10: Զուրը A ավազանից լցվում է B ավազանը, որոնց չափերն են՝ $H_1 \times B_1 \times L_1=6 \times 30 \times 50$ մ³ և $H_2 \times B_2 \times L_2=3 \times 80 \times 150$ մ³:

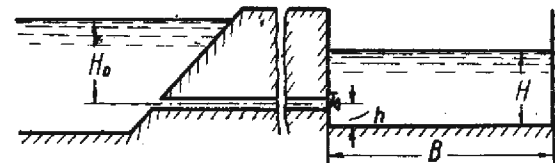


Նկ. 9—10 Խնդրի:

Ինչքա՞ն ժամանակից հետո ավազաններում ջրի մակարդակները կհավասարվեն, եթե լցումը կատարվում է $d=100$ մմ տրամագծով և $l=5$ մ երկարությամբ խողովակի միջոցով:

Պատ.՝ $T=65,5$ ժամ:

ԽՆԴԻՐ 9—11: Լողավազանը, որի չափերն են՝ $B \times H \times L=20 \times 3,0 \times 100$ մ³, լցվում է $H_0=2,5$ մ հաստատուն խորությամբ ունեցող ջրամբարից: Լցումը կատարվում է $d=200$ մմ տրամագիծ և $l=100$ մ



Նկ. 9—11 Խնդրի:

երկարություն ունեցող 5 հորիզոնական պողպատե խողովակներով, որոնք ավազան են մտնում հատակից $h=2,0$ մ բարձրության վրա:

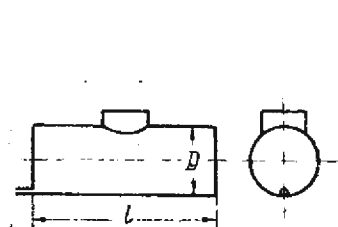
Որոշել ավազանի լցման ժամանակամիջոցը փականների լրիվ բաց վիճակի դեպքում:

Պատ.՝ $T \approx 6$ ժամ:

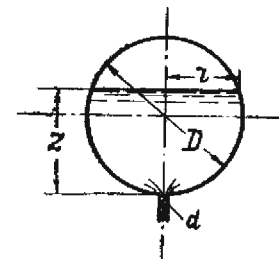
ԽՆԴԻՐ 9—12: Ավտոցիստեռնը, որի չափերն են՝ $D=1,5$ մ և $l=3,0$ մ, լցված է ջրով: Ցիստեռնը դատարկվում է $d=50$ մմ տրամագիծ ունեցող կցափողի միջոցով:

Որոշել ցիստեռնի դատարկման ժամանակամիջոցը:

Պատ.՝ $T=17$ ր 12 վրկ:



Նկ. 9—12 Խնդրի:



Նկ. 9—13 Խնդրի:

ԽՆԴԻՐ 9—13: Որոշել $D=0,6$ մ տրամագիծ ունեցող, ջրով լրացված գնդի դատարկման ժամանակամիջոցը, եթե նրա հատակին տարված է $d=15$ մմ տրամագծով կլոր անցք:

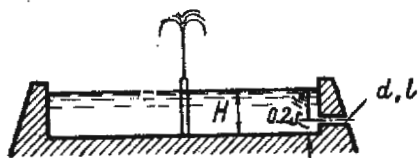
Պատ.՝ $T=8$ րոպե:

ԽՆԴԻՐ 9—14: Կլոր ավազանի կենտրոնում կա $q=5,0$ լ/վրկ ելք ունեցող շատրվան: Ավազանից ջուրը հեռացվում է հատակից $0,2$ մ

բարձրության վրա գտնվող, $d=50$ մմ տրամագիծ ունեցող և $l=15$ սմ երկարությամբ խողովակով:

Ինչպիսի՞ սահմանափակ խորություն կստացվի ջրավազանում:

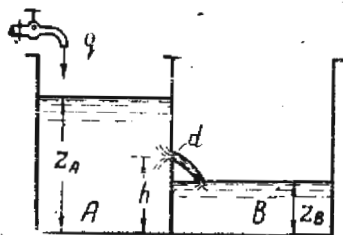
Պատ.՝ $H_0=0,49$ մ:



Նկ. 9-14 խորի:

Ջրավազանի դատարկ վիճակից 15 վրկ հետո ինչպիսի՞ մակարդակներ կլինեն A և B բաժանմունքներում, եթե նրանց հալելային մակերեսներն են՝ $\Omega_A=50$ դմ², $\Omega_B=150$ դմ²:

Պատ.՝ $z_A=0,263$ մ, $z_B=0,0123$ մ:



Նկ. 9-15 խորի:

Լուծում: A բաժանմունքի դատարկ վիճակից մինչև անցքի մակարդակը լցվելու համար կպահանջվի

$$T_1 = \frac{\Omega_A h}{q} = \frac{50 \cdot 2,0}{10} = 10,0 \text{ վրկ:}$$

Մնացած $T_2 = 15 - 10 = 5$ վրկ ժամանակում ջուրը լցվում է թե՛ A և թե՛ B բաժանմունքը: Որոշենք, թե արդյո՞ք ժամանակամիջոցում ինչպիսի մակարդակ կհաստատվի A բաժանմունքում: Դրա համար օգտվենք փոփոխական ճնշման դեպքում արտահոսման բանաձևից՝

$$t = \frac{2\Omega_A}{\mu\omega\sqrt{2g}} \left[\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2} + \sqrt{H_0} \ln \frac{\sqrt{H_0} - \sqrt{H_1}}{\sqrt{H_0} - \sqrt{H_2}} \right], \quad (ա)$$

որտեղ $H_1=0$ ջրի սկզբնական մակարդակն է, հաշվված անցքի առանցքից:

$H_2=z_A-h$ ջրի մակարդակն է t ժամանակամիջոցի վերջում:

H_0 — այն սահմանափակ մակարդակն է, երբ արտահոսվող ելքը հավասարվում է մուտք գործող q ելքին:

$\sqrt{H_0}$ -ն որոշվում է հետևյալ կերպ.

$$\sqrt{H_0} = \frac{q}{\mu\omega\sqrt{2g}} = \frac{0,01}{0,62 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 0,1^2 \sqrt{19,62}} = 0,465 \text{ մ}^{1/2}:$$

Տեղադրելով այս արժեքները (ա) հավասարման մեջ, կստանանք՝

$$t = \frac{2\Omega_A}{\mu\omega\sqrt{2g}} \left[-\sqrt{z_A-h} + \sqrt{H_0} \ln \frac{\sqrt{H_0}}{\sqrt{H_0} - \sqrt{z_A-h}} \right],$$

Տեղադրելով թվային արժեքները, կստանանք՝

$$= \frac{2 \cdot 0,5}{0,62 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 0,1^2 \sqrt{19,62}} \left[-\sqrt{z_A-h} + 0,465 \ln \frac{0,465}{0,465 - \sqrt{z_A-h}} \right]$$

կամ

$$t = 46,5 \left(-\sqrt{z_A-h} + 0,465 \ln \frac{0,465}{0,465 - \sqrt{z_A-h}} \right) = 5,0 \text{ վրկ:}$$

Այս հավասարման z_A-h անհայտը կարելի է որոշել փնտրելու մեթոդով, տալով z_A-h -ին կամայական արժեքներ՝ մինչև t-ն ընդունի $t=T_2=5$ վրկ արժեքը:

z_A-h	$\sqrt{z_A-h}$	$\frac{0,465}{0,465 - \sqrt{z_A-h}}$	$\ln \frac{0,465}{0,465 - \sqrt{z_A-h}}$	t
0,1	0,314	3,07	1,122	9,55
0,07	0,264	2,32	0,8416	5,90
0,06	0,245	2,12	0,7514	4,88
0,062	0,249	2,15	0,7655	4,90
0,063	0,251	2,17	0,7747	5,08

Այստեղից բավարար ճշտությամբ $z_A-h=0,063$ մ, իսկ $z_A=0,063+0,2=0,263$ մ: B բաժանմունքի խորությունը որոշելու համար

գրենք հետևյալ բալանսի հավասարումը՝

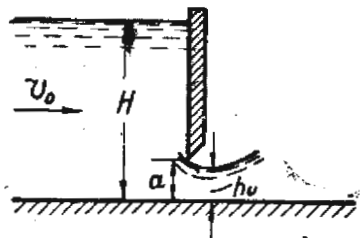
$$qT_2 = Q_A(z_A - h) + Q_B z_B,$$

որտեղից

$$z_B = \frac{qT_2 - Q_A(z_A - h)}{Q_B} = \frac{0,015 - 0,5 \cdot 0,063}{1,5} = 0,0123 \text{ մ},$$

ԽՆԴԻՐ 9—16: Որոշել վահանի տակից արտահոսող ելքը, եթե վահանի բացվածքն է $a=0,9$ մ, լայնությունը՝ $b=5,0$ մ, իսկ ջրի խորությունը վահանից առաջ՝ $H=6,0$ մ:

Պատ.՝ $Q=27,4 \text{ մ}^3/\text{վրկ}:$



Նկ. 9—16, 9—17 և 9—18
խնդիրների:

ԽՆԴԻՐ 9—17: Հարթ վահանից առաջ ինչպիսի՞ H խորություն պետք է ունենալ, որպեսզի $a=0,5$ մ բացվածքի և $b=6,0$ մ լայնության դեպքում թողարկվող ելքը լինի $Q=15 \text{ մ}^3/\text{վրկ}:$

Պատ.՝ $H=4,05 \text{ մ}:$

ԽՆԴԻՐ 9—18: Ինչքանո՞վ պետք է բարձրացնել վահանը, որպեսզի $b=8,0$ մ լայնության և $H=5,0$ մ ջրի խորության

դեպքում թողարկվի $Q=25 \text{ մ}^3/\text{վրկ}$ ելք:

Պատ.՝ $a=0,55 \text{ մ}:$

Գ Լ Ո Ւ Խ Տ Ա Ս Ն Ե Ր Ո Ր Դ

ՋՐԻ ՇԱՐԺՈՒՄԸ ԽՈՂՈՎԱԿՆԵՐՈՒՄ

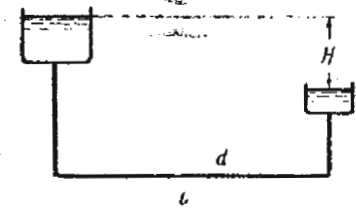
ԽՆԴԻՐ 10—1: Պարզ ջրմուղը կազմված է $l=1250$ մ երկարությամբ և $d=300$ մմ տրամագիծ ունեցող պողպատե խողովակից: Ինչպիսի՞ն կլինի թողարկվող ելքը, եթե ջրմուղի էջքը՝ $H=15$ մ:

Պատ.՝ $Q=118 \text{ լ/վրկ}:$

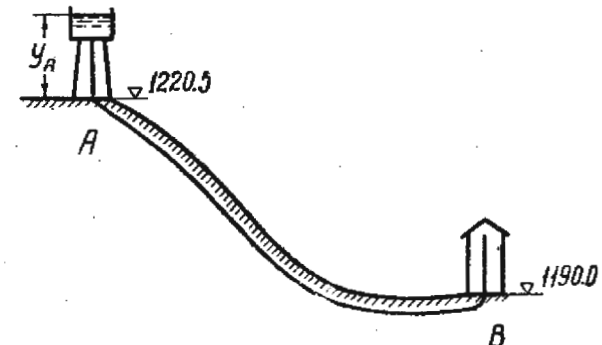
ԽՆԴԻՐ 10—2: Ջրմուղի ցանցը բաղկացած է $d=400$ մմ տրամագիծ, $l=2000$ մ երկարությամբ ունեցող պողպատե խողովակից:

Որոշել ցանցի սկզբում կառուցվող ջրաճնշման աշտարակի բարձրությունը՝ y_A , եթե հաշվալին ելքն է $Q=250 \text{ լ/վրկ}$, իսկ ազատ ճնշումը ցանցի վերջում՝ $y_0 \geq 20$ մ: Ցանցի սկզբի նիշն է $z_A=1220,5$ մ, վերջին նիշը՝ $z_B=1190,0$ մ:

Պատ.՝ $y_A=15,3 \text{ մ}:$



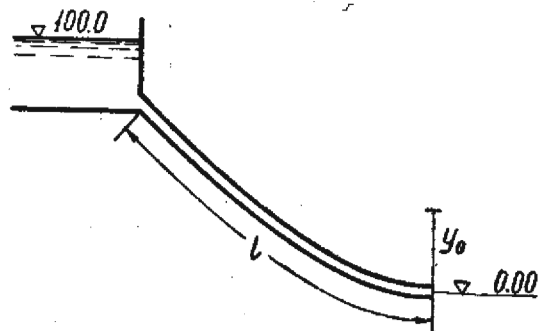
Նկ. 10—1 խնդրի:



Նկ. 10—2 խնդրի:

ԽՆԴԻՐ 10—3: Ինչպիսի՞ տրամագծով պողպատե խողովակներից պետք է կառուցել $l=20000$ մ երկարություն ունեցող ջրատարը, որը պետք է թողարկի $Q=200$ լ/վրկ ելք, եթե ջրատարի սկզբի և վերջի նիշերի տարբերությունը 100 մ է, իսկ ազատ ճնշումը ջրատարի վերջում պետք է լինի $y_0 \geq 30$ մ:

Պատ.՝ $d_1=500$ մմ, $l_1=9122$ մ, $d_2=450$ մմ, $l_2=10878$ մ:

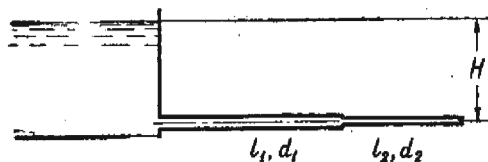


Նկ. 10—3 խողովակ:

ԽՆԴԻՐ 10—4: Ջրատարը կազմված է պողպատե խողովակների երկու հատվածներից՝ $d_1=350$ մմ, $l_1=1200$ մ, $d_2=250$ մմ, $l_2=200$ մ չափերով:

Որոշել թողարկվող ելքը, եթե ջրատարի ճնշումն է $H=16,0$ մ:

Պատ.՝ $Q=126$ վրկ:



Նկ. 10—4 խողովակ:

ԽՆԴԻՐ 10—5: Հորիզոնական ջրմուղը, որը կազմված է պողպատե խողովակներից, ունի $l=500$ մ երկարություն, $d=150$ մմ տրամագիծ և ամբողջ երկարությամբ հավասարաչափ $q=0,1$ լ/վրկ մ ճանապարհային ելք: Ճնշումը A կետում հավասար է $y_A=30$ մ: Ազատ ճնշումը ջրմուղի բոլոր մասերում պետք է լինի $y_0 \geq 20$ մ: Ջրաճնշման ավազանից որոշ հեռավորության վրա ճնշումը դառնում է

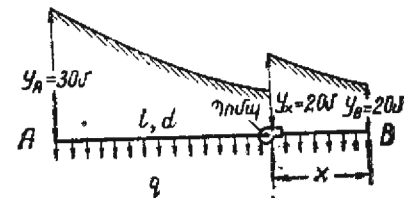
անբավարար և ջրմուղի մնացած մասի ճնշումն ապահովելու համար անհրաժեշտ է դնել պոմպ:

Որոշել ալն տեղը, որտեղ պետք է դնել պոմպը (x), ինչպես նաև պոմպի ճնշումն ու ելքը:

Պատ.՝ $x=333$ մ, $H_x=4,2$ մ, $Q_x=33,3$ լ/վրկ:

Լուծում: Ճանապարհային ելքի առկայության դեպքում հիդրավիկական կորուստների բանաձևն է՝

$$h_x = \frac{Q_m^2 l}{k^2} \left[1 + \frac{Q_x}{Q_m} + \frac{1}{3} \left(\frac{Q_x}{Q_m} \right)^2 \right], \quad (\omega)$$



Նկ. 10—5 խողովակ:

Մեր խնդրի համար կունենանք՝

$Q_m=Qx$, որը $l-x$ հատվածի տրանզիտային ելքն է և

$Q_x=q(l-x)$, որը $l-x$ հատվածի ճանապարհային ելքն է:

$h_x=y_A-y_0=30-20=10$ մ թուլատրելի հիդրավիկական կորուստն է:

Այս արժեքները տեղադրելով (ω) հավասարման մեջ $l-x$ երկարության վրա, հիդրավիկական կորուստը կստանանք՝

$$h_x = \frac{q^2 x^2 (l-x)}{k^2} \left[1 + \frac{q(l-x)}{qx} + \frac{1}{3} \frac{q^2 (l-x)^2}{q^2 x^2} \right],$$

Տեղադրելով թվային արժեքները, կստանանք՝

$$10 = \frac{0,01 \cdot x^2 (500-x)}{29460} \left[1 + \frac{500-x}{x} + \frac{1}{3} \left(\frac{500-x}{x} \right)^2 \right]$$

կամ

$$29,46 \cdot 10^6 = x^2 (500-x) \left[1 + \frac{500-x}{x} + \frac{1}{3} \left(\frac{500-x}{x} \right)^2 \right] = f(x),$$

Այս հավասարումը լուծում ենք փնտրելու մեթոդով, որը և տրված է ստորև աղյուսակի ձևով:

x	x^2	$500-x$	$x^2(500-x)$	$\frac{500-x}{x}$	$\left(\frac{500-x}{x} \right)^2$	[]	$f(x)$
300	$9 \cdot 10^4$	200	$18 \cdot 10^6$	0,667	0,445	1,815	$32,6 \cdot 10^6$
400	$16 \cdot 10^4$	100	$16 \cdot 10^6$	0,25	0,0625	1,271	$20,4 \cdot 10^6$
333	$11,1 \cdot 10^4$	167	$18,5 \cdot 10^6$	0,5	0,25	1,583	$29,3 \cdot 10^6$

Այսպիսով, բավարար ճշտությամբ $x=333$ մ:

Քանի որ բոլոր կետերում պետք է բավարարվի $y_0 \geq 20$ մ պայմանը, ապա պոմպի զարգացրած անհրաժեշտ ճնշումը հավասար կլինի x երկարության վրա եղած հիդրավլիկական կորուստներին, իսկ ելքը՝ այդ երկարությունը համապատասխանող ճանապարհային ելքին, այսինքն՝

$$Q_{\text{պ}} = qx = 0,1 \cdot 333 = 33,3 \text{ ր/վրկ:}$$

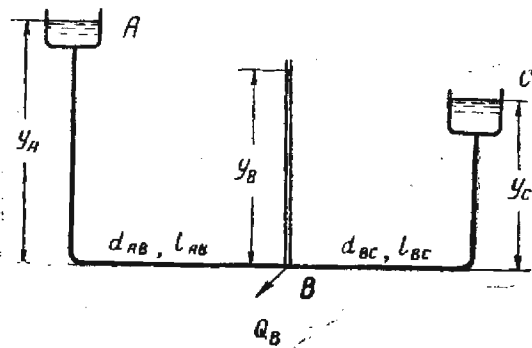
Քանի որ x հատվածի տրանզիտային ելքը հավասար է զրոյի, ապա (ա) հավասարումից կստանանք՝

$$H_{\text{պ}} = \frac{1}{3} \frac{Q_{\text{պ}}^2 x}{K^2} = \frac{1,0,12 \cdot 333^3}{3 \cdot 29460} = 4,2 \text{ մ:}$$

Խնդիր 10—6: Երկու ավազաններ միացված են իրար AB և BC պողպատե խողովակներով, որոնց չափերն են՝ $l_{AB} = 250$ մ, $d_{AB} = 150$ մմ, $l_{BC} = 200$ մ, $d_{BC} = 100$ մմ: Ավազանների բարձրություններն են $y_A = 25$ մ, $y_C = 15$ մ, իսկ խողովակների միացման կետում ճնշումը հավասար է y_B -ի:

Որոշել B կետից վերցվող ելքը y_B -ի հետևյալ արժեքների դեպքում՝ 1) $y_B = 20$ մ, 2) $y_B = 15$ մ, 3) $y_B = 5$ մ:

Պատ.՝ 1) $Q_B = 14,5$ ր/վրկ, 2) $Q_B = 34,3$ ր/վրկ, 3) $Q_B = 62,3$ ր/վրկ:



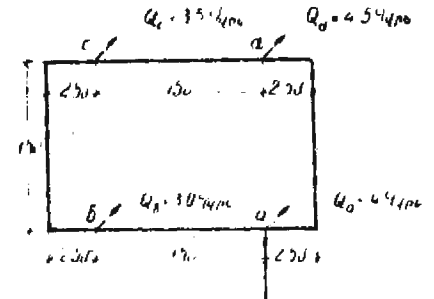
Նկ. 10—6 խնդրի.

Խնդիր 10—7: Գծագրում ցույց տրված հորիզոնական օղակային ցանցի համար որոշել ելքերի բաշխումը և a կետում անհրաժեշտ ճնշումը, եթե մնացած կետերում ազատ ճնշումներն են՝ $y_c = y_b = y_d \geq 20$ մ:

Բոլոր հատվածներում տրամագծերը նույնն են և հավասար՝ $d = 70$ մմ: Խողովակները պողպատից են:

$$\text{Պատ.՝ } y_a = 21,7 \text{ մ:}$$

Լուծում: Հանգուցային ելքերը ըստ հատվածների կաշխման, այնպես, որ հիդրավլիկական կորուստները abc և adc մասերում կստացվեն հավասար: Այդ բաշխումը որոշում ենք փնտրելով միջոցով, նախ Q_c -ն cb և cd հատվածների միջև բաշխում ենք կամայական ձևով, ստուգում նշված պայմանը, ապա փոխում բաշխումն այնքան, մինչև որ վերոհիշյալ պայմանը բավարարվի:



Լուծումը բերված է ստորև աղյուսակի ձևով.

Նկ. 10—7 խնդրի.

Գնդանի նշում	l մ	$\frac{l}{K^2}$ $\frac{1}{l^2}$	I մոտեցում		II մոտեցում		III մոտեցում		IV մոտեցում	
			Q ր/վրկ	h_f մ	Q ր/վրկ	h_f մ	Q ր/վրկ	h_f մ	Q ր/վրկ	h_f մ
ab	15	0,0424	5,5	1,28	5,6	1,33	5,55	1,30	5,557	1,315
bc	20	0,0564	2,5	0,35	2,6	0,38	2,55	0,37	2,575	0,373
cd	15	0,0424	1,0	0,04	0,9	0,03	0,95	0,04	0,925	0,036
da	20	0,0564	5,5	1,70	5,4	1,64	5,45	1,67	5,425	1,650
$h_{ab} + h_{bc} - h_{cd} - h_{da} =$			-0,11		+0,04		-0,04		0	

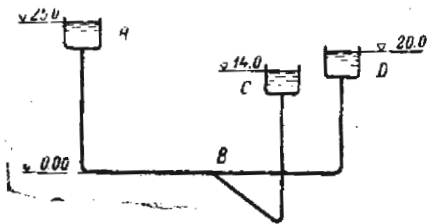
Աղյուսակից վերցնելով վերջին մոտեցումից ստացված h_{ab} -ի և h_{bc} -ի արժեքները, կորոշենք ճնշումը a կետում՝

$$y_a = y_c + h_{ab} + h_{bc} = 20 + 1,315 + 0,373 = 21,7 \text{ մ:}$$

Խնդիր 10—8: Երեք ավազաններ միացված են իրար $d_{AB} = 150$ մմ, $l_{AB} = 1000$ մ, $d_{BC} = 100$ մմ, $l_{BC} = 500$ մ, $d_{BD} = 100$ մմ, $l_{BD} = 1500$ մ տրամագծեր և երկարություններ ունեցող պողպատե խողովակներով:

Ավազանների բարձրություններն են $y_A=25$ մ, $y_C=14$ մ, $y_D=20$ մ:
Որոշել ավազանները միացնող հատվածների ելքերը:

Պատ.՝ $Q_{AB}=9,75$ լ/վրկ, $Q_{BC}=7,65$ լ/վրկ, $Q_{BD}=2,10$ լ/վրկ:

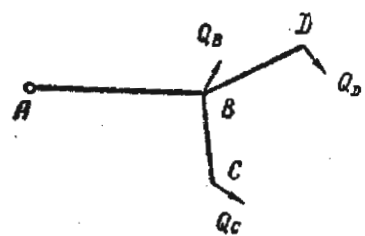


Նկ. 10-8 խնդրի:

$Q_C=25$ լ/վրկ, $Q_D=30$ լ/վրկ, հանգուցների նիշերը՝ $z_A=1407$ մ, $z_B=1406$ մ, $z_C=1405$ մ, $z_D=1403$ մ:

Խողովակներում էկոնոմիկ արագություններն ընդունել $v_k=0,9$ մ/վրկ:

Պատ.՝ $d_{AB}=300$ մմ, $d_{BD}=200$ մմ, $d_{BC}=250$ մմ, $l-x=175$ մ և



Նկ. 10-9 և 10-10 խնդրների:

$d_{(BC)} x = 225$ մ, $x=75$ մ, $y_A=21,5$ մ (որպես մայրուղի ընդունված է ABD գիծը):

Խնդիր 10-10: Նախորդ խնդրի տվյալներով որոշել ջրմուղի ցանցի առանձին հատվածների տրամագծերը, եթե A կետում ջրաճնշման աշտարակի բարձրությունն է $y_A=25$ մ: Որպես մայրուղի ընդունել ABD գիծը:

Պատ.՝ $d_{AB}=275$ մմ, $d'_{BD}=200$ մմ, $l'_{BD}=116$ մ, $d'_{BC}=200$ մմ, $l'_{BC}=140$ մ, $d''_{BD}=175$ մմ, $l'_{BD}=184$ մ, $d''_{BC}=175$ մմ, $l'_{BG}=110$ մ:

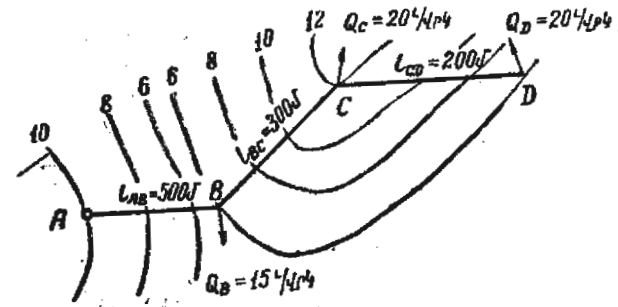
Խնդիր 10-11: Փակուղային ջրմուղի պողպատե խողովակներով ցանցն ունի գծագրում ցույց տրված չափերը և ելքերը:

Որոշել առանձին հատվածների տրամագծերը, եթե ջրաճնշման աշտարակի բարձրությունն է $y_A=25$ մ և ազատ ճնշումը բոլոր կետերում պետք է լինի $y_0 \geq 20$ մ:

Պատ.՝ $d_{AB}=275$ մմ, $d_{BC}=275$ մմ, $d_{CD}=125$ մմ:

Խնդիր 10-12: Գծագրում ցույց տրված տվյալներով ջրմուղի

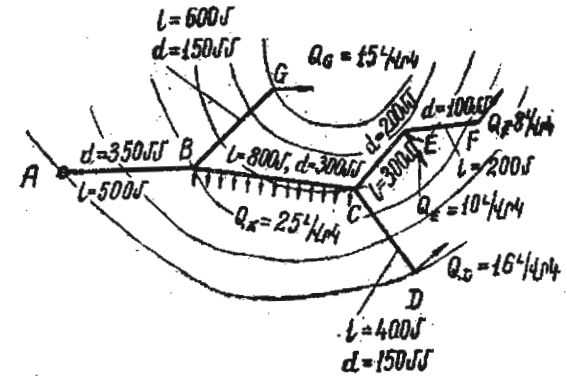
պողպատե խողովակներով ցանցի համար որոշել ջրաճնշման աշտարակի պահանջվող մինիմում բարձրությունը, եթե ազատ ճնշումը ցան-



Նկ. 10-11 խնդրի:

ցի ծախսերում պետք է լինի $y_0 \geq 20$ մ: Կառուցել ABCF մայրուղու պլեզոմետրական գիծը:

Խնդիր 10-13: Հորիզոնական օղակային ջրմուղի ցանցի չափերը և ելքերը ցույց են տրված գծագրում: Ազատ ճնշումը ցանցի բոլոր

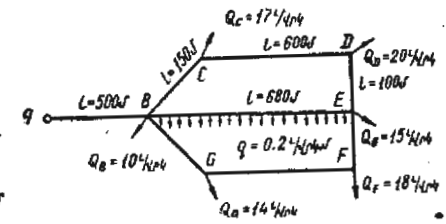


Նկ. 10-12 խնդրի:

կետերում ընդունել $y_0 \geq 25$ մ:

Որոշել առանձին հատվածների տրամագծերը և ճնշումը A կետում, էկոնոմիկ արագություն ընդունելով 0,7-0,9 մ/վրկ:

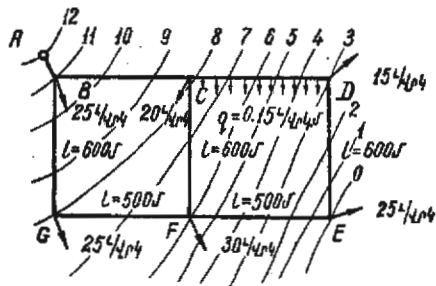
Խնդիր 10-14: Գծագրում նշված տվյալներով օղակային ցանցը սնվում է A կետում գտնվող



Նկ. 10-13 խնդրի:

$y_A=25$ մ բարձրություն ունեցող ջրաճնշման աշտարակից:

Որոշել առանձին հատվածների տրամագծերը, ցանցի բոլոր կետերում ազատ ճնշումը ընդունելով $y_0 \geq 15$ մ:

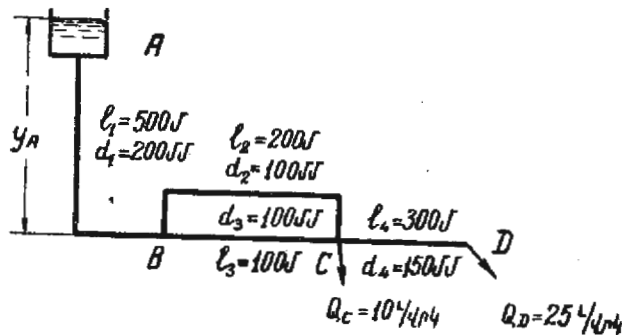


Նկ. 10-14 խնդրի:

ԽՆԴԻՐ 10—15: Ջրմուղի պողպատե խողովակներով ցանցը իր BC հատվածում ունի զուգահեռ միացված ճյուղավորում: Ցանցի չափերը և ելքերը ցույց են տրված գծագրում:

Ջրաճնշման աշտարակի ինչպիսի բարձրության դեպքում կապահովվի պահանջվող ելքերը, եթե D կետում պետք է ապահովել $y_D=20$ մ ազատ ճնշում:

Պատ.՝ $y_A=43,27$ մ:



Նկ. 10-15 խնդրի:

ԽՆԴԻՐ 10-16: Հորիզոնական ջրմուղի պողպատե խողովակներով ցանցն ունի զուգահեռ ճյուղավորում $Q_x=15$ լ/վրկ ճանապարհային ելքով: Տրամագծերը և երկարությունները ցույց են տրված գծագրում:

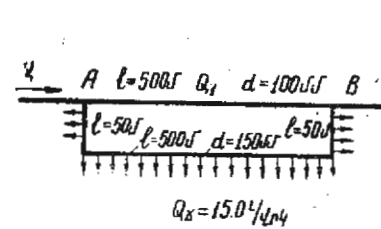
Որոշել ճնշման անկումը AB կետերի միջև և ելքերը զուգահեռ ճյուղերում, եթե ընդհանուր ելքը՝ $Q=25$ լ/վրկ:

Պատ.՝ $Q_1=5,12$ լ/վրկ, $Q_2=4,88$ լ/վրկ, $H=3,5$ մ:

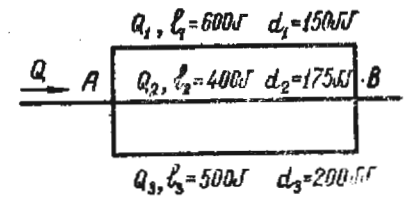
ԽՆԴԻՐ 10-17: Որոշել զուգահեռ ճյուղեր ունեցող հորիզոնական պողպատե ջրմուղի ցանցի AB հատվածում ճնշման կորուստը և առան-

80

ձին զուգահեռ ճյուղերում ելքերը, եթե մալրուղու ելքը՝ $Q=120$ լ/վրկ: Առանձին ճյուղերի երկարություններն ու տրամագծերը ցույց են տրված գծագրում:



Նկ. 10-16 խնդրի:



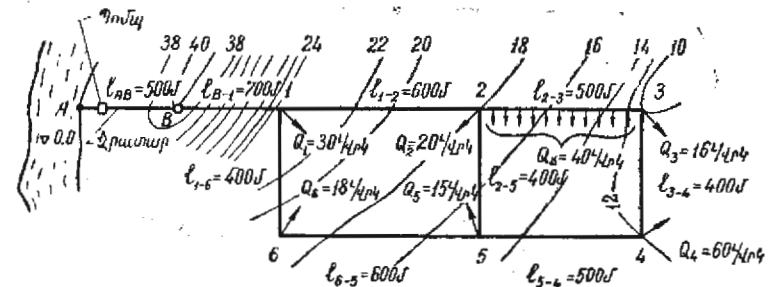
Նկ. 10-17 խնդրի:

Պատ.՝ $h_{AB}=13,1$ մ, $Q_1=25,30$ լ/վրկ, $Q_2=41,6$ լ/վրկ,

$Q_3=53,1$ լ/վրկ:

ԽՆԴԻՐ 10-18: Կատարել ջրմուղի օղակային ցանցի հիդրավլիկական հաշվարկը գծագրում ցույց տրված չափերի դեպքում, եթե ջրաճնշման աշտարակի բարձրությունը՝ $y_B=17,0$ մ, ազատ ճնշումը ցանցի բոլոր կետերում պետք է լինի $y_0 \geq 20,0$ մ: Խողովակները պողպատից են:

Կատարել նաև ջրատարի հաշվարկը և պոմպի ընտրությունը:



Նկ. 10-18 խնդրի:

Լուծում: Փակ ցանցը անջատենք 4-րդ հանգույցից (որպես ամենահեռավոր կետ), կատարենք B—1—2—3—4 գծի հաշվարկը, դիտելով այն որպես մալրուղի (մագիստրալ):

Նախքան մալրուղու հաշվարկ կատարելը, կառարենք հանգուցալին ելքերի բաշխումը հանգուց մտնող հատվածների միջև և որոշենք բոլոր հատվածների ելքերը: Նշենք, որ բաշխումը կատարվում է կամայական ձևով:

4-րդ հանգուցի $Q_4 = 60$ լ/վրկ ելքը հավասարաչափ բաշխենք 3—4 և 5—4 հատվածների միջև, այսինքն՝

$$Q_{3-4} = \frac{Q_4}{2} = \frac{60}{2} = 30,0 \text{ լ/վրկ:}$$

$$Q_{5-4} = \frac{60}{2} = 30,0 \text{ լ/վրկ:}$$

5-րդ հանգուցից դուրս կգա $Q_5 = 15$ լ/վրկ ելք և $Q_{5-4} = 30,0$ լ/վրկ ելք, այսինքն՝ ընդամենը 45 լ/վրկ. մտնող ելքերի գումարը նույնպես պետք է լինի 45,0 լ/վրկ. այն բաշխենք հետևյալ կերպ. $Q_{2-5} = 25,0$ լ/վրկ, և $Q_{6-5} = 20,0$ լ/վրկ, որից կստացվի նաև, որ $Q_{1-6} = Q_{6-5} + Q_6 = 20,0 + 18,0 = 38,0$ լ/վրկ:

Մալրուղու հատվածների ելքերը կլինեն՝

$$Q_{3-4} = 30 \text{ լ/վրկ, } Q_{(2-3)-} = 30 + 16 = 46 \text{ լ/վրկ, } Q_{(2-3)-} = 40 \text{ լ/վրկ,}$$

$$Q_{1-2} = Q_{(2-3)-} + Q_{(2-3)-} + Q_2 + Q_{2-5} = 46,0 + 40,0 + 20,0 + 25,0 = 131,0 \text{ լ/վրկ,}$$

$$Q_{B-4} = Q_{1-2} + Q_1 + Q_{1-6} = 131,0 + 30 + 38 = 199,0 \text{ լ/վրկ:}$$

Մալրուղու հաշվարկը: Թուլատրելի գումարային կորուստները պետք է լինեն՝

$$H = (Z_B + Y_B) - (Z_4 + Y_4) = (40 + 17) - (12 + 20) = 25,0 \text{ մ,}$$

որտեղ Z_B -ն և Z_4 -ը տեղի նիշերն են B և 4 կետերում, որոնք վերցվում են գծագրից՝ ըստ հորիզոնականների:

Միջին հիդրավլիկական թեքությունը կլինի՝

$$i_r = \frac{H}{\Sigma l} = \frac{25,0}{400 + 500 + 600 + 700} = 0,01135:$$

Մալրուղու բոլոր հատվածների թողունակությունները ըստ միջին հիդրավլիկական թեքության որոշում ենք $K^2 = \frac{Q^2}{i_r}$ բանաձևով, երբ ճանապարհային ելք չկա, և

$$K^2 = \frac{Q_m^2 + Q_s \cdot Q_m + \frac{1}{3} Q_s^2}{i_r},$$

երբ գոլթիումն ունի ճանապարհային ելք (2—3 հատված):

Այս տվյալները և հետագա արդյունքները գրանցում ենք աղյուսակում:

Գոլթիումն	Q լ/վրկ	l մ	$K^2 \cdot 10^{-6}$ (լ/վրկ) ²	$K_1^2 > K^2$			$K_2^2 < K^2$		
				d ₁ մ	$K_1^2 \cdot 10^{-6}$	h _{դ1} մ	d ₂ մ	$K_2^2 \cdot 10^{-6}$	h _{դ2} մ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B —1	199,0	700	3,49	400	4,850	5,71	350	2,452	11,35
1—2	131,0	600	1,50	325	1,643	6,24	300	1,065	9,70
2—3	46,0	500	0,395	275	0,651	3,44	250	0,387	5,80
3—4	30,0	400	0,079	200	0,108	3,34	175	0,053	6,80

$$\Sigma h_r = 18,73 \text{ մ} \quad 33,65 \text{ մ}$$

5, 6 և 7 սլունակներում գրանցում ենք հաշվարկային թողունակություններից մեծ թողունակությունները և նրանց համապատասխան տրամագծերն ու հիդրավլիկական կորուստները, իսկ 8, 9 և 10 սլունակներում գրանցում ենք նույնը հաշվարկայինից փոքր թողունակությունների համար:

Օգտվելով այս աղյուսակից, կազմում ենք տրամագծերի բոլոր հնարավոր կոմբինացիաները, հաշվում նրանց համապատասխանող կորուստների գումարը և գրանցում աղյուսակում:

Ըստ մեր տվյալների, մալրուղու թուլատրելի գումարային կորուստները պետք է լինեն $H = \Sigma h_r = 25,0$ մ: Նշանակում է, այն կոմբինացիաները, որոնց համար $\Sigma h_r > 25,0$ մ, հիդրավլիկական տեսակետից անընդունելի են, որովհետև նրանց համար ծախսակետերում պահանջվող ազատ ճնշումը չի ապահովվում: Մնում է ընտրություն կատարել այն կոմբինացիաների միջև, որոնց համար $\Sigma h_r < 25,0$ մ. գրանք են՝ №№ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12 կոմբինացիաները: Եթե առանձին տնտեսական հաշվարկ չենք կատարում, ապա նպատակահարմար է ընտրել այն կոմբինացիան, որի համար կորուստների գումարը ամենից մոտ է հաշվալինին:

կոմբինացիա	d (մմ)				h _z (մ)				
	B-1	1-2	2-3	3-4	B-1	1-2	2-3	3-4	Σ h _z (մ)
1	400	325	275	200	5,71	6,24	3,44	3,34	18,73
2	400	325	275	175	5,71	6,24	2,75	6,80	21,53
3	400	325	250	200	5,71	6,24	5,80	3,34	21,19
4	400	300	275	200	5,71	9,70	3,44	3,34	22,19
5	350	325	275	200	11,35	6,24	3,44	3,34	24,37
6	400	325	250	175	5,71	6,24	5,80	6,80	24,55
7	400	300	250	200	5,71	9,70	5,80	3,34	24,55
8	350	300	275	200	11,35	9,70	3,44	3,34	27,83
9	400	300	250	175	5,71	9,70	5,80	6,80	28,01
10	350	300	250	200	11,35	9,70	5,80	3,34	30,18
11	350	300	275	175	11,35	9,70	3,44	6,80	31,30
12	400	300	275	175	5,71	9,70	3,44	6,80	25,55
13	350	325	250	175	11,35	6,24	5,80	6,80	30,19
14	350	325	250	200	11,35	6,24	5,80	3,34	26,75
15	350	325	275	175	11,35	6,24	3,44	6,80	27,83
16	350	300	250	175	11,35	9,70	5,80	6,80	33,65

Ընտրելով № 6 կոմբինացիան, այսինքն՝ $d_{B-1}=400$ մմ, $d_{1-2}=325$ մմ, $d_{2-3}=250$ մմ և $d_{3-4}=175$ մմ, կունենանք՝ $\Sigma h_z = 24,55$ մ, որը փոքր է հաշվարկայինից: Նրանց տարբերությունը կլինի՝ $\delta h_z = 25,0 - 24,55 = 0,45$ մ:

Այս լրացուցիչ կորուստը տանք 3-4 հատվածին, որի որոշ երկարության վրա 175 մմ տրամագծի փոխարեն վերցնենք 150 մմ:

$$h_{z(3-4)}^I = h_{3-4} + \delta h_z = 6,8 + 0,45 = 7,25 \text{ մ:}$$

Մյուս կողմից ունենք՝

$$h_{3-4}^I = \frac{Q_{3-4}^2(l-x)}{K_1^2} + \frac{Q_{3-4}^2 x}{K_2^2}$$

հավասարումը: Թվալին արժեքները տեղադրելուց կստանանք՝

$$7,25 = \frac{302 \cdot (400-x)}{52740} + \frac{30^3 x}{29460}$$

$$\text{կամ՝ } 6,82 - 0,017x + 0,0305x = 7,25,$$

որտեղից $x = 32$ մ:

Այսպիսով, մալրուղու համար ստանում ենք $d_{B-1}=400$ մմ, $d_{1-2}=325$ մմ, $d_{2-3}=250$ մմ, $d_{3-4}=175$ մմ (368,0 մ երկարություն) և $d_{3-4}^I=150$ մմ (32 մ երկարություն):

Որոշեցեք պլեզոմետրական բարձրությունները 1, 2 և 3 կետերում:

$$y_1 = z_B + y_B - z_1 - h_{B-1} = 40,0 + 17,0 - 24 - 5,71 = 27,29 \text{ մ,}$$

$$y_2 = 40,0 + 17,0 - 18 - 5,71 - 6,24 = 27,05 \text{ մ,}$$

$$y_3 = 40 + 17 - 10 - 5,71 - 6,24 - 5,8 = 29,25 \text{ մ,}$$

$$y_4 = 20,0 \text{ մ (ըստ խնդրի պայմանի):}$$

Ստացված տվյալներով կառուցում ենք մալրուղու պլեզոմետրական գիծը:

Նույն ձևով հաշվում ենք նաև ցանցի 1-6-5-4 մասը, ելնելով 1 և 4 կետերում ճնշումների տարբերությունից, որից հետո ալդ տեղամասի համար կառուցում ենք պլեզոմետրական գիծը: 4-5 կետերի ճնշումների տարբերության հիման վրա որոշում ենք 4-5 ճյուղերի տրամագիծը:

Հաշվենք ջրատարի տրամագիծը:

Ջրատարի տրամագիծը հաշվելիս ելնում ենք խողովակաշարում ջրի էկոնոմիկ արագությունից, որի համաձայն ջրատարի տրամագիծը կորոշվի

$$d_{AB} = \sqrt{\frac{4Q_{AB}}{\pi v_{էկ}}} \quad \text{բանաձևով,}$$

որտեղ ընդունում ենք $v_{էկ} = 1,6$ մ/վրկ:

Ունենք նաև $Q_{AB} = Q_{B-1} = 199$ լ/վրկ:

Տեղադրելով այս արժեքները, կստանանք՝

$$d_{AB} = \sqrt{\frac{4 \cdot 199}{\pi \cdot 16}} = 3,97 \text{ դմ} = 397 \text{ մմ:}$$

Ընդունում ենք մոտակա ստանդարտ $d_{AB} = 400$ մմ տրամագիծը: Որոշենք կորուստները ջրատարում:

$$h_{AB} = \frac{Q_{AB}^2 l_{AB}}{K_{AB}^2} = \frac{199^2}{4,85 \cdot 10^6} \cdot 500 = 4,08 \text{ մ:}$$

Պոմպի կողմից զարգացվող ճնշումը պետք է լինի՝

$$H_p = z_B - z_A + y_B + h_{AB} = 40 - 0 + 17 + 4,08 = 61,08 \text{ մ:}$$

$H_p = 61,08 \text{ մ}$ և $Q_p = Q_{AB} = 199 \text{ լ/վրկ}$ տվյալների համաձայն կատալոգից ընտրում ենք 12 HDc տիպի 1 պոմպ:

ԳԼՈՒԽ ՏԱՍՆՄԵԿԵՐՈՐԴ

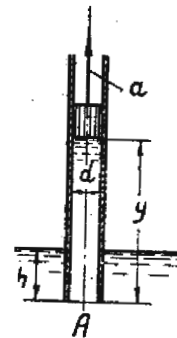
ՈՉ ՍՏԱՑԻՈՆԱՐ ՇԱՐԺՈՒՄԸ ԽՈՂՈՎԱԿՆԵՐՈՒՄ:

ՀԻՒՐԱՎԼԻԿԱԿԱՆ ՀԱՐՎԱԾ

ԽՆԴԻՐ 11—1. Մխոցը շարժվում է $d=100 \text{ մմ}$ տրամագիծ ունեցող ուղղաձիգ պողպատե խողովակում $a=0,8 \text{ մ/վրկ}^2$ հաստատաչափ արագացումով:

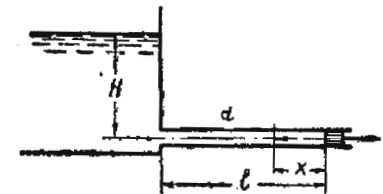
Ո՞ր պահին և մխոցի ի՞նչ բարձրության դեպքում ջուրը կկտրվի նրանից, եթե ջրի շերմաստիճանն է $t=20^\circ\text{C}$, խողովակը խորատուգված է ջրի մեջ $h=1,6 \text{ մ}$ և մխոցը սկսում է շարժվել նրա A ծայրից:

Պատ.՝ $y=8,2 \text{ մ}$, $T=4,54 \text{ վրկ}$:



Նկ. 11—1 խնդրի:

ԽՆԴԻՐ 11—2. Հորիզոնական պողպատե խողովակում $a=0,2 \text{ մ/վրկ}^2$ հաստատուն արագացումով շարժվում է $d=75 \text{ մմ}$ տրամագիծ ունեցող խողովակ:



Նկ. 11—2 խնդրի:

մագիծ ունեցող մխոցը:

Որոշել x հեռավորությունը, որտեղ ջրի ճնշման ուժը մխոցի վրա կհասնի $P=150 \text{ Ն}$, եթե մխոցը սկսում է շարժվել $l=20 \text{ մ}$ հեռավորությունից: Ջրի խտրությունը ավազանում կազմում է $H=3,0 \text{ մ}$:

Պատ.՝ $x=17,90 \text{ մ}$:

68
Հայրապետ ԿԹՎԻՄ, 1900 թ. 12-րդ համարի 4-րդ հոդվածի 2) և 3) կետերի համա-
կշիռը

Օ՛Շ=J (I 5 տախիտի մշտական բռնի
տաճմբի վճարողական գումարներ
հաշվարկված 101 - 11. 1.1.1.1)

[illegible]

ՀԱՅԿԱՅԻՆ ՕՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ԵՐԱՐՈՒՄԸ

Հանում եւ յտրոմաւ . վճիւր վզոխ
 ւմոյ կով ' Ե 00Զ = 1 Աղւաթրամոկիմզ
 վկոխանսոյ զթղ ' Դոդոմծւսի վոկոխ մր
 ւամսիտոսոյ ' Ե 00Ը = x Եվմութ տմզ]
 վկոխանսոյ մմզ ' մեմսվյտոկոդոտոք

Հովհան 3-րդ

ՀԱՅԿ/Դ 086 = Ե ընդամենը 10 հատ

ՎԺՎԴՄ, Ի 0056 = 1, ընդամենը վերականգնող հոյ, հվի 0, 51 = 1. 5

ՀԵՏՃԳՐՈՒԿՈՒԹՅՈՒՆ ՆՈՐԻՏԻՎ ՎՆԱԿՈՒՄ
ԳԸԴ՝ (ԵՎԵՆ ԴԱ ԳԸ՝ ԵՎԵՆ) ԲԱՆԻ
ՌԻՍԿՈՒՄ ԶԲՐԻՄՈՅ ՆՈՐԻՏԻՎԻԿԱՆԵՐԻ
ՎՆԱԿԻ ՆԱԿԱՆԵՐԻ՝ 18—11 ՍՊԵՐՈՒ

$$: \text{Կմի } 90^\circ\text{Շ} = \frac{\varphi}{\rho} \quad , \text{մշամթխամ գմմ տեղ}$$

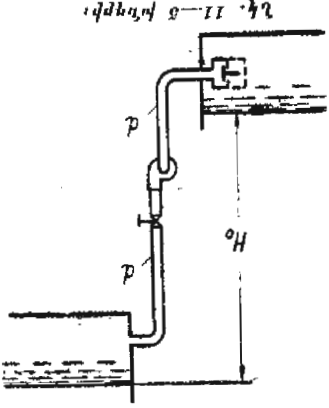
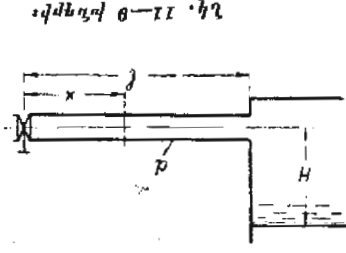
ካህናት/ገጠባ/ህብረተሰብ ካህናት/ገጠባ/ህብረተሰብ ካህናት/ገጠባ/ህብረተሰብ

[illegible]

15 ԵՐԱՅԻԿՈՒԹ ԴԿԱՍԸՄԹԻՆԻՍ ԵՄԻՆԻՍ ԲԵՐԻՄԵՆ

[illegible]
$$\frac{\partial^2 \mathcal{L}}{\partial \mathbf{z}^2} \mathbf{v} \mathbf{v}^T = 0, \text{ min}$$

== 0d, աւր 45 տարի միտնալիս 45 տարեկանից 7 և 1/2 0,1 = 2, 27 տարեկան



-ամաւ դուրքումը վճի գրկի , յարմիգեւ զարկումպի ոչվումըմտքնկտ մղտոյի
տղաշատի մէս մերումը շղթ վատեւ վկորխանով գղանեւ ժրտըլտա
-ասց ըր 9==8 7 իսօհտյութաւ ըր 00Z==8 ԼզՀամյ :9—II ԴՎԸԱՊ

$\Delta p = 1.76 \text{ mmHg}$

[illegible]

၁၇၅၂

[illegible]

ՏՈՐ = 1 7 ղյալթյալալմզ մաղաչեցմ վմզղիտիսնսոլ զառիսնսո նսնր զ

W = 8.4 l/hp, $\alpha = 1.105$ g/hp

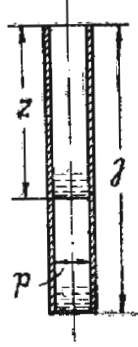
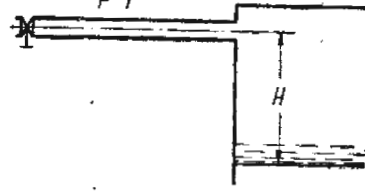
[illegible]

մոտի 6 7 հարիւրում փոքրամոլիցուց քաղաքի միջոցով հաշուել
 արեւելքի մասն արեւմտեան մասն արեւելքի մասն արեւմտեան մասն
 արեւելքի մասն արեւմտեան մասն արեւելքի մասն արեւմտեան մասն

$\gamma_{\text{H}} = 1.01$, $\gamma_{\text{D}} = 1.98$, $\gamma_{\text{m}} = 1.98$

Երաժիտողն աղյուստը մեզ գտնառմանի զտիտելիլիտմանիս զև
վելվիլի զգվովիտնչիս մեհանվիտիտողտտոթ աղյուստը իսկ մեծ իղձապ

Աղբակտթ 3 Երաւիո մմաճ Երաւիոգն աղգնում մճնդո զվճմդզ վիտի
-սնապ իսամ 3 Գոիհո իվմ Ե 0'Է=1 Աղաւթիաւտիմպ Եր 0Է=Բ 3
Աղվեւրտմտ վմա միտիսնաւ գտտեհնեհ եվգտենւյ ԷԷ—II ԵՎԷԴ



արագությունը $a = 1000$ մ/վրկ, ջրի շարժման արագությունը՝ $v = 2,0$ մ/վրկ:

Կառուցել պլեգոմետրական գծերը փակման ժամանակամիջոցների վերջում:

ԽՆԴԻՐ 11—11: Խողովակաշարի վրա դրված փականը ակնթարթորեն մասնակի փակվում է և ջրի արագությունը խողովակում $v_1 = 3,0$ մ/վրկ-ից դառնում է $v_2 = 2,0$ մ/վրկ, ապա 1 վրկ հետո ակնթարթորեն լրիվ փակվում:

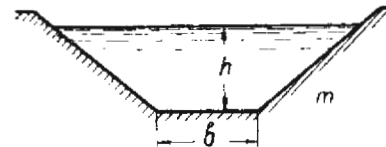
Կառուցել պլեգոմետրական գիծը սկզբից երկու վայրկյան հետո, եթե խողովակի երկարությունն է $l = 2000$ մ, ալիքի աարածման արագությունը՝ $a = 1200$ մ/վրկ:

ԳԼՈՒԽ ՏԱՍՆԵՐԿՈՒԵՐՈՐԴ ՋՐԻ ՀԱՎԱՍԱՐԱԶՈՒԹ ՇԱՐԺՈՒՄԸ ԲԱՑ ՀՈՒՆԵՐՈՒՄ

ԽՆԴԻՐ 12—1: Խիտ կափալին գրունտներով անցնող սեղանաձև կլորավածք ունեցող ջրանցքն ունի $i_0 = 0,0005$ թեքություն, $b = 4,0$ մ լայնություն հատակում և $m = 1,0$ շեկերի թեքության գործակից:

Ինչպիսի՞ն կլինի ջրանցքով թողարկվող ելքը, եթե ջրի խորությունը հավասար է $h = 3,0$ մ:

Պատ.՝ $Q = 29,6$ մ³/վրկ:



Նկ. 12—1 խողրի:



Նկ. 12—2 խողրի:

ԽՆԴԻՐ 12—2: Ինչպիսի՞ թեքություն պետք է տալ ան ջրանցքին, որը պետք է թողարկի $Q = 30$ մ³/վրկ ելք: Ջրանցքն ունի գետաքարի և քարապատում և հետևյալ չափերը՝ $b = 2,0$ մ, $h = 1,5$ մ, $m = 1,5$:

Պատ.՝ $i_0 = 0,011$:

ԽՆԴԻՐ 12—3: Ուղղանկյուն կտրվածք ունեցող ջրանցքում թուլատրվում է $v = 1,2$ մ/վրկ արագություն: Ինչպիսի՞ն կլինի ջրանցքի խորությունը և թեքությունը, եթե $Q = 60$ մ³/վրկ, $b = 8,8$ մ:

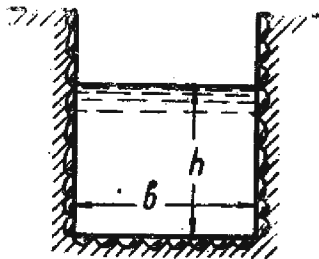
Պատ.՝ $h = 5,68$ մ, $i_0 = 0,00028$:

ԽՆԴԻՐ 12—4: Միջին պայմաններում դանդաղ, սեղանաձև կլորավածք ունեցող հողալին ջրանցքն ունի $i_0 = 0,000124$ թեքություն, $b = 15$ մ հիմքի լայնություն, $m = 2$ շեղության գործակից:

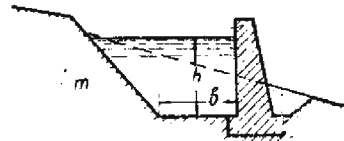
Ինչպիսի՞ նորմալ խորություն կստացվի ջրանցքում, եթե նա թողարկում է $Q = 250$ մ³/վրկ ելք:

Պատ.՝ $h = 7,11$ մ:

Պատ.՝ $b=4,4$ մ, $h=2,2$ մ:



Նկ. 12-10 խնդրի:



Նկ. 12-11 խնդրի:

Խնդիր 12-11: Խիտ կավային գրունտներ ունեցող լեռնալանջով տարված ջրանցքի կառուցման հողային աշխատանքների ծավալը փոքրացնելու համար նրա մի կողմում արված է կոպիտ բետոնապատումով հենապատ:

Որոշել ջրի խորութիւնը ջրանցքում հետեւյալ տվյալների դեպքում՝ $Q=8$ մ³/վրկ, $b=2,5$ մ, $m=1,0$ և $i_0=0,0006$:

Ցուցում: Որպես հաշվային խորգութիւն ջրանցքի գործակից ընդունել

$$n_s = \frac{n_1 \chi_1 + n_2 \chi_2}{\chi_1 + \chi_2},$$

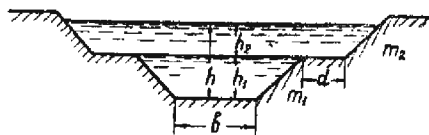
որտեղ n_1 և n_2 -ը, χ_1 և χ_2 -ը կավի ու բետոնի խորգութիւն ջրանցքի գործակիցներն ու թրջած պարագծերն են: Չափերը փոփոխելիս լուրջ քանջուր դեպքում պետք է n_s -ը նորից հաշվել:

Պատ.՝ $h=2,0$ մ:

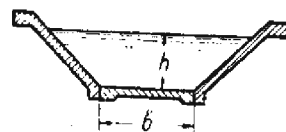
Խնդիր 12-12: Միջին պայմաններում գտնվող հողային ջրանցքը կազմված է հիմնական հունից և ողողահունից: Տրված են հիմնական հունի լայնութիւնը՝ $b=2,5$ մ, թեքութիւնը՝ $i_0=0,0006$, ողողահունի լայնութիւնը՝ $b=1,5$ մ, շեղերի թեքութիւնների գործակիցները՝ $m_1=m_2=2,0$, հիմնական հունի խորութիւնը՝ $h_1=2,0$ մ:

Որոշել ջրանցքում ելքերը $h=2,0$ մ և $h=3,0$ մ խորութիւնների դեպքում:

Պատ.՝ $Q_1=14$ մ³/վրկ, $Q_2=31$ մ³/վրկ:



Նկ. 12-12 խնդրի:



Նկ. 12-13 խնդրի:

Խնդիր 12-13: Միջին պայմաններում գտնվող հողային ջրանցքը $b=3,0$ մ լայնութիւն, $h=2,5$ մ խորութիւն և $m=2,0$ շեղերի թեքութիւն գործակիցի դեպքում թողարկում է $Q=25$ մ³/վրկ ելք:

Քանի՞ անգամ կմեծանա ելքը, եթե ջրանցքը ենթարկվի կոպիտ բետոնապատման:

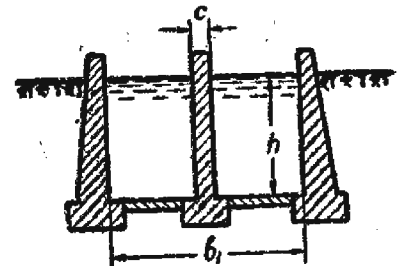
Պատ.՝ 1,45 անգամ:

Խնդիր 12-14: Կոպիտ բետոնապատված պատերով ողողանկյուն կտրվածքի ջրանցքը, որի չափերն են՝ $b=4,0$ մ, $h=3,0$ մ, թողարկում է որոշակի ելք:

Որքանով պետք է լայնացնել ջրանցքը, եթե նրա մեջտեղում դրվի $C=0,3$ մ հաստութիւն երկաթբետոնե պատ:

Պատ.՝ $b_1=5,24$ մ ետրով:

Խնդիր 12-15: Ելնելով հիդրավիկորեն նպատակահարմար կտրվածքի պայմանից, որոշել միջին պայմաններում գտնվող հողային ջրանցքի չափերը, եթե թողարկվող ելքը՝ $Q=50$ մ³/վրկ, թեքութիւնը՝ $i_0=0,0009$ և $m=1,5$:



Նկ. 12-14 խնդրի:

Պատ.՝ $h=3,64$ մ,

$b=2,22$ մ:

Խնդիր 12-16: Որոշել կոպիտ բետոնապատված ողողանկյուն կտրվածք ունեցող ջրանցքի չափերը, ելնելով հիդրավիկական նպատակահարմարութիւն պայմանից, եթե $Q=35,0$ մ³/վրկ, $i_0=0,00261$:

Պատ.՝ $h=2,3$ մ, $b=8,03$ մ:

Խնդիր 12-17: Խիտ կավային գրունտներում անցնող ջրանցքն ունի $b=2,0$ մ լայնութիւն և $m=2,0$ շեղերի թեքութիւն գործակից:

Որոշել հունի թեքութիւնը, եթե ջրանցքն ունի հիդրավիկորեն նպատակահարմար կտրվածք և թողարկում է $Q=25$ մ³/վրկ ելք:

Պատ.՝ $i_0=0,000057$:

ԳԼՈՒԽ ՏԱՍՆԵՐԵՔԵՐՈՐԴ

ՋՐԱԹԱՓԵՐ

ԽՆԴԻՐ 13—1: Ջրանցքի ելքը չափելու համար նրա մեջ դրված է բարակ պատով ուղղանկյուն ջրաթափ, որի լայնությունն է $b=2,0$ մ, թափվող ջերտի հաստությունը՝ $H=0,4$ մ, մոտեցման արագությունը՝ $v_0=1,2$ մ/վրկ, $m=0,42$:

Որոշել ելքը կողպին սեղմումը անտեսելու դեպքում:

Պատ.՝ $Q=1,24$ մ³/վրկ:

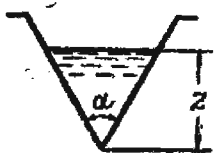


Նկ. 13—1 խնդրի:

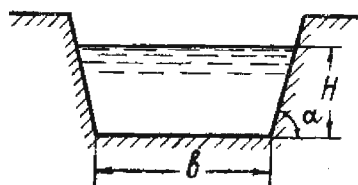
ԽՆԴԻՐ 13—3: Լաբորատորիայում ելքը չափելու համար օգտագործում են եռանկյուն կարվածքի բարակ պատով ջրաթափ՝ $\alpha=0,6$:

Որոշել ջրաթափի գագաթի անկյունը այն հաշվով, որ մաքսիմում ելքի չափման սխալը չգերազանցի նրա 0,1%-ից: Ելքը փոփոխվում է 0—15 լ/վրկ սահմաններում, թափվող ջերտի բարձրությունը չափվում է տասներորդ, որի ճշտությունը 0,1 մմ է:

Պատ.՝ $\alpha=39^\circ$:



Նկ. 13—2 և 13—3 խնդիրների:



Նկ. 13—4 խնդրի:

ԽՆԴԻՐ 13—4: Մեծ ելքեր չափելու համար օգտագործում են բարակ պատով սեղանաձև ջրաթափ:

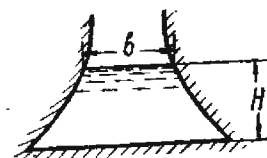
Որոշել ջրաթափի լայնությունը հիմքում, եթե թողարկվող մաքսիմում ելքն է $Q=0,5$ մ³/վրկ, թափվող ջերտի մաքսիմում հաստությունը՝ $h=0,3$ մ, $\text{ctg}\alpha=1/4$, $m=0,42$:

Պատ.՝ $b=1,6$ մ:

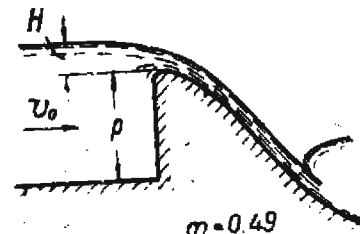
ԽՆԴԻՐ 13—5: Ջրաթափի ճակատի լայնությունը փոփոխելու միջոցով կարելի է հասնել նրան, որ ելքը ուղիղ համեմատական լինի թափվող ջերտի խորությունը:

Բարակ պատով ջրաթափի համար որոշել $b=f(H)$ կապը հետևյալ սովորյալների դեպքում՝ $Q=300$ լ/վրկ, $H=0,3$ մ, $m=0,42$:

Պատ.՝ $b=\frac{0,54}{\sqrt{H}}$:



Նկ. 13—5 խնդրի:



Նկ. 13—6 խնդրի:

ԽՆԴԻՐ 13—6: Գործնական պրոֆիլով ջրաթափը պետք է թողարկի $Q=20$ մ³/վրկ ելք: Ջրաթափի պատի բարձրությունն է $p=3,0$ մ: Հունը ուղղանկյուն է՝ $b=8,0$ մ լայնությամբ:

Որոշել թափվող ջերտի բարձրությունը, եթե $m=0,49$:

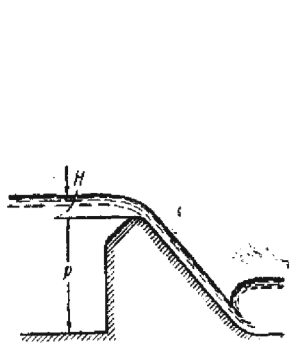
Պատ.՝ $H=1,08$ մ:

ԽՆԴԻՐ 13—7: Ինչպիսի՞ մաքսիմում ելք կարելի է թողարկել գործնական պրոֆիլի ջրաթափով, եթե ջրի բարձրացումը, հաշված ջրաթափի շուրթից, չպետք է գերազանցի $H=3,0$ մ: Ջրաթափի ճակատի լայնությունն է $b=12,0$ մ, պատի բարձրությունը՝ $p=8,0$ մ, $m=0,48$:

Պատ.՝ $Q=138$ մ³/վրկ:

ԽՆԴԻՐ 13—8: Ինչքա՞ն պետք է լինի գործնական պրոֆիլով ջրաթափային պատվարի ճակատի b լայնությունը $Q=250$ մ³/վրկ ելք

թողարկելու համար, եթե պատվարը դրված է ուղղանկյան հունում և ունի $p=3,0$ մ բարձրություն, թափվող ջրի հաստությունը $H=3,5$ մ:



Նկ. 13-7 խնդրի:

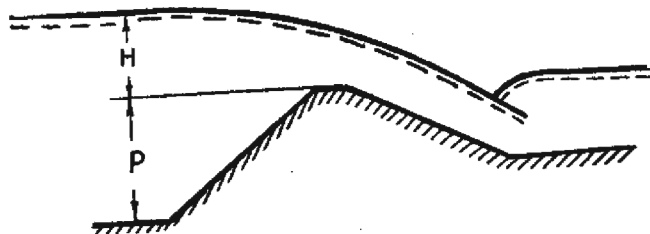
Ցուցում: Խնդիրը լուծելիս կողպելիս սեղմումը և մոտեցման արագության ազդեցությունը հաշվի չառնել:

Ջրաթափի ելքի գործակիցը ընդունել $m=0,48$:

Պատ.՝ $b=20,1$ մ:

ԽՆԴԻՐ 13-9: Լայնական կտրվածքում սեղանաձև պրոֆիլ ունեցող ջրաթափի ելքի գործակիցը որոշելու համար լաբորատորիայում փորձարկված է նրա մոդելը: Փորձարկման տվյալներն են՝ $H=10$ սմ, $Q=23$ լ/վրկ, $b=50$ սմ, $b=16,0$ սմ: Մոտեցման մասում հունը ուղանկյուն է: Որոշել ջրաթափի ելքի գործակիցը:

Պատ.՝ $m=0,434$:



Նկ. 13-9 խնդրի:

ԽՆԴԻՐ 13-10: Ուղղանկյուն հունում տեղադրված գործնական պրոֆիլով ջրաթափի բարձրությունն է $p=3,5$ մ, ճակատի լայնությունը՝ $b=25,0$ մ: Վերին և ներքին բլեֆում ջրի խորություններն են՝

$p+H=6,5$ մ, $h_{\text{ն}}=5,0$ մ, ելքի գործակիցն ընդունել $m=0,49$: Որոշել թողարկվող ելքը:

Պատ.՝ $Q=301$ մ³/վրկ:

Լուծում: Ջրաթափը կլինի սուզված, քանի որ $z=5,0-3,5=1,5$ մ $\leq 3,0$ մ:

Սուզված ջրաթափի ելքը որոշվում է՝

$$Q = \sigma m b \sqrt{2g} H_0^{3/2}$$

բանաձևով, որտեղ σ -ն սուզվածության գործակիցն է կախված սուզվածության h/H_0 աստիճանից և տրված է աղ. 18-ում:

Խնդիրը լուծվում է աստիճանական մոտեցման եղանակով: Առաջին մոտեցում:

$$h = h_{\text{ն}} - p = 5,0 - 3,5 = 1,5 \text{ մ,}$$

$$\frac{h}{H_0} = \frac{h}{H} = \frac{1,5}{3,0} = 0,5,$$

$$\sigma = 0,972:$$

$$Q = 0,972 \cdot 0,49 \cdot 25 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 3^{3/2}} = 274 \text{ մ}^3/\text{վրկ,}$$

Երկրորդ մոտեցում: Մոտեցման արագությունը կլինի՝

$$v_0 = \frac{Q}{b(p+H)} = \frac{274}{25(3,5-3,0)} = 1,69 \text{ մ/վրկ:}$$

Արագության բարձրությունը կլինի՝

$$\frac{\alpha v_0^2}{2g} = \frac{1,1 \cdot 1,69^2}{2 \cdot 9,81} = 0,16 \text{ մ,}$$

$$H_0 = H + \frac{\alpha v_0^2}{2g} = 3,0 + 0,16 = 3,16 \text{ մ,}$$

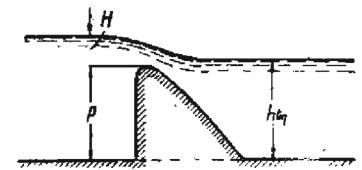
$$\frac{h}{H_0} = \frac{1,5}{3,16} = 0,475, \quad \sigma = 0,975:$$

Ելքը կլինի՝

$$Q = 0,975 \cdot 0,49 \cdot 25 \cdot 4,43 \cdot 3,16^{3/2} = 298 \text{ մ}^3/\text{վրկ:}$$

Երրորդ մոտեցում՝

$$v_0 = \frac{298}{25(3,5+3,16)} = 1,78 \text{ մ/վրկ,}$$



Նկ. 13-10 և 13-11 խնդիրների:

$$\frac{\alpha v_0^2}{2g} = \frac{1,1 \cdot 1,78^2}{2 \cdot 9,81} = 0,18 \text{ մ},$$

$$H_0 = 3 + 0,18 = 3,18 \text{ մ}:$$

$$\frac{h}{H_0} = \frac{1,5}{3,18} = 0,472,$$

$$\sigma = 0,975,$$

$$Q = 0,975 \cdot 0,49 \cdot 25 \cdot 4,43 \cdot 3,18^{3/2} = 301 \text{ մ}^3/\text{վրկ}:$$

Այսպիսով գործնականորեն բավարար ճշտությամբ թողարկվող ելքը կլինի՝ $Q = 301 \text{ մ}^3/\text{վրկ}$:

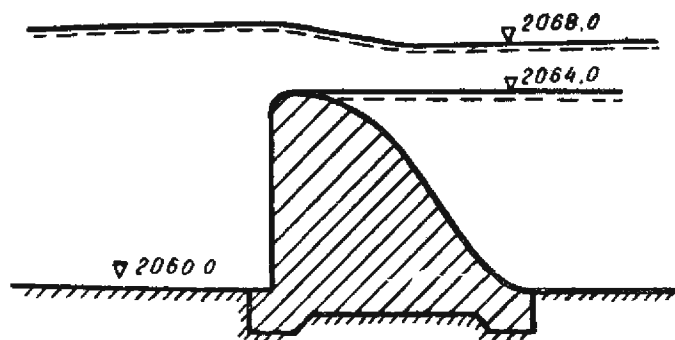
ԽՆԴԻՐ 13—11: Գործնական պրոֆիլով ջրաթափը թողարկում է $Q = 200 \text{ մ}^3/\text{վրկ}$ ելք: Ներքին բլեֆում ջրի եղյալ խորությունն է $h_{\text{ն}} = 4,0 \text{ մ}$, պատվարի պատի բարձրությունը՝ $p = 3,0 \text{ մ}$, լայնությունը՝ $b = 20 \text{ մ}$, $m = 0,49$:

Որոշել թափվող շերտի հաստությունը:

$$\text{Պատ.՝ } H = 2,65 \text{ մ}:$$

ԽՆԴԻՐ 13—12: Գործնական պրոֆիլով ջրաթափը տեղադրված է $b = 10 \text{ մ}$ լայնություն ունեցող ուղղանկյուն կտրվածքի հունում: Ներքին բլեֆում ջրի հորիզոնի նիշն է $\nabla 2068,0 \text{ մ}$, ջրաթափի շուրթի նիշն է $\nabla 2064,0 \text{ մ}$, հատակի նիշը՝ $\nabla 2060,0 \text{ մ}$: Որոշել ջրի հորիզոնի նիշը վերին բլեֆում $Q = 140 \text{ մ}^3/\text{վրկ}$ ելքի դեպքում:

$$\text{Պատ.՝ } \nabla 2068,37 \text{ մ}:$$



Նկ. 13—12 խնդրի

Հուժուժ: Վերին բլեֆի հորիզոնի նիշը որոշելու համար հարկավոր է որոշել թափվող շերտի H հաստությունը:

Խնդիրը սկզբից լուծենք անտեսելով մոտեցման արագությունը և

ընդունելով, որ ջրաթափը սուզված չէ, այդ դեպքում կունենանք՝

$$H = \left(\frac{Q}{mb \sqrt{2g}} \right)^{2/3} = \left(\frac{140}{0,49 \cdot 10 \cdot 4,43} \right)^{2/3} = 3,46 \text{ մ}:$$

Այսպիսով,

$$H_0 = 3,46 \text{ մ} < h = 4,0 \text{ մ} \quad (h = 2068,0 - 2064,0 = 4,0 \text{ մ}),$$

որը խմաստ չունի, քանի որ վերին բլեֆում ավելի ցածր հորիզոն կատացվի, հետևաբար այս ձևով խնդրի լուծումը հնարավոր չէ:

Խնդիրը լուծենք մեր առաջարկած մեթոդով (տես՝ Վ. Մ. Հովսեփյան, Հիդրավիկա, 1976 թ):

Որոշենք հաստատուն պարամետրը

$$A(h/H_0) = \frac{Q}{mb \sqrt{2g} h^{3/2}} = \frac{75}{0,49 \cdot 10 \cdot 4^{3/2} \cdot 4,43} = 0,81:$$

Այս արժեքին աղ. 18-ում համապատասխանում է $h/H_0 = 0,884$ որտեղից՝

$$H_0 = \frac{4}{0,884} = 4,53 \text{ մ}:$$

Ընդունելով $H = H_0$, մոտեցման արագությունը կլինի՝

$$v_0 = \frac{Q}{b(p+H)} = \frac{140}{10(4+4,53)} = 1,64 \text{ մ/վրկ}:$$

Արագության բարձրությունը՝

$$\frac{\alpha v_0^2}{2g} = \frac{1,1 \cdot 1,64^2}{2 \cdot 9,81} = 0,15 \text{ մ}:$$

Որտեղից՝

$$H = H_0 - \frac{\alpha v_0^2}{2g} = 4,53 - 0,15 = 4,38 \text{ մ},$$

$$v_0 = \frac{140}{10(4+4,38)} = 1,67 \text{ մ},$$

$$\frac{\alpha v_0^2}{2g} = \frac{1,1 \cdot 1,67^2}{2 \cdot 9,81} = 0,16 \text{ մ}, H = 4,53 - 0,16 = 4,37 \text{ մ}:$$

Վերին բլեֆի հորիզոնի նիշը կլինի՝

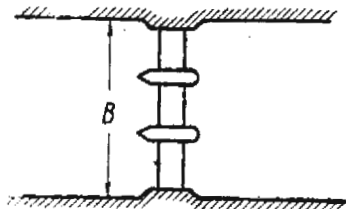
$$2064,0 + 4,37 = 2068,37 \text{ մ}:$$

ԽՆԴԻՐ 13—13: Հաշվի առնելով կողային սեղմումը, որոշել ջրաթափի վրայից թափվող ելքը, եթե հայտնի է, որ ուղղանկյուն հունի լայնությունն է $B = 30 \text{ մ}$, թափվող շերտի ճակատի լայնությունը՝ $b =$

==26 մ: Տրված են ջրաթափի պատի բարձրությունը՝ $p=7,0$ մ, թափվող ջերտի բարձրությունը՝ $H=3,0$ մ:

Ցուցում: Այս դեպքում ելքի գործակիցը պետք է որոշել ըստ Բազենի՝ տե՛ս հավելված, էջ 171:

Պատ.՝ $Q=251$ մ³/վրկ:

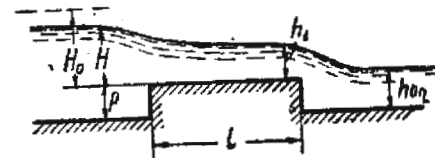


Նկ. 13-13 խնդրի:

Խնդիր 13-15: Որոշել լայն շեմքով ջրաթափի ճնշումը հետևյալ տվյալների դեպքում. $Q=25$ մ³/վրկ, $b=4,0$ մ, $p=1,5$ մ, $h_{\text{է}}=3,5$ մ, $\varphi=0,85$:

Պատ.՝ $H=2,57$ մ:

Խնդիր 13-16: Որոշել լայն շեմքով ջրաթափի ճնշումը, եթե տրված են $Q=10$ մ³/վրկ, $b=2,0$ մ, $p=1,0$ մ $\varphi=0,88$, $h_{\text{է}}=1,5$ մ:



Նկ. 13-14, 13-15, 13-16 և 13-17 խնդիրների:

Պատ.՝ $H=2,18$ մ:

Լուծում: Լայն շեմքով ջրաթափի ելքի հաշվարկը կատարում ենք Վ. Մ. Հովսեփյանի մեթոդով:

Որոշենք կրիտիկական խորությունը՝

$$h_k = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{b^2 g}} = \sqrt[3]{\frac{1,1 \cdot 10^2}{2^2 \cdot 9,81}} = 1,4 \text{ մ:}$$

Քանի որ $h_k > h_{\text{է}}$ — $p=0,5$ մ, ջրաթափը կլինի չսուզված:

Առաջին մոտեցում: λ -ին տանք կամայական արժեք՝ $\lambda=2$ և ըստ $\varphi=0,88$ արժեքի աղյուսակ 20-ից որոշեցեք $k=0,626$ և $m_0=0,333$:

Ջրաթափի ելքի բանաձևից որոշում ենք H -ը՝

$$H = \left(\frac{Q}{m_0 b \sqrt{2g}} \right)^{2/3} = \left(\frac{10}{0,333 \cdot 2,0 \cdot 4,43} \right)^{2/3} = 2,25 \text{ մ:}$$

Երկրորդ մոտեցում: Ճշտենք λ -ն:

$$\lambda = \frac{B}{b} \cdot \frac{H+p}{H} = \frac{2}{2} \cdot \frac{2,25+1,0}{2,25} = 1,45:$$

Այդ դեպքում $k=0,648$, $m_0=0,351$,

$$H = \left(\frac{10}{0,351 \cdot 2,0 \cdot 4,43} \right)^{2/3} = 2,18 \text{ մ:}$$

Երրորդ մոտեցում: $\lambda = \frac{2}{2} \cdot \frac{2,18+1}{2,18} = 1,46$, $k=0,647$, $m_0=0,351$:

Քանի որ բավարար ճշտությամբ m_0 -ն նույնը ստացվեց, ապա $H=2,18$ մ, կարելի է ընդունել վերջնական:

Խնդիր 13-17: Որոշել լայն շեմքով ջրաթափի ելքը հետևյալ տվյալների դեպքում. $H=4,0$ մ, $h_{\text{է}}=4,5$ մ, $b=2,0$ մ, $p=1,5$ մ, $\varphi=0,92$:

Պատ.՝ $Q=28,3$ մ³/վրկ:

Խնդիր 13-18: Որոշել կամրջալին ուղղանկյուն խողովակի բացվածքի չափերը, եթե թողարկվող ելքն է $Q=15$ մ³/վրկ, թուլատրելի արագությունը $v_p=4$ մ/վրկ, եղյալ խորությունը՝ $h_{\text{է}}=0,5$ մ, $\varphi=0,92$:

Ստուգել ջրաթափի ճնշումը, ելնելով լիցքի տրված $H'=3,0$ մ բարձրությունից:

Պատ.՝ $H=2,3$ մ:

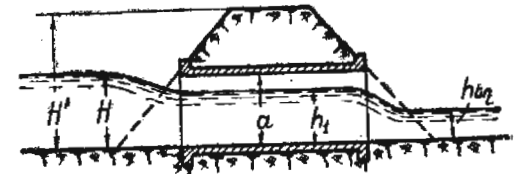
Խնդիր 13-19: Որոշել $Q=10$ մ³/վրկ ելք թողարկող կամրջալին ուղղանկյուն բացվածքի չափերը, եթե այն ունի խճաքարալին հատակ ($v_p=4,3$ մ/վրկ):

Ստուգել ջրի խորությունը կամրջից առաջ, ելնելով $H'=3,0$ մ լիցքի բարձրությունից և $h_{\text{է}}=1,0$ մ եղյալ խորությունից: Ընդունել $\varphi=0,85$, $\lambda=1,0$, իսկ ջրի մակարդակից մինչև լիցքի բարձրությունը 1,0 մ:

Պատ.՝ $a > 1,38$ մ, $b \approx 2,0$ մ:

Խնդիր 13-20: Որոշել կամրջալին ուղղանկյուն խողովակի բացվածքը հետևյալ տվյալների դեպքում. $Q=13,0$ մ³/վրկ, $h_{\text{է}}=1,5$ մ, $H'=3,2$ մ, $v_p=4,0$ մ/վրկ, $\varphi=0,8$: Ջրի մակարդակի և լիցքի բարձրության տարբերությունը ընդունել 1,0 մ:

Պատ.՝ $b=2,45$ մ, $H=2,20$ մ:



Նկ. 13-18, 13-19, 13-20 խնդիրների:

ԽՆԴԻՐ 13—21: Հորհանային ջրաթափի հաշվարկին ելքն է $Q=200$ մ³/վրկ, թափվող ջերտի թուլատրելի բարձրությունը՝ $H=1,5$ մ, ջրաթափի շուրթից մինչև հեռացնող թունելի առանցքը եղած բարձրությունը՝ $h=40$ մ, հեռացնող թունելի երկարությունը՝ $l=3000$ մ: Կատարել ջրաթափի հիդրավիկական հաշվարկը:

Լուծում: Հորհանային ջրաթափի լուծումը կատարում ենք ըստ «Справочник по гидротехнике» — 1955, էջ 115:

Հորհանային ջրաթափի շուրթի ձևը կախված է նրա շառավղի (R) և ճնշման (H) հարաբերությունից: Շուրթի շառավիղը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$R = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{Q}{\epsilon m \sqrt{2g} H^{3/2}} + n_0 s \right),$$

որտեղ n_0 -ն միջահենարանների թիվն է,

s -ը՝ միջահենարանների հաստությունը շուրթի վերին մասում,

ϵ -ը՝ սեղմման գործակիցը, որի միջին արժեքը հավասար է 0,9-ի:

m -ը՝ ելքի գործակիցը, ընդունում ենք $m=0,36$:

Մեր խնդրում ընդունենք, որ միջահենարանները բացակայում են, այդ դեպքում կստանանք՝

$$R = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{200}{0,9 \cdot 0,36 \cdot 4,43 \cdot 1,5^{3/2}} = 12,08 \text{ մ},$$

$$\frac{R}{H} = \frac{12,08}{1,5} = 8,04:$$

Քանի որ $R > 7H$, ապա արվում է հարթ շուրթ: Հարթ շուրթի երկարությունը վերցվում է հետևյալ պայմանից՝

$$3,5H \leq B \leq (0,4 \div 0,5) R,$$

այսինքն՝

$$5,25 \leq B \leq 4,84 \div 6,04 \text{ մ}:$$

Ելնելով այս պայմանից, ընդունենք $B=5,6$ մ,

շուրթի թեքման անկյունը արվում է $\alpha=6 \div 9^\circ$,

ընդունենք $\alpha=7^\circ$:

Հարթ շուրթի վերջում միջին արագությունը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

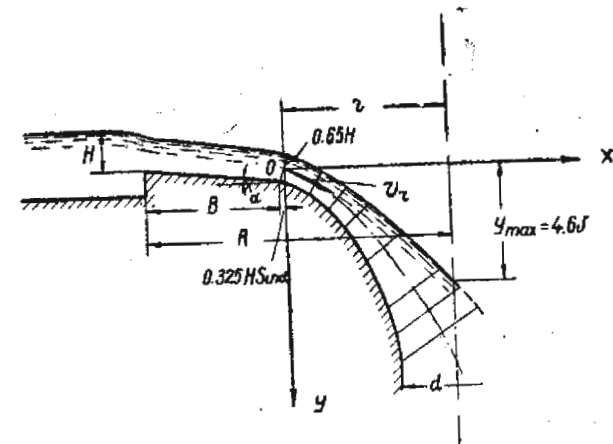
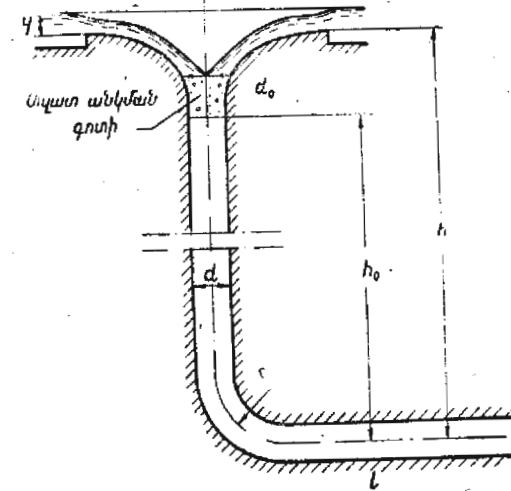
$$v_r = \frac{Q}{2\pi r \cdot 0,65 H},$$

որտեղ $0,65 H$ -ը խորությունն է ջրաթափի հարթ շուրթի վերջում (ըստ փորձի տվյալների):

$r=R-B-0,325 H \sin \alpha$ (տե՛ս գծագիրը):

Տեղադրելով թվային արժեքները, կստանանք՝

$$r=12,08-5,6-0,325 \cdot 1,5 \cdot \sin 7^\circ=6,42 \text{ մ},$$



Նկ. 13—21 խնդրի:

$$v_r = \frac{200}{2\pi \cdot 6,42 \cdot 0,65 \cdot 1,5} = 5,08 \text{ մ/վրկ}$$

Կենտրոնական շիթի առանցքը կառուցվում է հետևյալ հավասարման հիման վրա՝

$$y = \frac{gx^2}{2v^2 \cos^2 \alpha} + x \operatorname{tg} \alpha = \frac{9,81x^2}{2 \cdot 5,08^2 \cos^2 7^\circ} + x \operatorname{tg} 7^\circ,$$

որտեղից $y = 0,191x^2 + 0,123x$: (ա)

Պարաբոլական մասի որևէ կտրվածքում շիթի հաստությունը կորոշվի հետևյալ բանաձևով՝

$$h_n = \frac{Q}{2\pi(r - x_n)v_n}, \quad (\mu)$$

որտեղ v_n -ն արագությունն է շիթի որևէ կետում և որոշվում է

$$v_n = \sqrt{v_r^2 + 2gy_n} \quad (\gamma)$$

բանաձևով:

(ա), (բ) և (գ) հավասարումների միջոցով որոշում ենք շիթի կորդինատները և արդյունքները գրանցում աղյուսակում:

x(մ)	0,123 x	0,191 x ²	y(մ)	v _n (մ/վրկ)	h _n (մ)	$\frac{h_n}{2}$ (մ)
1,0	0,123	0,191	0,314	5,65	1,04	0,520
2,0	0,246	0,764	1,010	6,76	1,07	0,535
3,0	0,369	1,719	2,088	8,16	1,14	0,570
4,0	0,492	3,050	3,542	9,76	1,35	0,675
5,0	0,615	4,775	5,390	11,5	1,95	0,975
5,5	0,676	5,75	6,426	11,76	2,95	1,475

Ըստ x-ի և y-ի տվյալների կառուցում ենք շիթի առանցքը, որից նորմալի ուղղությամբ տեղադրելով $\frac{h_n}{2}$ -ի չափերով հատվածներ, կառուցում ենք ձագարի և շիթի պրոֆիլը (տե՛ս գծագիրը):

Ձագարում, շիթերի հատման կետում (որի խորությունն է $y_{\max} = 4,6$ մ, որը որոշում ենք գծագրից՝ ըստ մասշտաբի) արագությունը կլինի՝

$$v_y = 0,98 \sqrt{2gy_{\max}} = 0,98 \sqrt{19,62 \cdot 4,6} = 9,34 \text{ մ/վրկ}, \quad (\gamma)$$

իսկ տրամագիծը՝

$$d_0 = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v_y}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 200}{\pi \cdot 9,34}} = 5,24 \text{ մ}: \quad (\delta)$$

Հեռացնող թունելի տրամագիծը պետք է ընտրել այն հաշվով, որ ջրի ամբողջ էներգիան վերածվի հիդրավլիկական կորուստների, որը որոշվում է հետևյալ ձևով՝

$$\Sigma h_z = \xi \frac{v^2}{2g} + \frac{4lv^2}{C^2 d} = h_0, \quad (\eta)$$

որտեղ d-ն թունելի տրամագիծն է, h_0 -ն թունելի առանցքից մինչև այն կտրվածքի բարձրությունը, որտեղ շարժումը դառնում է ճնշումային: Այդ կտրվածքի տեղը որոշելու համար նախ պետք է կառուցել անցումային մասի պրոֆիլը, որը արվում է հետևյալ կերպ. y-ին արժեքում է $y_{\max}$ -ից մեծ արժեքներ և (դ) ու (ե) հավասարումով որոշում են v_y -ը և d-ն, որոնց միջոցով և կառուցվում է անցումային մասի պրոֆիլը: Նշենք, որ անցումային մասում քանի դեռ կատարվում է ազատ շարժում, այսպիսով շարժումը ոչ ճնշումային է և այն կդառնա ճնշումային միայն անցումային մասը թունելի տրամագծի հետ հասնելու մասից սկսած:

Ստորև տրված են v_y -ի և d_0 -ի արժեքները տարբեր y-ների համար:

$$n=0,014$$

y(մ)	v_y (մ/վրկ)	d_0 (մ)
4,6	9,34	5,24
5,0	9,76	5,1
6,0	10,7	4,87
7,0	11,5	4,70
8,0	12,3	4,55
9,0	13,0	4,44

Թունելի տրամագծի հաշվարկը: Հիդրավլիկական կորուստների գործակիցը կորացման համար կլինի $\xi = 0,25$, երբ $\frac{R_0}{d} = 4,0$:

Կառուցելով ձագարի պրոֆիլը և այն հատելով թունելի տրամագծի հետ, գծագրից որոշում ենք հատման կտրվածքի բարձրությունը՝ հաշված թունելի առանցքից:

Գծագրից և նախորդ աղյուսակից երևում է, որ $d = 4,5$ մ արժեքին համապատասխանում է $y = 8,0$ մ, որին և կհամապատասխանի $h_0 = 32,5$ մ:

Թունելում հիդրավլիկական կորուստների հաշվարկի արդյունքները գրանցենք աղյուսակում.

$$n = 0.014$$

d	ω	v	$R = \frac{d}{4}$	C	$\frac{v^2}{2g}$	$\xi \frac{v^2}{2g}$	$\frac{4lv^2}{C^2 R}$	Σh_z
d	d ²	d/վրկ	d		d	d	d	d
4,0	12,55	15,9	1,0	71,43	12,4	3,1	60,6	63,7
4,5	15,9	12,6	1,125	72,58	8,12	2,0	31,8	33,8
4,55	16,2	12,35	1,135	72,66	7,79	1,9	30,3	32,2

Աղյուսակից երևում է, որ թունելի տրամագծի $d=4,55$ մ արժեքի դեպքում բավարարվում է (զ) հավասարումը, հետևաբար ավն կլինի հաշվալիներ:

ԳԼՈՒԽ ՏԱՍՆՁՈՐՍԵՐՈՐԴ

ՋՐԻ ԱՆՀԱՎԱՍԱՐԱԶԱՓ ՇԱՐՃՈՒՄԸ ԲԱՑ ՊՐԻՉՄԱՏԻԿ ՀՈՒՆԵՐՈՒՄ

ԽՆԴԻՐ 14—1: Որոշել ուղղանկյուն կտրվածք ունեցող ջրանցքի կրիտիկական խորությունը և մինիմում տեսակարար էներգիան, եթե ջրանցքի լայնությունն է $b=5,0$ մ, թողարկվող ելքը՝ $Q=25$ մ³/վրկ:

Պատ.՝ $h_k=1,41$ մ, $\Theta_{\min}=2,12$ մ:

ԽՆԴԻՐ 14—2: Սեղանաձև կտրվածքի ջրանցքի համար կառուցել տեսակարար էներգիայի կորը՝ կախված խորությունից և որոշել կրիտիկական խորությունը, եթե ջրանցքը բնորոշող մեծություններն են $Q=20$ մ³/վրկ, $b=4,0$ մ, $m=1,5$:

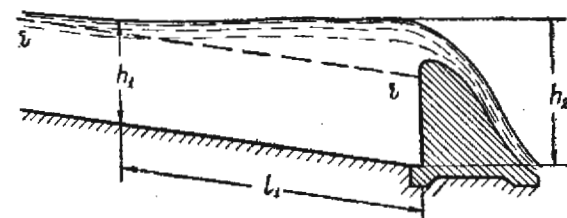
Պատ.՝ $h_k=1,205$ մ, $\Theta_{\min}=1,663$ մ:

ԽՆԴԻՐ 14—3: Միջին պայմաններում դառնվող հողալին ջրանցքի համար որոշել հունի հիդրավլիկական ցուցիչը ջրանցքի հետևյալ պարամետրերի դեպքում՝ $b=15$ մ, $m=2,0$:

Պատ.՝ $x=3,55$:

ԽՆԴԻՐ 14—4: Բետոնի երեսապատում ունեցող ուղղանկյուն ջրանցքի լայնությունն է $b=8,0$ մ, թեքությունը՝ $i_0=0,00065$, ելքը՝ $Q=10$ մ³/վրկ: Ջրանցքի վերջում ստեղծվել է $h_2=6,0$ մ խորություն: Ի՞նչ հեռավորության վրա կստեղծվի $h_1=5,0$ մ խորությունը:

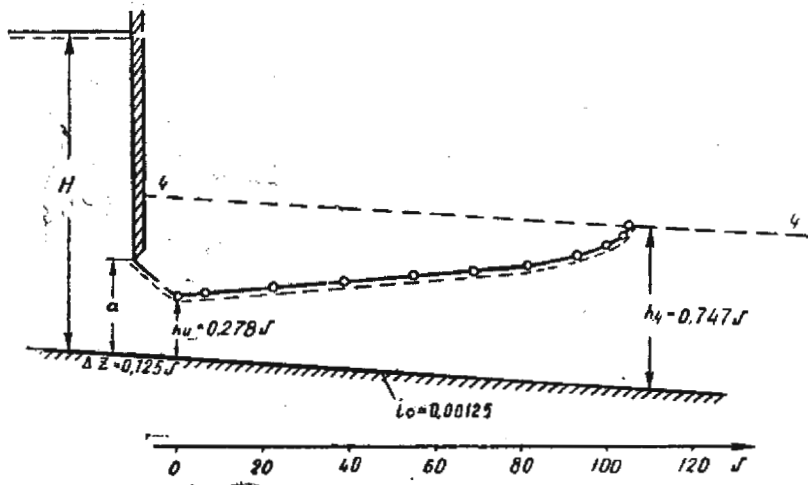
Պատ.՝ $l_1=1530$ մ:



Նկ. 14—4 խորրի:

ՆՆԻՐ 14—5: Ջուրը արտահոսելով հարթ փականի տակից մտնում է ուղղանկյուն կտրվածքի $b=5,0$ մ լայնությամբ և $l_0=0,00125$ թեքությամբ բետոնե ջրանցք: Փականից առաջ ջրի խորությունն է $H=3,0$ մ, իսկ փականի բացվածքը՝ $\alpha=0,45$ մ:

Որոշել արտահոսվող ելքը և կառուցել ազատ մակերևույթի կորը ջրանցքում:



Նկ. 14—5 խնդրի:

Լուծում: Վահանի տակից արտահոսող ելքը որոշվում է

$$Q = \varphi b \varepsilon a \sqrt{2g(H - \varepsilon a)}$$

բանաձևով,

որտեղ ε -ը որոշվում է հավելվածի №11 աղյուսակի, ըստ $\frac{\alpha}{H} = \frac{0,45}{3,0} = 0,15$

հարաբերության՝ $\varepsilon=0,618$, իսկ $\varphi=0,95$: Տեղադրելով թվային արժեքները, կստանանք՝

$$Q = 0,95 \cdot 5,0 \cdot 0,618 \cdot 0,45 \sqrt{2 \cdot 9,81(3 - 0,618 \cdot 0,45)} = 9,66 \text{ մ}^3/\text{վրկ}:$$

Սեղմված խորությունը կլինի $h_0 = \varepsilon a = 0,618 \cdot 0,45 = 0,278$ մ: Այս խորությունը կլինի ազատ մակերևույթի սկզբնական կտրվածքի խորությունը՝ $h_1 = h_0$:

Ազատ մակերևույթի կորի տեսքը պարզելու համար որոշենք կրիտիկական խորությունն ու թեքությունը՝

$$h_k = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g b^2}} = \sqrt[3]{\frac{1,1 \cdot 9,66^2}{9,81 \cdot 5^2}} = 0,747 \text{ մ}:$$

$$\omega_k = 5 \cdot 0,747 = 3,73 \text{ մ}, \chi_k = 5 + 2 \cdot 0,747 = 6,49 \text{ մ},$$

$$R_k = \frac{3,73}{6,49} = 0,575 \text{ մ}, C_k = 65,4 \quad (n=0,014):$$

Վրիտիկական թեքությունը կլինի՝

$$i_k = \frac{g \chi_k}{\alpha C_k^2 B_k} = \frac{9,81 \cdot 6,49}{1,1 \cdot 65,4^2 \cdot 5} = 0,0027:$$

Քանի որ երկրաչափական թեքությունը ավելի փոքր է, քան կրիտիկականը, ապա կստացվի Q_1 տիպի կոր, այսինքն՝ ազատ մակերևույթի կորը դիմհարի կոր է և սեղմված խորությունից սկսվելով այն հասնում է մինչև կրիտիկական խորության:

Այսպիսով ազատ մակերևույթի կորի օրդինատները կփոխվեն h_0 -ի և h_k -ի միջև՝ $0,278 \text{ մ} \leq h \leq 0,747 \text{ մ}$:

Նորմալ թողունակությունը կլինի՝

$$K_0 = \frac{Q}{\sqrt{i_0}} = \frac{9,66}{\sqrt{0,00125}} = 273 \text{ մ}^3/\text{վրկ}:$$

Ազատ մակերևույթի կորը կառուցելու համար h -ին տանք զանազան արժեքներ այս սահմաններում և հաշվենք նրանց համապատասխան հեռավորությունները սեղմված կտրվածքից:

Հաշվարկը գրանցենք աղյուսակում:

Թերևս ավելորդ չէ այստեղ տալ ազատ մակերևույթի կորի առաջին կետի հաշվման բացատրությունը:

$h_1 = 0,278$ մ համապատասխանում է սեղմված խտությունը, որը կլինի կորի սկզբի կետը, հետևաբար կունենանք՝

$$\omega_1 = b h_1 = 5 \cdot 0,278 = 1,39 \text{ մ},$$

$$\chi_1 = b + 2 h_1 = 5 + 2 \cdot 0,278 = 5,56 \text{ մ},$$

$$R_1 = \frac{\omega_1}{\chi_1} = \frac{1,39}{5,56} = 0,25 \text{ մ}:$$

$$C_1 = 57,31 \text{ ըստ աղյուսակ 15-ի, երբ } R = 0,25 \text{ և } n = 0,014,$$

$$K = \omega_1 C \sqrt{R_1} = 1,39 \cdot 57,31 \cdot \sqrt{0,25} = 39,8 \text{ մ}^3/\text{վրկ}:$$

$$x_1 = \frac{K_1}{K_0} = \frac{39,8}{273} = 0,146 \quad \Pi(x_1) = 0,145 \text{ ըստ աղ. 19-ի}$$

Որոշենք $h_2 = 3,0$ մ խորության համապատասխան l հեռավորությունը սեղմված կտրվածքից:

h մ	ω մ ²	χ մ	R մ	C	K մ ³ /վրկ	$\kappa = \frac{K}{K_0}$	$\Pi(\kappa)$	a	$C_{\text{բլ}}$	$\chi_{\text{բլ}}$	$j_{\text{բլ}}$	l մ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0,278	1,39	5,56	0,250	57,31	39,8	0,146	0,145	—	—	—	—	6,26
0,30	1,50	5,60	0,268	57,97	45,0	0,165	0,166	0,86	57,64	5,58	0,414	22,5
0,35	1,75	5,70	0,307	59,13	57,4	0,210	0,213	0,89	58,22	5,63	0,424	38,2
0,4	2,00	5,80	0,345	60,21	70,8	0,259	0,265	0,925	58,76	5,68	0,426	55,0
0,45	2,25	5,90	0,381	61,25	85,1	0,312	0,322	0,965	59,28	5,73	0,429	68,3
0,50	2,50	6,00	0,417	62,11	99,8	0,365	0,383	0,987	59,71	5,78	0,432	81,6
0,55	2,75	6,10	0,450	62,86	115,5	0,423	0,452	1,02	60,09	5,83	0,434	93,2
0,60	3,00	6,20	0,484	63,16	132,0	0,483	0,527	1,04	60,24	5,88	0,434	100,0
0,65	3,25	6,30	0,516	63,82	149,0	0,547	0,615	1,08	60,56	5,93	0,434	104,5
0,70	3,50	6,40	0,547	64,83	168,0	0,616	0,719	1,11	61,07	5,98	0,436	105,8
0,747	0,374	6,49	0,577	65,43	186,0	0,682	0,833	1,14	61,37	6,03	0,438	

Մինչև 8-րդ նյունակը լրացվում է նույն ձևով, ապա որոշվում՝

$$a = \frac{\kappa_2 - \kappa_1}{h_2 - h_1} = \frac{0,165 - 0,146}{0,3 - 0,278} = 0,8,$$

$$C_{\text{բլ}} = \frac{57,97 + 57,31}{2} = 57,64,$$

$$\chi_{\text{բլ}} = \frac{\chi_1 + \chi_2}{2} = \frac{5,6 + 5,56}{2} = 5,58 \text{ մ},$$

$$j_{\text{բլ}} = \frac{a i_0 C_{\text{բլ}}^2 b}{g \chi_{\text{բլ}}} = \frac{1,1 \cdot 57,64^2 \cdot 0,00125 \cdot 5}{9,81 \cdot 5,58} = 0,414,$$

$$l = \frac{1}{i_0 a} \left\{ (\chi_2 - \chi_1) - (1 - j_{\text{բլ}}) \left[\Pi(\kappa_2) - \Pi(\kappa_1) \right] \right\},$$

$$l = \frac{1}{0,00125 \cdot 0,86} \left[(0,165 - 0,146) - (1 - 0,414) (0,166 - 0,145) \right] = 6,265 \text{ մ}:$$

Նույն ձևով որոշելով մնացած h_2 խորություններին համապատասխանող հեռավորությունները ստանում ենք ազատ մակերևույթի կորի մի շարք կետեր:

Ազատ մակերևույթի կորը կառուցելիս հարմար է բնարել տարբեր հորիզոնական և ուղղաձիգ մասշտաբներ:

Պետք է ուշադիր լինել հունի հատակը կառուցելիս, դրա համար որևէ լին համապատասխան որոշվում է $\Delta z = i_0 l$ անկումը և տեղադրվում ուղղաձիգ մասշտաբով սովորական հեռավորության վրա: Օրինակ՝ $l = 100$ մ համար $\Delta z = 0,00125 \cdot 100 = 0,125$ մ:

Խնդիր 14—6. Կառուցել ազատ մակերևույթի կորը ուղղանկյուն կտրվածքի բետոնե երեսապատումով հորիզոնական ջրանցքում ($i_0 = 0$), որը վերջանում է անկումով և ունի հետևյալ սովաններ՝ $b = 5,0$ մ, $m = 1,6$, $Q = 80$ մ³/վրկ, $n = 0,014$:



Նկ. 14—6 և 14—7 խնդիրների:

Լուծում: Ջրանցքի վերջում կրտացվի կրիտիկական խորություն, որը կլինի՝

$$h_k = \sqrt[3]{\frac{\alpha Q^2}{g b^2}} = \sqrt[3]{\frac{1,1 \left(\frac{80}{5}\right)^2}{9,81}} = 3,065:$$

Ազատ մակերևույթը կլինի F_0 տիպի կոր և ջրի խորությունը կփոխվի $h_k \leq h_1 \leq \infty$ սահմաններում: Ազատ մակերևույթի կորը կառուցենք մինչև $h_1 = 10$ մ: Որոշենք $h_1 = 4, 5, 6, 7, 8, 9$ և 10 մ խորություններին համապատասխանող հեռավորությունները:

Կրիտիկական թեքությունը կլինի՝

$$i_4 = \frac{g}{\alpha C^2_4} \cdot \frac{\chi_4}{B_4} = \frac{9.81}{1.1 \cdot 74.67^2} \cdot \frac{11.12}{5} = 0.00359.$$

որտեղ $\omega_4 = 5 \cdot 3.06 = 15.3 \text{ մ}^2$, $\chi_4 = 5 + 2 \cdot 3.06 = 11.12 \text{ մ}$,

$$R_4 = \frac{15.3}{11.12} = 1.376 \text{ մ}, C_4 = 74.67.$$

$$K_4 = 15.3 \cdot 74.67 \sqrt{1.376} = 1340 \text{ մ}^3/\text{վրկ}.$$

$$x_2 = \frac{K_2}{K_4} = 1 \quad \Pi(x_{42}) = 0.333:$$

$h_1 = 4.0 \text{ մ}$ արժեքի համար կունենանք՝

$$\omega_1 = 4 \cdot 5 = 20 \text{ մ}^2, \chi_1 = 5 + 2 \cdot 4 = 13 \text{ մ},$$

$$R_1 = \frac{20}{13} = 1.54 \text{ մ}, C_1 = 75.86$$

$$K_1 = 20 \cdot 75.86 \sqrt{1.54} = 1810 \text{ մ}^3/\text{վրկ}.$$

$$x_1 = \frac{K_1}{K_4} = \frac{1810}{1340} = 1.35 \quad \Pi(x_{41}) = 0.82,$$

$$a_4 = \frac{x_{42} - x_{41}}{h_2 - h_1} = \frac{1.00 - 1.35}{3.06 - 4.0} = 0.373,$$

$$C_s = \frac{C_1 + C_2}{2} = \frac{75.86 + 74.67}{2} = 75.26,$$

$$\chi_s = \frac{\chi_1 + \chi_2}{2} = \frac{11.12 + 13.0}{2} = 12.06,$$

$$j_{4s} = \frac{\alpha i_4 C^2_s B_s}{g \chi_s} = \frac{1.1 \cdot 0.00359 \cdot 75.26^2}{9.81 \cdot 12.06} \cdot \frac{5}{12.06} = 0.948:$$

$h_2 = 3.06$ և $h_1 = 4.0 \text{ մ}$ խորություններ ունեցող կտրվածքները իրարի հետացված կլինեն՝

$$l = \frac{1}{0.00359 \cdot 0.373} [0.948(1.00 - 1.35) - (0.333 - 0.82)] = 115.8 \text{ մ}$$

Հափով: Մնացած կետերի հաշվարկը բերված է աղյուսակում:

h մ	ω մ ²	χ մ	R մ	C	K մ ³ /վրկ	z	Π(z)	a	C _s մ	χ _s մ	j _{4s}	I մ
3.06	15.3	11.12	1.376	74.67	1340	1.0	0.333	0.373	75.26	12.06	0.948	115.8
4.0	20.0	13.00	1.54	75.86	1810	1.350	0.820	0.417	75.51	13.06	0.881	619
5.0	25.0	15.0	1.61	76.35	2423	1.81	1.976	0.446	76.05	14.06	0.827	1685
6.0	30.0	17.0	1.765	77.42	3100	2.31	4.11	0.447	76.24	15.06	0.780	3320
7.0	35.0	19.0	1.84	77.80	3750	2.76	7.042	0.450	76.40	16.06	0.734	5640
8.0	40.0	21.0	1.90	78.14	4320	3.22	11.1	0.453	76.55	17.06	0.695	8960
9.0	45.0	23.0	1.95	78.43	4940	3.69	16.7	0.456	76.70	18.06	0.620	138000
10.0	50.0	25.0	2.00	78.72	5580	4.16	24.0					

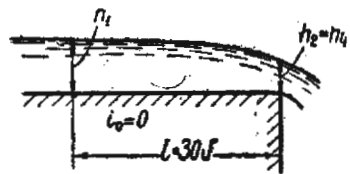
Հատ Ի-ի և Լ-ի արժեքների (ընտրելով տարբեր ուղղաձիգ և հորիզոնական մասշտաբներ) կառուցում ենք աղյուսակում թվերը վերջից դեպի հետ:

ԽՆԴԻՐ 14—7: Օգտվելով Բախմանի մեթոդից, կառուցել ազատ մակերևույթի կորը բետոնե երեսապատում ունեցող սեղանաձև ջրանցքում, որի շեպերի թեքության գործակիցն է $m=2,0$, լայնությունը՝ $b=15$ մ, ելքը՝ $Q=35,0$ մ³/վրկ, հունի թեքությունը՝ $i_0=0,0002$: Ջրանցքը վերջանում է անկումով:

ԽՆԴԻՐ 14—8: Աղյուսի լավ շարվածքով, ուղղանկյուն հորիզոնական հունի միջով անցնում է $Q=15$ մ³/վրկ ելքը, որը ունի $b=20$ մ լայնություն և վերջանում է անկումով:

Որոշել անկումից $l=32,0$ մ հեռավորության վրա ջրի խորությունը:

Պատ.՝ $h_1 \approx 0,5$ մ:



Նկ. 14—8 և 14—9 խնդիրների:

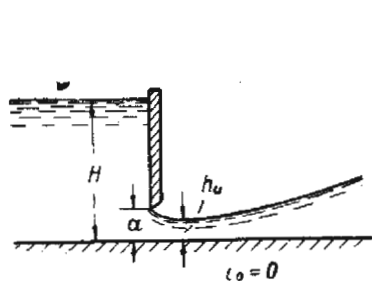
ԽՆԴԻՐ 14—9: Կոպիտ բետոնապատված սեղանաձև հորիզոնական ջրանցքը ունի $b=3,0$ մ լայնություն և $m=1,5$ շեպերի թեքության գործակից, $Q=40,0$ մ³/վրկ ելք: Ջրանցքը վերջանում է անկումով:

Կառուցել ազատ մակերևույթի կորը:

ԽՆԴԻՐ 14—10: Հարթ վահանի տա-

կից ջուրը արտահոսում է դեպի ուղղանկյուն կտրվածքի բետոնե պատերով հորիզոնական ջրանցքը, որի լայնությունն է $b=10$ մ: Վահանի բարձրացման չափն է $a=0,6$ մ, ջրի խորությունը՝ $H=6,0$ մ:

Որոշել ազատ մակերևույթի կորի տիպը և կառուցել կորը:



Նկ. 14—10 խնդրի:

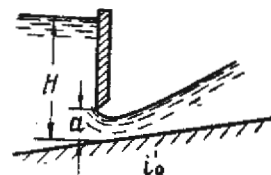
ԽՆԴԻՐ 14—11: Ուղղանկյուն կտրվածքի բետոնե պատերով արագահոսը ունի $b=6,0$ մ լայնություն, $l=500$ մ երկարություն, $i_0=0,15$ հունի թեքություն և $Q=70$ մ³/վրկ թողարկվող ելք:

Կառուցել ազատ մակերևույթի կորը մինչև ջրի խորությունը գործնականորեն դառնա նորմալ խորություն ($h_2 \leq 1,05 h_0$):

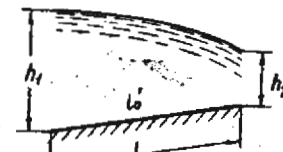
ԽՆԴԻՐ 14—12: Հարթ վահանի տակից ջուրը արտահոսելով դուրս է գալիս հակառակ թեքության ուղղանկյուն բետոնապատ հատված:

Կառուցել ազատ մակերևույթի կորը հետևյալ տվյալների դեպքում. $H=5,0$ մ, $a=0,4$ մ, $b=4,0$ մ, $i'_0=0,006$:

ԽՆԴԻՐ 14—13: Սեղանաձև կտրվածք ունեցող ջրանցքի անցումա-



Նկ. 14—12 խնդրի:



Նկ. 14—13 խնդրի:

լին մասում կա հակառակ թեքության հատված: Ջրի խորությունը հատվածի սկզբում կազմում է $h_1=3,8$ մ:

Որոշել ջրի խորությունը անցումալինի մասի վերջում հետևյալ տվյալների դեպքում. $Q=23,8$ մ³/վրկ, $b=7,0$ մ, $i'_0=0,02$, $m=1,0$, $l=100$ մ: Ջրանցքի պատերը կոպիտ բետոնապատված են:

Պատ.՝ $h_2 \approx 1,6$ մ:

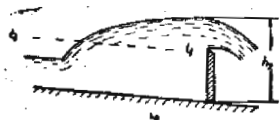
ԽՆԴԻՐ 14—14: Սեղանաձև կտրվածքի բետոնապատ հեռացող ջրանցքը կազմված է երկու հատվածներից, որոնք տարբերվում են իրենց թեքություններով՝ $i_{01}=0,00003$, $i_{02}=0,08$:

Կառուցել ազատ մակերևույթի կորը երկու հատվածներում, նրանց սահմանագծից մինչև $l=500$ մ հեռավորության վրա: Տրված են $Q=35,0$ մ³/վրկ, $b=2,5$ մ, $m_1=m_2=1,0$:

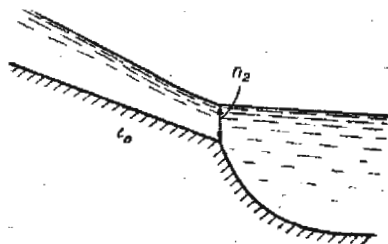
ԽՆԴԻՐ 14—15: Նախորդ խնդրի տվյալներով կառուցել ազատ մակերևույթի կորերը, եթե երկրորդ հատվածի թեքությունը կրիտիկական է՝ $i_{02}=i_k$:

ԽՆԴԻՐ 14—16: Ուղղանկյուն կտրվածք ունեցող կոպիտ բետոնապատված ջրանցքը վերջանում է ջրաթափով, որտեղ ջրի խորությունն է՝ $h_2=4,0$ մ:

Ինչպիսի՞ հեռավորության վրա կստեղծվի կրիտիկական խորություն, եթե տրված են $Q=40,0$ մ³/վրկ, $b=3,0$ մ, $i_0=0,08$:



Նկ. 14—16 խնդրի:



Նկ. 14—17 խնդրի:

ԽՆԴԻՐ 14—17. Սեղանաձև կտրվածքի բետոնապատ հեռացնող ջրանցքը վերջանում է ջրավազանով, որտեղ ջրի խորությունն է $h_2=2,0$ մ:

Կառուցել ազատ մակերևույթի կորը ջրավազանից մինչև $l=1000$ մ հեռավորության վրա հետևյալ տվյալների դեպքում. $Q=70,0$ մ³/վրկ, $b=10,0$ մ, $i_0=0,0001$, $m=1,0$:

ԳԼՈՒԽ ՏԱՍՆ ՀԻՆ ԳԵՐՈՐԴ

ՀԻԳՐԱՎԼԻԿԱԿԱՆ ԹՈՒԶԲ: ՋՐԾԵԾ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔՆԵՐԻ ՀԱՇՎԱՐԿԸ

ԽՆԴԻՐ 15—1, Կառուցել էներգիայի և թուիչքի ֆունկցիաների գրաֆիկները սեղանաձև կտրվածքի հունում. $Q=50$ մ³/վրկ, $b=6,0$ մ, $m=0,8$ տվյալների համար:

ԼՈՒԾՈՒՄ. էներգիայի և թուիչքի ֆունկցիաները արտահայտվում են՝

$$\Theta = h + \frac{\alpha Q^2}{2g\omega^2},$$

$$\Pi(h) = \frac{\alpha Q^2}{g\omega} + y_c \omega$$

րանաձևերով, որտեղ

$$\omega = (b + mh)h,$$

$$y_c = \frac{2b + B}{b + B} \cdot \frac{h}{3} = \frac{3b + 2mh}{2b + 2mh} \cdot \frac{h}{3},$$

$$B = b + 2mh,$$

Ինչպես հայտնի է Θ և $\Pi(h)$ ֆունկցիաները ունեն միևրում, որը ստացվում է կրիտիկական խորության դեպքում:

Կրիտիկական խորությունը սեղանաձև հունների համար որոշվում է՝

$$\frac{\alpha Q^2}{g} = \frac{\omega^3}{B}$$

հայտնի հավասարումից:

Այս հավասարումը լուծվում է փնտրման մեթոդով:

$$\frac{\alpha Q^2}{g} = \frac{1,1 \cdot 50^2}{9,81} = 280 \text{ մ}^5$$

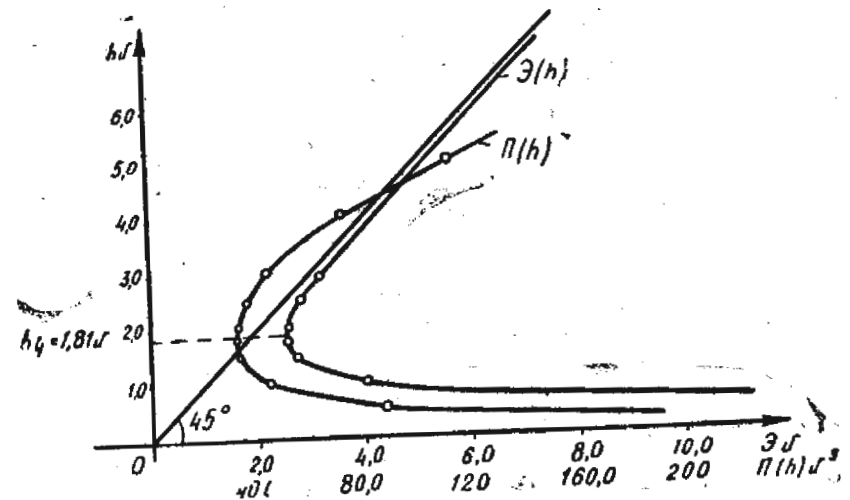
Խորութիւնը տալով զանազան արժեքներ, որոշենք ω^3/B ֆունկցիայի համապատասխան մեծութիւնները մինչև այն համասարվի $\alpha Q^2/g$ հաստատուն մեծութիւնը: Հաշվման արդիւնքները գրանցենք աղյուսակում:

h մ	B մ	ω մ ²	ω^3/B մ ⁵
0	7,6	6,8	39,5
2	9,2	15,2	380,0
1,8	8,88	13,4	271
1,81	8,896	13,5	280

Այսպիսով կրիտիկական խորութիւնը ստացվում է՝ $h_k = 1,81$ մ: Էներգիայի կորի և թռիչքի ֆունկցիայի կորի կոորդինատները հաշվենք աղյուսակում:

h մ	ω մ ²	ω^2 մ ⁴	$\frac{\alpha Q^2}{2g\omega^2}$ մ	Θ մ	$\frac{\alpha Q^2}{g\omega}$ մ ²	y_c մ	$y_c \omega$ մ ³	$\Pi(h)$ մ ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	∞	∞	∞	0	0	∞
0,5	3,2	10,24	13,62	14,12	8,750	0,244	0,780	88,28
1,0	6,8	46,5	3,01	4,01	41,20	0,478	3,26	44,46
1,5	10,8	117	1,20	2,70	25,95	0,708	7,64	33,59
$h_k = 1,81$	13,5	183	0,77	2,58	20,70	0,845	11,40	32,10
2,0	15,2	231	6,605	2,61	18,45	0,928	14,20	32,65
2,5	20,0	400	0,350	2,85	14,00	1,145	22,90	36,90
3,0	25,2	635	0,220	3,22	11,12	1,355	34,2	45,32
4,0	36,8	1360	0,103	4,13	7,55	1,770	65,2	72,75
5,0	50,0	2500	0,060	5,06	5,60	2,160	108,0	113,60
∞	∞	∞	0	∞	0	∞	∞	∞

Ըստ 1,5 և 9-րդ սլունակների տվյալների կառուցում ենք էներգիայի և թռիչքի ֆունկցիաների կորերը:



Նկ. 15-1 խնդրի:

Նշենք, որ ուղղանկյուն հունների դեպքում կրիտիկական խորութիւնը որոշվում է՝

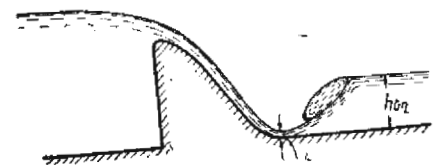
$$h_k = \sqrt[3]{\frac{\alpha Q^2}{\rho b^2}}$$

բանաձևով, իսկ մնացած հաշվարկի էությունը մնում է նույնը:

Խնդիր 15-2: Ստուգել հիդրավիկական թռիչքի բնույթը ջրաթափալին պատվարի ներքին բլեֆում, եթե թողարկվող ելքն է $Q = 20$ մ³/վրկ, սեղմված խորութիւնը՝ $h_u = 0,4$ մ, եղլալ խորութիւնը՝ $h_{u1} = 1,5$ մ, իսկ կտրվածքն ուղղանկյուն է և ունի $b = 6,0$ մ լայնութիւն:

Պատ.՝ $h_u^* = 2,31$ մ, հեռացված թռիչք:

Խնդիր 15-3: Ուղղանկյուն կտրվածքի գործնական պրոֆիլով ջրաթափալին պատվարն ունի $p = 12$ մ բարձրութիւն, $b = 10$ մ հակառիկ լայնութիւն և թողարկում է $Q = 120$ մ³/վրկ ելք, եղլալ խորութիւնը՝ ներքին բլեֆում՝ $h_{u1} = 6$ մ:

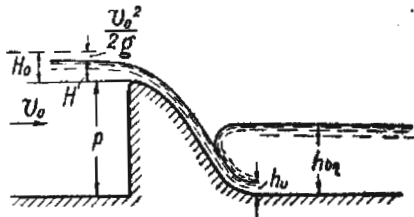


Նկ. 15-2 խնդրի:

Որոշել թռիչքի բնույթը ներքին բլեֆում, ընդունելով, որ $m = 0,49$ և $\varphi = 0,9$:

Պատ.՝ $h_u^* = 5,71$ մ, խեղդված թռիչք:

ԽՆԴԻՐ 15—4: Ուղղանկյուն կտրվածքի գործնական պրոֆիլով շրաթափալին պատվարի վերին բլեֆում ջրի մաքսիմում մակարդակը չպետք է անցնի $p + H = 15$ մետրից: Ներքին բլեֆում ջրի մակարդակը կտրված է հիֆից և կազմում է $h_{\text{հ}_1} = 3,0$ մ:



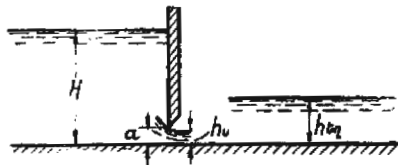
Նկ. 15—3 և 15—4 խնդիրների:

Պատ.՝ $Q = 65,6 \text{ մ}^3/\text{վրկ}$, $p = 13,67$ մ:

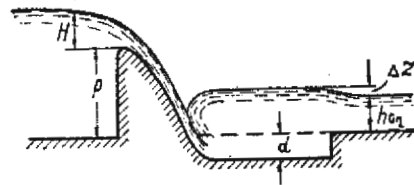
ԽՆԴԻՐ 15—5: Հարթ վահանի տակից արտահոսում է $Q = 100 \text{ մ}^3/\text{վրկ}$ հիֆ, վահանի բացվածքն է $a = 1,5$ մ, լայնությունը՝ $b = 10$ մ, եղյալ խորությունը ներքին բլեֆում՝ $h_{\text{հ}_1} = 3,0$ մ:

Որոշել հորիզոնների լծորդման ձևը ներքին բլեֆում:

Պատ.՝ $h_{\text{հ}_1} = 4,16$ մ, հեռացված թռիչք:



Նկ. 15—5, 15—6 և 15—7 խնդիրների:



Նկ. 15—8 խնդրի:

ԽՆԴԻՐ 15—6: Որոշել հարթ վահանի բացվածքը $Q = 150 \text{ մ}^3/\text{վրկ}$ եփի դեպքում, եթե $b = 7,0$ մ և վերին բլեֆում ջրի մակարդակը չպետք է անցնի $H = 12$ մետրից:

Ստուգել նաև հորիզոնների լծորդման ձևը ներքին բլեֆում, եթե $h_{\text{հ}_1} = 4,0$ մ:

Պատ.՝ $a = 2,57$ մ, $h_{\text{հ}_1} = 6,97$ մ, հեռացված թռիչք:

ԽՆԴԻՐ 15—7: Հարթ վահանի վերին բլեֆում ջրի մաքսիմում մակարդակն է $H = 10$ մ, իսկ ներքին բլեֆում եղյալ խորությունը հաստատուն է՝ $h_{\text{հ}_1} = 4,5$ մ: Տրված է նաև լայնությունը՝ $b = 8,0$ մ:

Որոշել այն մաքսիմում ելքը և նրան համապատասխան վահանի բացվածքը, որի դեպքում թռիչք չի ստացվի:

Պատ.՝ $Q = 72,0 \text{ մ}^3/\text{վրկ}$, $a = 1,13$ մ:

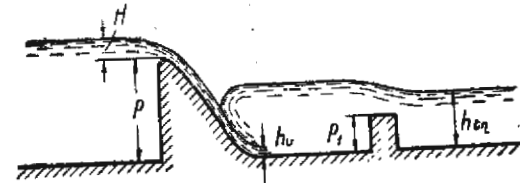
ԽՆԴԻՐ 15—8: Որոշել ջրծեծ հորի խորությունը գործնական պրոֆիլով շրաթափալին պատվարի ներքին բլեֆում, հետևյալ տվյալների դեպքում՝ $q = 10 \text{ մ}^3/\text{վրկ.մ}$, $m = 0,48$, $p = 5,0$ մ, $h_{\text{հ}_1} = 2,5$ մ, $\varphi = 0,9$:

Պատ.՝ $d \geq 1,18$ մ:

ԽՆԴԻՐ 15—9: Որոշել ջրծեծ պատի բարձրությունը, որն անհրաժեշտ է կառուցել գործնական պրոֆիլով շրաթափալին պատվարի ներքին բլեֆում, հետևյալ տվյալների դեպքում $q = 6,0 \text{ մ}^3/\text{վրկ.մ}$, $p = 5,0$ մ, $h_{\text{հ}_1} = 2,5$ մ, $m = 0,49$, $\varphi = 0,9$, պատի համար՝ $\varphi_a = 0,95$, $m_a = 0,42$:

Ստուգել նաև թռիչքի բնույթը պատից հետո:

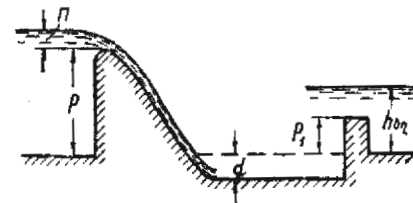
Պատ.՝ $p \geq 1,28$ մ, խեղդված թռիչք:



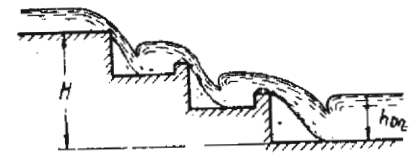
Նկ. 15—9 խնդրի:

ԽՆԴԻՐ 15—10: Ջրծեծ պատից հետո հեռացված թռիչքից խուսափելու համար արվում է կոմբինացված ջրծեծ հոր, պատով:

Որոշել ջրծեծ պատի բարձրությունը և հորի խորությունը հետևյալ տվյալների դեպքում՝ $q = 15 \text{ մ}^3/\text{վրկ.մ}$, $p = 8,0$ մ, $m = 0,49$, $\varphi = 0,9$, $m_a = 0,42$, $\varphi_a = 0,9$, $h_{\text{հ}_1} = 3,55$ մ:



Նկ. 15—10 խնդրի:



Նկ. 15—11 խնդրի:

Պատ.՝ $p_1 < 1,0,4$ մ, $d \geq 1,18$ մ (երբ ընդունում ենք $p_1 = 1,0$ մ):

ԽՆԴԻՐ 15—11: Հաշվել ուղղանկյուն կտրվածքի եռաստիճան անկումը հետևյալ տվյալների դեպքում՝ $Q = 60 \text{ մ}^3/\text{վրկ}$, $b = 10$ մ, $h_{\text{հ}_1} = 2,5$ մ, $H = 12,0$ մ:

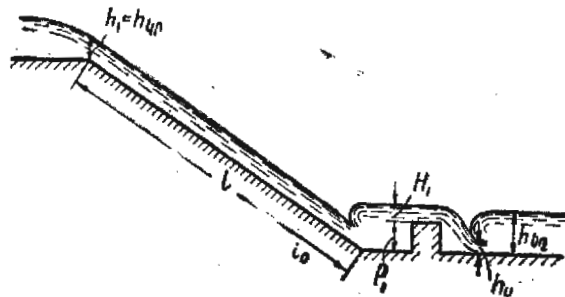
Խնդիր 15—12: Հաշվել ուղղանկյուն կտրվածքի արագահոսը հետևյալ տվյալների դեպքում: $Q=60$ մ³/վրկ, $b=5,0$ մ, $n=0,014$, $l=200$ մ, $i_0=0,02$, $h_{b_0}=3,5$ մ:

Հուշում: Քանի որ երկրորդ հատվածի թեքությունը շատ մեծ է, ապա առաջին հատվածի վերջում կառաջանա կրիտիկական խորություն, որը կորոշվի հետևյալ բանաձևով՝

$$h_k = \sqrt[3]{\frac{a q^2}{g}} = \sqrt[3]{\frac{1,1 \cdot 12^2}{9,81}} = 2,52 \text{ մ,}$$

որտեղ $q = \frac{Q}{b} = \frac{60}{5} = 12,0$ մ³/վրկ, մ:

Որոշենք նորմալ խորությունը: Քանի որ i_0 -ն փոքր է 0,1-ից, ապա անհրաժեշտի աղբյուրությունը հաշվի չենք առնում:



Նկ. 15—12 խնդրի:

$$K_0 = \frac{Q}{\sqrt{i_0}} = \frac{60}{\sqrt{0,02}} = 424 \text{ մ}^3/\text{վրկ}:$$

h_0 -ի որոշումը արված է աղյուսակում:

h մ	ω մ ²	χ մ	R մ	C	K $\frac{\text{մ}^3}{\text{վրկ}}$
1,0	5,0	7,0	0,715	67,67	286
1,3	6,5	7,6	0,855	69,63	420

որտեղից $h_0=1,3$ մ:

Արագահոսի վերջում խորությունը որոշում ենք ելնելով աղատ մա կերևույթի կառուցման Պավլովսկու մեթոդից.

$$a i_0 l = x_2 - x_1 - (1 - j_s) [\Pi(x_2) - \Pi(x_1)],$$

որը h_2 -ի նկատմամբ լուծվում է h_2 -ին տալով զանազան արժեքներ (h_2 -ից h_0 -ի սահմաններում), մինչև որ ստացվի արված l -ը:

Առաջին խորությունը կլինի $h_1=h_k=2,52$ մ, որի համապատասխան հիդրավլիկական տարրերը կլինեն՝

$$\omega_1 = 5 \cdot 2,52 = 12,6 \text{ մ}^2, \chi_1 = 5 + 2 \cdot 2,52 = 10,04 \text{ մ,}$$

$$R_1 = \frac{12,6}{10,04} = 1,25 \text{ մ,}$$

$$C_1 = 73,68, K_1 = 12,6 \cdot 73,68 \sqrt{1,25} = 1040 \text{ մ}^3/\text{վրկ,}$$

$$x_1 = \frac{K_1}{K_0} = \frac{1040}{424} = 2,45, \Pi(x_1) = 0,434:$$

Ընդունենք՝ $h_2 = 2,0$ մ:

$$\omega_2 = 5 \cdot 2 = 10 \text{ մ}^2, \chi_2 = 5 + 2 \cdot 2 = 9 \text{ մ,}$$

$$R_2 = \frac{10}{9} = 1,11 \text{ մ, } C_2 = 72,45,$$

$$K_2 = 10 \cdot 72,45 \sqrt{1,11} = 762 \text{ մ}^3/\text{վրկ,}$$

$$x_2 = \frac{762}{424} = 1,80, \Pi(x_2) = 0,626,$$

$$a = \frac{x_2 - x_1}{h_2 - h_1} = \frac{1,8 - 2,45}{2,0 - 2,52} = 1,25,$$

$$C_s = \frac{C_1 + C_2}{2} = \frac{73,68 + 72,45}{2} = 73,06 \text{ մ,}$$

$$\chi_s = \frac{\chi_1 + \chi_2}{2} = \frac{10,04 + 9}{2} = 9,52 \text{ մ,}$$

$$j_s = \frac{a i_0 C_s^2}{g} \cdot \frac{B_s}{\chi_s} = \frac{1,1 \cdot 0,02 \cdot 73,06^2}{9,81} \cdot \frac{5}{9,52} = 6,25:$$

Տեղադրելով թվալին արժեքները l -ի համար կստանանք՝

$$l = \frac{1}{1,25 \cdot 0,02} [1,8 - 2,45 - (1 - 6,25) (0,626 - 0,434)] = 14,4 \text{ մ:}$$

Ընդունենք $h_2 = 1,6$ մ:

$$\omega_2 = 5 \cdot 1,6 = 8,0 \text{ մ}^2, \chi_2 = 5 + 2 \cdot 1,6 = 8,2 \text{ մ, } R_2 = \frac{8,0}{8,2} = 0,975 \text{ մ,}$$

$$C_2 = 71,15, K_2 = 8,0 \cdot 71,15 \sqrt{0,975} = 564 \text{ մ}^3/\text{վրկ,}$$

$$x_2 = \frac{564}{424} = 1,33, \Pi(x_2) = 0,977,$$

$$a = \frac{1,33 - 2,45}{1,6 - 2,52} = 1,22,$$

$$C_s = \frac{73,68 + 71,15}{2} = 72,42,$$

$$\chi_s = \frac{10,04 + 8,2}{2} = 9,12 \text{ մ},$$

$$j_s = \frac{1,1 \cdot 0,02 \cdot 72,42^2}{9,81} \cdot \frac{5}{9,12} = 6,42:$$

Տեղադրելով թվաին արժեքները l -ի արտահայտության մեջ կուսենանք՝

$$l = \frac{1}{1,22 \cdot 0,02} \left[1,33 - 2,45 - (1 - 6,42) (0,977 - 0,434) \right] = 75,1 \text{ մ}:$$

Ընդունենք $h_2 = 1,5 \text{ մ}$:

$$\omega_2 = 5 \cdot 1,5 = 7,5 \text{ մ}^2, \chi_2 = 5 + 2 \cdot 1,5 = 8,0 \text{ մ}, R_2 = \frac{7,5}{8} = 0,937 \text{ մ},$$

$$C_2 = 70,38, K_2 = 7,5 \cdot 70,38 \sqrt{0,937} = 511,$$

$$x_2 = \frac{511}{424} = 1,21, \Pi(x_2) = 1,177,$$

$$a_2 = \frac{1,21 - 2,45}{1,5 - 2,52} = 1,21,$$

$$C_s = \frac{73,68 + 70,38}{2} = 72,03,$$

$$\chi_s = \frac{10,04 + 8}{2} = 9,02,$$

$$j_s = \frac{1,1 \cdot 0,02 \cdot 72,03^2}{9,81} \cdot \frac{0}{9,02} = 6,47:$$

Հետևաբար՝

$$l = \frac{1}{1,21 \cdot 0,02} \left[1,21 - 2,45 - (1 - 6,47) (1,177 - 0,434) \right] = 116,5 \text{ մ}:$$

Ընդունենք $h_2 = 1,4 \text{ մ}$:

$$\omega_2 = 5 \cdot 1,4 = 7 \text{ մ}^2, \chi_2 = 5 + 2 \cdot 1,4 = 7,8 \text{ մ},$$

$$R_2 = \frac{7}{7,8} = 0,897 \text{ մ}, C_2 = 70,21, K_2 = 7,0 \cdot 70,21 \sqrt{0,897} = 466 \text{ մ}^3/\text{վրկ},$$

$$x_2 = \frac{466}{424} = 1,10, \Pi(x_2) = 1,522,$$

$$C_s = \frac{73,68 + 70,21}{2} = 71,95,$$

$$\chi_s = \frac{10,04 + 7,8}{2} = 8,92 \text{ մ}, a = \frac{1,10 - 2,45}{1,40 - 2,52} = 1,20,$$

$$j_s = \frac{1,1 \cdot 0,02 \cdot 71,95^2}{9,81} \cdot \frac{5}{8,92} = 6,50:$$

Հետևաբար՝

$$l = \frac{1}{1,20 \cdot 0,02} \left[1,10 - 2,45 - (1 - 6,50) (1,522 - 0,434) \right] = 194 \text{ մ}:$$

Ընդունենք $h_2 = 1,39 \text{ մ}$:

$$\omega_2 = 5 \cdot 1,39 = 6,95 \text{ մ}^2, \chi_2 = 5 + 2 \cdot 1,39 = 7,78 \text{ մ}, R_2 = \frac{6,95}{7,78} = 0,892 \text{ մ}:$$

$$C_2 = 70,09, K_2 = 6,95 \cdot 70,09 \sqrt{0,892} = 460 \text{ մ}^3/\text{վրկ},$$

$$x_2 = \frac{460}{424} = 1,085, \Pi(x_2) = 1,601,$$

$$C_s = \frac{73,68 + 70,09}{2} = 71,88, \chi_s = \frac{10,04 + 7,78}{2} = 8,91 \text{ մ},$$

$$a = \frac{1,085 - 2,45}{1,39 - 2,52} = 1,21,$$

$$j_s = \frac{1,1 \cdot 0,02 \cdot 71,88^2}{9,81} \cdot \frac{5}{8,91} = 6,48:$$

Այսպիսով, կատանանք՝

$$l = \frac{1}{1,21 \cdot 0,02} \left[1,085 - 2,45 - (1 - 6,48) (1,601 - 0,434) \right] = 208 \text{ մ}:$$

Կատարենք ինտերպոլացիա՝

$$x = \frac{(1,4 - 1,39) (200 - 194)}{208 - 194} = 0,0043,$$

$$h_2 = 1,4 - 0,0043 = 1,396 \text{ մ}:$$

Այսպիսով, ջրաթափի վերջում կլինի $h_2 = 1,396 \text{ մ}$ խորութուն:
Որոշենք $h_2 = 1,396 \text{ մ}$ խորութվան համալուծը,

$$h_2'' = \frac{h_2}{2} \left[\sqrt{1 + \frac{8\alpha q^2}{g h_2^3}} - 1 \right] = \frac{1,396}{2} \left[\sqrt{1 + \frac{8 \cdot 1,1 \cdot 1,12^2}{9,81 \cdot 1,396^3}} - 1 \right] =$$

$$= 0,698 \left[\sqrt{1 + 47,4} - 1 \right] = 4,18 \text{ մ}:$$

Ըստ ջրաթափի բանաձևի ջրծեծ պատի վրա ջրի խորութունը կլինի՝

$$H_{01} = \left(\frac{q}{m \sqrt{2g}} \right)^{2/3} = \left(\frac{12}{0,42 \cdot 4,43} \right)^{2/3} = 3,48 \text{ м},$$

որտեղ $m = 0,42$ (տե՛ս հավելվածը, էջ 169),

Առաջին մոտեցումով H_1 -ի գիտարեն ընդունելով H_{01} որոշենք պատի մոտավոր բարձրությունը (5,0% ապահովության պաշարի դեպքում):

$$p_1 = 1,05 h'_x - H_1 = 1,05 \cdot 4,18 - 3,48 = 0,91 \text{ м:}$$

Պատի բարձրությունը ճշտելու համար որոշենք պատից առաջ մոտեցման արագությունը.

$$v_{01} = \frac{q}{H_{01} + p_1} = \frac{12}{3,48 + 0,91} = 2,73 \text{ м/сек},$$

Հետևե՛ք մեզ

$$H_1 = H_{01} - \frac{\alpha v_{01}^2}{2g} = 3,48 - \frac{1,1 \cdot 2,8^2}{19,62} = 3,06 \text{ м};$$

Զրծեծ պատի նշտված բարձրութիւնը կլինի

$$p_1 = 1,05 \cdot 4,18 - 3,04 = 1,34 \text{ д:}$$

Երկրորդ մասնացում.

$$v_{01} = \frac{12}{3,06 + 1,34} = 2,73 \text{ м/сек},$$

Հետևանքաբար

$$H_1 = 3,48 - \frac{1,1 \cdot 2,73^2}{19,62} = 3,06 \text{ и:}$$

Զրծեծ պատի բարձրութիւնը կլինի՝

$$p_1 = 1,05 \cdot 4,18 - 3,06 = 1,33 \text{ и:}$$

Ալֆմ պետք է ստուգել թոփէքի առաջացումը պատից հետո՝ Գա
տից առաջ լրիվ էներգիան կլինի՝

$$\Xi_0 = p_1 + H_{01} = 1,33 + 3,48 = 4,81 \text{ т:}$$

Պատից հետո սեղմված խորութունը կոտորվի

$$h_s^2(\Theta_0 - h_s) = \frac{\sigma q^2}{2g\varphi^2}$$

հավասարումից, որտեղ ընդունելով $\varphi = 0,9$ (տե՛ս հավելվածը, էջ 169) կստանանք՝

$$h_u^2(4,81 - h_u) = \frac{1,1 \cdot 12^2}{19,62 \cdot 0,9^3} = 9,96:$$

Լս-ի որոշումը՝ բերված է աղյուսակում:

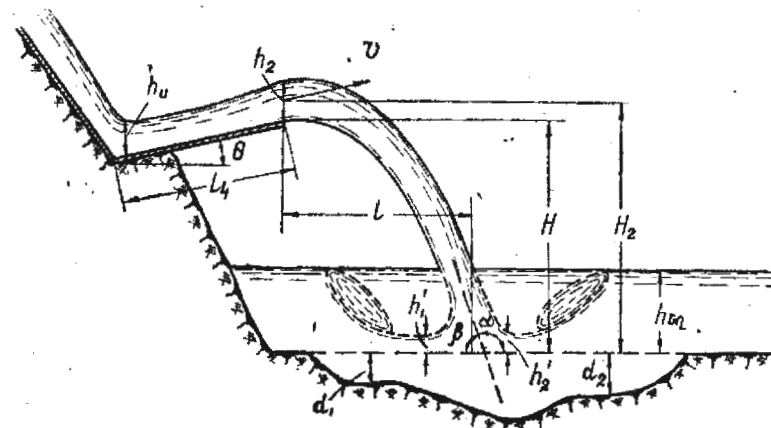
h_u of	h_u^2	$4,81 - h_u$	$h_u^2(4,81 - h_u)$
1,0	1,0	3,81	3,81
2,0	4,0	2,81	11,25
1,8	3,24	3,01	9,75
1,82	3,30	2,99	9,86
1,83	3,35	2,98	9,96

Այսպիսով, սեղմված խորովիլունը ստացվում է $h = 1,83$ մ, իսկ նրա համալուծը՝

$$h_n = \frac{1.83}{2} \cdot \left[\sqrt{1 + \frac{8.1.1.12^2}{9.81.1.83^3}} - 1 \right] = 3.4 \text{ м};$$

Քանի որ $h_n^o < h_{n,q}$, նշանակում է պատից հետո ստացվում է
խեղդված թռիչք:

ՆՆԵՐԻՐ 15—13: Կատարել ուղղանկյուն կտրվածքի կոնսոլային ջրաթափի հաշվարկը հետևյալ տվյալների դեպքում՝ $q \doteq 12 \text{ մ}^3/\text{վրկ}$, $d = 4,0 \text{ մ}$, $h_w = 1,52 \text{ մ}$, $b = 5,0 \text{ մ}$, $H = 5,0 \text{ մ}$, $\theta = 15^\circ$, $h_n = 2,0 \text{ մ}$, $n = 0,014$:



64. 15-13 *tuqur*

ՀԱԼԺՈՒՄ: 1) Որոշենք ջրի խորութիւնը կոնսոլալին մասի վերջում (h_2), այն դիտելով որպէս հակառակ թեքութեան հուն: Ուսենք

հետևյալ հավասարումը՝

$$a' [i_0] l_4 = x_1' - x_0' + (1 + j_s) [\Pi(x_2') - \Pi(x_1')] \quad (\omega)$$

նախ որոշենք նորմալ թողունակությունը՝

$$K_0' = \frac{Q}{\sqrt{i_0}} = \frac{60}{\sqrt{0,26}} = 117,6 \text{ մ}^3/\text{վրկ},$$

որտեղ $i_0 = \sin 15^\circ = 0,26$:

Որոշենք 1-ին կտրվածքի հիդրավլիկական էլեմենտները.

$$h_* = h_1 = 1,52 \text{ մ},$$

$$\omega_1 = b h_1 = 5 \cdot 1,52 = 7,6 \text{ մ}^2, \quad \chi_1 = b + 2 h_1 = 5 + 2 \cdot 1,52 = 8,04 \text{ մ},$$

$$R_1 = \frac{\omega_1}{\chi_1} = \frac{7,6}{8,04} = 0,945 \text{ մ}, \quad C_1 = 70,80,$$

$$K_1 = \omega_1 C_1 \sqrt{R_1} = 7,6 \cdot 70,8 \sqrt{0,945} = 524 \text{ մ}^3/\text{վրկ}:$$

Հետագա հաշվարկը կատարում ենք փնտրելու մեթոդով, տալով h_2 -ին արնքան արժեքներ, մինչև որ l -ը ստացվի 4,0 մետր:

Ընդունենք $h_2 = 2,0 \text{ մ}$,

$$\omega_2 = 2 \cdot 5,0 = 10,0 \text{ մ}^2, \quad \chi_2 = 5 + 2 \cdot 2 = 9 \text{ մ},$$

$$R_2 = \frac{10}{9} = 1,11 \text{ մ}, \quad C_2 = 72,45,$$

$$K_2 = 10,0 \cdot 72,45 \sqrt{1,11} = 762 \text{ մ}^3/\text{վրկ},$$

$$x_1 = \frac{K_1}{K_0'} = \frac{524}{117,6} = 4,46,$$

$$x_2 = \frac{K_2}{K_0'} = \frac{762}{117,6} = 6,47,$$

$$\Pi(x_1) = 1,339, \quad \Pi(x_2) = 1,416,$$

$$a' = \frac{x_2 - x_1}{h_2 - h_1} = \frac{6,47 - 4,46}{2,0 - 1,52} = 4,18,$$

$$C_s = \frac{70,8 + 72,45}{2} = 71,62,$$

$$\chi_s = \frac{8,04 + 9}{2} = 8,52 \text{ մ},$$

$$j_s = \frac{a i_0 \cdot C_s^2}{g} \cdot \frac{B_s}{\chi_s} = \frac{1,1 \cdot 0,26 \cdot 71,62^2}{9,81} \cdot \frac{5}{8,52} = 87,6:$$

Այս արժեքները տեղադրելով (ω) հավասարման մեջ, կստանանք՝

$$l_4 = \frac{1}{4,18 \cdot 0,26} [4,46 - 6,47 + (1 + 87,6) (1,416 - 1,339)] = 4,42 \text{ մ}:$$

Քանի որ $l > 4 \text{ մ}$, ապա $h_2 < 2 \text{ մ}$:

Ընդունենք $h_2 = 1,9 \text{ մ}$:

$$\omega_2 = 5 \cdot 1,9 = 9,5 \text{ մ}^2, \quad \chi_2 = 5 + 2 \cdot 1,9 = 8,8 \text{ մ},$$

$$R_2 = \frac{9,5}{8,8} = 1,08 \text{ մ}, \quad C_2 = 72,17,$$

$$K_2 = 9,5 \cdot 72,17 \sqrt{1,08} = 712 \text{ մ}^3/\text{վրկ},$$

$$x_2 = \frac{712}{117,6} = 6,06, \quad \Pi(x_2) = 1,406,$$

$$a' = \frac{6,06 - 4,46}{1,9 - 1,52} = 4,21,$$

$$C_s = \frac{70,8 + 72,17}{2} = 71,48,$$

$$\chi_s = \frac{8,04 + 8,8}{2} = 8,42 \text{ մ},$$

$$j_s = \frac{1,1 \cdot 0,26 \cdot 71,48^2}{9,81} \cdot \frac{5}{8,42} = 88,2,$$

$$l_4 = \frac{1}{4,21 \cdot 0,26} [4,46 - 6,06 + (1 + 88,2) (1,406 - 1,339)] = 4,05 \text{ մ}:$$

Այս արժեքը գործնականորեն ընդունելի է:

2) Որոշենք շիթի լ՝ հեռավորությունը հետևյալ բանաձևից.

$$H = \frac{g l^2}{2 v^2 \cos^2 \theta} - l \operatorname{tg} \theta,$$

$$\text{որտեղ } v = \frac{q}{h} = \frac{12,0}{1,9} = 6,32 \text{ մ/վրկ}:$$

$$H_2 = H + \frac{h_2}{2} = 5 + \frac{1,9}{2} = 5,95 \text{ մ},$$

$$5,95 = \frac{9,81 l^2}{2 \cdot 6,32^2 \cos^2 15^\circ} - l \operatorname{tg} 15^\circ = 0,132 l^2 - 0,268 l,$$

$$l^2 - 2,03 l - 45,0 = 0:$$

Ստացված քառակուսի հավասարումը լուծելով, կստանանք՝

$$l = 1,015 \pm \sqrt{1,015^2 + 45,0} = 7,79 \text{ մ}:$$

3) Որոշենք ողողման ձառարի խորությունը՝

Շիթը հասակին հարվածելիս կունենա հետևյալ արագությունը՝

$$v_{\max} = \sqrt{2g \left(H_2 + \frac{v^2}{2g} \right)} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \left(5,95 + \frac{6,32^2}{2 \cdot 9,81} \right)} = 12,50 \text{ մ/վրկ:}$$

Շրիթի հանդիպման անկյունները կարտահայտվեն այսպես՝

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{gl}{v^2 \cos^2 \theta} - \operatorname{tg} \theta = \frac{9,81 \cdot 7,79}{6,32^2 \cdot 0,966^2} - 0,268 = 1,78,$$

$$\beta = 60^\circ 40', \alpha = 180^\circ - 60^\circ 40' = 119^\circ 20':$$

Այս և ձախ մասերում ելքերը համապատասխանաբար կլինեն՝

$$q_2 = \frac{\alpha^\circ}{180^\circ} q = \frac{119^\circ 20'}{180^\circ} \cdot 12 = 7,97 \text{ մ}^3/\text{վրկ. մ},$$

$$q_1 = \frac{\beta^\circ}{180^\circ} q = \frac{60^\circ 40'}{180^\circ} \cdot 12 = 4,03 \text{ մ}^3/\text{վրկ. մ}:$$

Սեղմված խորությունները աջ և ձախ մասում համապատասխանաբար կլինեն՝

$$h_2' = \frac{q_2}{v_{\max}} = \frac{7,97}{12,50} = 0,64 \text{ մ},$$

$$h_1' = \frac{q_1}{v_{\max}} = \frac{4,03}{12,50} = 0,32 \text{ մ}:$$

Որոշենք h_1' և h_2' խորությունների համարած խորությունները և այն համեմատենք $h_{\text{հ}}$ -ի հետ.

$$h_2'' = \frac{h_2'}{2} \left[\sqrt{1 + \frac{8\alpha q_2^2}{gh_2'^3}} - 1 \right] = \frac{0,64}{2} \left[\sqrt{1 + \frac{8 \cdot 1,1 \cdot 7,97^2}{9,81 \cdot 0,64^3}} - 1 \right] = 4,40 \text{ մ}:$$

Հորի խորությունը աջ կողմում կլինի՝

$$d_2 = 4,40 - 2,0 = 2,40 \text{ մ}:$$

$$h_1'' = \frac{0,32}{2} \left[\sqrt{1 + \frac{8 \cdot 1,1 \cdot 4,03^2}{9,81 \cdot 0,32^3}} - 1 \right] = 3,21 \text{ մ}:$$

Հորի խորությունը ձախ կողմում կլինի՝

$$d_1 = 3,21 - 2,0 = 1,21 \text{ մ}:$$

Թռիչքի երկարությունը որոշում ենք Պավլովսկու բանաձևով՝

$$l_{p,2} = 2,5 (1,9 h_2'' - h_2') = 2,5 (1,9 \cdot 4,4 - 0,64) = 19,3 \text{ մ},$$

$$l_{p,1} = 2,5 (1,9 \cdot 3,21 - 0,32) = 14,45 \text{ մ}:$$

Ողողման ձողարի երկարությունը կլինի այս երկու երկարությունների գումարը՝

$$l_{p,\Sigma} = 19,3 + 14,45 = 33,75 \text{ մ}:$$

ԳԼՈՒԽ ՏԱՍՆՎԵՑԵՐՈՐԴ

ՄՈՂԵԼԱՎՈՐՈՒՄ

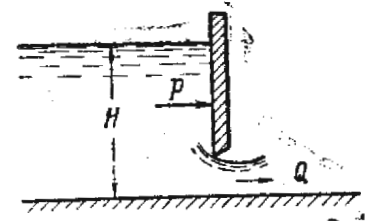
Խնդիր 16—1: Ջրընդունիչի իրական թողունակությունը որոշելու համար լաբորատորիայում փորձարկված է նրա 1:50 մասշտաբի մոդելը: Մոդելի վրա չափված մաքսիմում թողարկվող ելքն է $Q_s = 6,0 \text{ լ/վրկ}:$

Որոշել կառուցվածքի ելքը:

Ծանոթություն: Մոդելավորումը մածուցիկության ուժերի ազդեցության աննշան լինելու պատճառով, կատարել ըստ Ֆոուդրի:

$$\text{Պատ.՝ } Q = 106,0 \text{ մ}^3/\text{վրկ}:$$

Խնդիր 16—2: Հարթ վահանի տակից արտահոսումը ուսումնասիրելու համար փորձարկվել է նրա 1:20 մասշտաբի մոդելը: Մոդելի փորձարկման արդյունքներն են՝ ելքը փականի տակից՝ $Q_s = 0,2 \text{ լ/վրկ}$, ջրի մակարդակը՝ $H_s = 10 \text{ սմ}$, ճնշման ուժը փականի վրա՝ $P_s = 60 \text{ Ն}$: Ինչպիսի՞ն կլինեն այդ մեծությունները կառուցվածքի համար, եթե մոդելացումը կատարվի ըստ Ֆոուդրի:



Նկ. 16—2 Խնդիր:

$$\text{Պատ.՝ } Q = 358 \text{ լ/վրկ}, H = 2,0 \text{ մ}, P = 480 \text{ կՆ}:$$

Խնդիր 16—3: Շողաքարշի աերոդինամիկական դիմադրությունը որոշելու համար այն փորձարկվելու է աերոդինամիկական խողովակում, որտեղ օդի արագությունն է $v_s = 150 \text{ մ/վրկ}:$

Քանի՞ անգամ շողաքարշի մոդելի չափերը փոքր պետք է լինեն իրական չափերից, եթե շողաքարշի արագությունն է $v = 80 \text{ կմ/ժամ}$: Ինչպիսի՞ն կլինի շողաքարշի ճակատային դիմադրության ուժը, եթե այն մոդելի համար ստացվել է $P_s = 15 \text{ կՆ}:$

$$\text{Պատ.՝ } 6,75 \text{ անգամ}, P = 15 \text{ կՆ}:$$

ԽՆԴԻՐ 16—4: Ջրաչափի հիդրավլիկական կորուստների գործակիցը որոշելու համար փորձարկված է նրա 10 անգամ փոքրացված մոդելը օգտվելով:

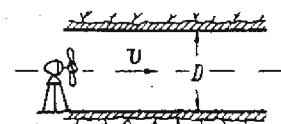
Որոշել՝ 1) քանի՞ անգամ կփոքրանա կորուստների գործակիցը, 2) քանի՞ անգամ մոդելի ելքը մեծ կլինի ջրի ելքից:

Օդի և ջրի ջերմաստիճաններն են $t = 10^\circ\text{C}$:

Ցուցում: Ջրաչափի կորուստները որոշում են $\dot{H} = KQ^2$ բանաձևով:

Պատ.՝ 11,4 անգամ, $\frac{Q_1}{Q} = 1,06$:

ԽՆԴԻՐ 16—5: Բետոնե երեսապատում ունեցող հիդրոտեխնիկական թունելի անհարթության գործակիցը ստուգելու համար այն քամահարված է հղոր վենտիլատորի միջոցով, ստեղծելով $v = 20$ մ/վրկ արագություն:



Նկ. 16—5 Խնդրի:

Չափված է ճնշման անկումը $l = 5,0$ կմ երկարության վրա, որը համասար է $\Delta h = 300$ մմ ջրի սյուն: Թունելը կլոր կտրվածքի է՝ $D = 6,0$ մ տրամագծով: Օդի ջերմաստիճանն է $t_{\text{ա}} = 20^\circ\text{C}$:

Որոշել անհարթության գործակիցը՝ եթե հայտնի է, որ հաշվման ժամանակ C -ն որոշված է Պավլովսկու կըրճատ բանաձևով՝ $\left(C = \frac{1}{n} R^{1,3\sqrt{n}}\right)$,

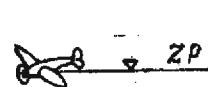
Պատ.՝ $n = 0,014$:

Գ Լ ՈՒՆ Տ Ա Ս Ն Յ Ո Ւ Թ Ե Ր ՈՐ Դ

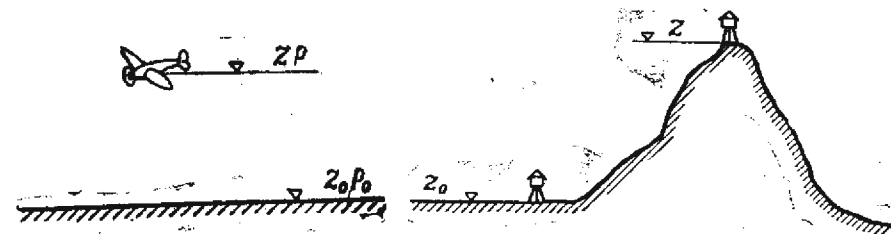
Գ Ա Ձ Ե Ր

ԽՆԴԻՐ 17 — 1: Որոշել ինքնաթիռի բարձրությունը դետնից և ծովի մակերևույթից, եթե ինքնաթիռում գտնվող բարոմետրը ցույց է տալիս $p = 690$ մմ սնդ. սյուն ճնշում, իսկ ճնշումը թռիչքի դաշտում՝ $p_0 = 730$ մմ սնդ. սյուն: Օդի ջերմաստիճանը ընդունել հաստատուն և համասար $t = 17^\circ\text{C}$:

Պատ.՝ 479 մ դետնից և 820 մ ծովի մակերևույթից:



Նկ. 17—1 Խնդրի:



Նկ. 17—2 Խնդրի:

ԽՆԴԻՐ 17 — 2: Որոշել սարի բարձրությունը, եթե ստորոտում և դադարի վրա գտնվող օդերևութաբանական կայաններում միաժամանակ չափված օդի ջերմաստիճաններն են՝ $t_1 = 35^\circ\text{C}$ և $t_2 = 18^\circ\text{C}$:

Պատ.՝ $Z - Z_0 = 1740$ մ:

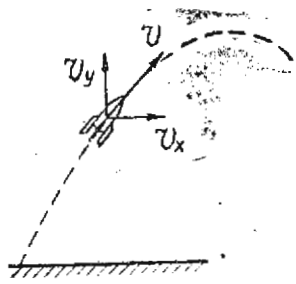
ԽՆԴԻՐ 17 — 3: Բալիստիկ հրթիռում զրկված ավտոմատ սարքը դրանցում է ճնշման փոփոխությունը ըստ ժամանակի: Թռիչքի տվյալ մասում այն արտահայտվում է $p_1 = 157$ մմ սնդ. սյուն, 5 վայրկյան հետո $p_2 = 90,20$ մմ սնդ. սյուն: Ջերմաստիճանը մնում է հաստատուն և $t = -56,5^\circ\text{C}$:

Որոշել հրթիռի՝ երկրից հեռանալու արագությունը:

Պատ.՝ $v_y = 2530$ կմ/ժամ:

ԽՆԴԻՐ 17 — 4: Փակ անոթում գտնվում է օդ, որի ճնշումն է $p_1 = 15$ ՄՊա, իսկ ջերմաստիճանը՝ $t_1 = 10^\circ\text{C}$: Օդը անոթից արտահոսում է այնպիսի միջավայր, որտեղ ճնշումը՝ $p = 1,0$ ՄՊա:

Որոշել արտահոսման արագությունը և կշռային ելքը, եթե անցքի տրամագիծն է $d = 2,5$ սմ:



Նկ. 17-3 խնդրի:

Պատ.՝ $v = 250$ մ/վրկ, $M = 2,0$ կգ/վրկ:
 Խնդիր 17-5: Որոշել $p_1 = 1,0$ ՄՊա ճնշման տակ և $t_1 = 15^\circ\text{C}$ ջերմաստիճան ունեցող օդի արտահոսման զանգվածի ելքը $d = 50$ մմ տրամագիծ ունեցող անցքից, եթե արտաքին ճնշումն է $P = 0,1$ ՄՊա:

Պատ.՝ $M = 4,57 \frac{\text{կգ}}{\text{վրկ}}$

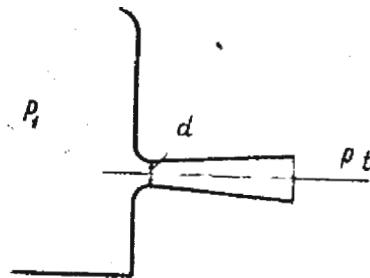
Խնդիր 17-6: Որոշել օդի արտահոսման արագությունը փակ ավազանից, որտեղ ճնշումն է $p = 0,11$ ՄՊա, ջերմաստիճանը՝ $t = 10^\circ\text{C}$, դեպի մթնոլորտ: Ինչպիսին կլինի սխալը, եթե արտահոսման արագությունը որոշվի կաթիլային հեղուկի արտահոսման բանաձևով:

Պատ.՝ $v = 134$ մ/վրկ, սխալը՝ 32,8%

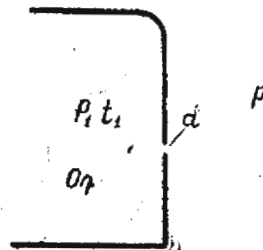
Խնդիր 17-7: Որոշել օդի ճնշումը փակ ավազանում, եթե նրան միացված է Լավալի ծալրափողակ, որի նեղ տրամագիծն է $d = 1,5$ սմ: Պահանջվում է ստանալ $M = 2,0$ կգ/վրկ զանգվածի ելք, եթե արտահոսման միջավայրի ճնշումն է $p = 0,2$ ՄՊա, իսկ ջերմաստիճանը՝ $t = 20^\circ\text{C}$:

Պատ.՝ $p = 8,4$ ՄՊա:

Խնդիր 17-8: Փակ անոթը, որի ծավալն է $W = 50$ լիտր, պարունակում է $p = 7,0$ ՄՊա ճնշում և $t = 15^\circ\text{C}$ ջերմաստիճան ունեցող օդ: Անոթի վրա կա $d = 15,0$ մմ տրամագիծով անցք:

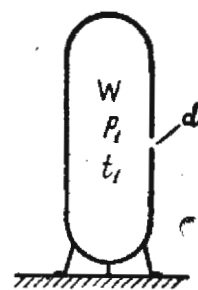


Նկ. 17-7 խնդրի:



Նկ. 17-4,

17-5, 17-6 խնդրների:



Նկ. 17-8 խնդրի:

Ինչպիսին կլինի անոթում ճնշումը 5 վրկ հետո, եթե արտահոսումը կատարվում է դեպի մթնոլորտ ($0,1$ ՄՊա), և օդի ընդարձակումը ադիաբատ է:

Պատ.՝ $p_1 = 0,174$ ՄՊա:

Լուծում: Գազի արտահոսումը փակ անոթից կկատարվի կրիտիկական արագությամբ, քանի որ բավարարում է

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{1}{70} < 0,528$$

անհավասարությանը: Այս դեպքում, եթե ճնշումը մնում է հաստատուն, ապա արտահոսման զանգվածային ելքը կլինի

$$M = \phi_{\max} \omega_0 \sqrt{p_1 \rho_1},$$

Մեր խնդրում գազի արտահոսման շնորհիվ անոթում ճնշումը և խտությունը փոքրանում են:

Որոշենք գազի M զանգվածի դիֆերենցիալը.

$$dM = \phi_{\max} \omega_0 \sqrt{p \rho} dt,$$

որտեղ՝

$$\phi_{\max} = \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{1}{k-1}} \sqrt{\frac{2k}{k+1}},$$

Օդի համար ($k = 1,4$) $\phi_{\max} = 0,686$:

Մյուս կողմից, այն պետք է հավասարվի W ծավալով գազի զանգվածի էլեմենտար աճին.

$$dM = W dp,$$

Հավասարեցնելով dM -ի արժեքները, կստանանք՝

$$W dp = \phi_{\max} \omega_0 \sqrt{p \cdot \rho} dt, \quad (\omega)$$

Գազի ադիաբատ ընդարձակման պայմանից որոշենք dp -ն.

$$\frac{p}{p_1} = \left(\frac{\rho}{\rho_1} \right)^k, \quad \text{որտեղից } dp = \frac{1}{k} p_1 \frac{p^{\frac{1}{k}-1}}{p^{\frac{1}{k}}} d\rho,$$

Տեղադրելով dp -ի արժեքը (ω) հավասարման մեջ և լուծելով dt -ի նկատմամբ, կունենանք՝

$$dt = \frac{W \sqrt{p_1}}{\omega_0 \phi_{\max} k p_1^{\frac{1}{2k}}} p^{\frac{1-3k}{2k}} d\rho,$$

Ինտեգրելով 0-ից t և p_1 -ից p_1' , կստանանք՝

$$t = \frac{2W}{(k-1)\omega_0\psi_{\max}} \sqrt{\frac{p_1}{p_2}} \left[\left(\frac{p_1'}{p_1} \right)^{\frac{1-k}{2k}} - 1 \right]$$

որտեղից

$$p_1' = \left[\frac{p_2}{\left[\frac{t(k-1)\omega_0\psi_{\max}}{2W} \sqrt{\frac{p_1}{p_2}} + 1 \right]^{\frac{2k}{k-1}}} \right]$$

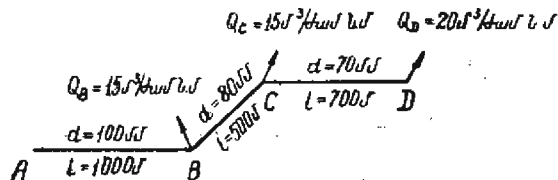
Հաշվի առնելով, որ $\frac{p}{\rho g} = RT$ ու $\omega_0 = \frac{\pi d^2}{4}$ և տեղադրելով թվա-
լին արժեքները, կստանանք՝

$$p_1' = \frac{7,0}{\left[\frac{5(1,4-1) \frac{\pi \cdot 15^2 \cdot 10^{-6}}{4} \cdot 0,688}{2 \cdot 50 \cdot 10^{-3}} \sqrt{29,23 \cdot 9,81 \cdot (273+15)} + 1 \right]^{\frac{2 \cdot 1,4}{1,4-1}}} = 0,174 \text{ ՄՊա:}$$

ԽՆԴԻՐ 17—9: Դազամուղով (որի սխեման և տվյալները տրված են նկարում) մղվում է բնական գազ:

Որոշել A կետում պահանջվող ճնշումը, եթե ազատ ճնշումը D կետում պետք է լինի $p_d = 100$ մմ ջրի սյուն:

Պատ.՝ $p_A = 206,3$ մմ ջրի սյուն:



Նկ. 17—9 խնդրի:

Լուծում: Որոշենք առանձին հատվածների ելքերը.

$$\begin{aligned} Q_{CD} &= 20,0 \text{ մ}^3/\text{ժամ և. մթն,} \\ Q_{BC} &= 20 + 15 = 35 \text{ մ}^3/\text{ժամ և. մթն,} \\ Q_{AB} &= 35 + 15 = 50 \text{ մ}^3/\text{ժամ և. մթն:} \end{aligned}$$

Որոշենք հիդրավլիկական կորուստները առանձին հատվածներում: Հափելվածի աղյուսակ 25-ում տրված են հիդրավլիկական կորուստները

արտահայտված միլիմետրերով (ջրի սլան բարձրությունը)՝ կախված ելքից և խողովակի տրամագծից: Կունենանք՝

$$\begin{aligned} p_{CD} &= 0,049 \cdot 700 = 34,3 \text{ մմ ջրի սյուն,} \\ p_{BC} &= 0,058 \cdot 500 = 29,0 \text{ մմ ջրի սյուն,} \\ p_{AB} &= 0,043 \cdot 1000 = 43,0 \text{ մմ ջրի սյուն:} \end{aligned}$$

A կետում անհրաժեշտ ճնշումը կլինի՝

$$p_A = p_D + p_{CD} + p_{BC} + p_{AB} = 100 + 34,3 + 29,0 + 43,0 = 206,3 \text{ մմ ջրի սյուն:}$$

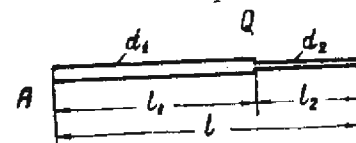
ԽՆԴԻՐ 17—10: Որոշել բնական գազ մղող $l=5$ կմ երկարությամբ ունեցող խողովակի տրամագիծը $Q=20$ մ³/ժամ և. մթն ելքի դեպքում: Տրված են ճնշումները գազամուղի սկզբում և վերջում՝

$p_A = 260$ մմ ջրի սյուն և $p_B = 100$ մմ ջրի սյուն:

Պատ.՝ $d_1 = 80$ մմ, $l_1 = 3300$ մ և $d_2 = 70,0$ մմ, $l_2 = 1700$ մ:

Լուծում: Որոշենք գազամուղի միջին հիդրավլիկական թեքությունը՝

$$i_0 = \frac{p_A - p_B}{l_{AB}} = \frac{260 - 100}{5000} = 0,032:$$



Նկ. 17—10 խնդրի:

Հափելվածի աղյուսակ 25-ից տեսնում ենք, որ $i_0 = 0,032$ և $Q = 20$ մ³/ժամ և. մթն տվյալներին մեկ ստանդարտ տրամագծի խողովակ չի համապատասխանում: Ըստ աղյուսակի հաշվալի տրամագծից մեծ և փոքր տրամագծերն են

$$d_1 = 80 \text{ մմ, } d_2 = 70 \text{ մմ,}$$

որոնց համապատասխանող կորուստները (i) $Q = 20$ մ³/ժամ և. մթն ելքի դեպքում կլինեն՝

$$i_1 = 0,0232 \frac{\text{մմ ջրի սյուն}}{\text{մ}} \quad (d_1 = 80 \text{ մմ}),$$

$$i_2 = 0,049 \frac{\text{մմ ջրի սյուն}}{\text{մ}} \quad (d_2 = 70 \text{ մմ}):$$

d_1 և d_2 տրամագծեր ունեցող հատվածների l_1 և l_2 երկարությունները կորոշենք ալն պայմանից, որ գումարալի կորուստը հավասարվի A և B կետերի ճնշումների տարբերությանը, որից կստանանք.

$$i_1 l_1 + i_2 (l - l_1) = p_A - p_B$$

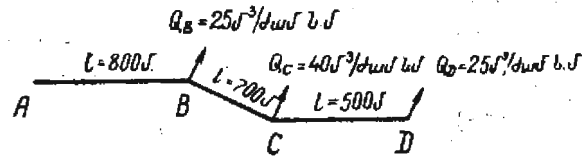
$$l_1 = \frac{p_A - p_B - i_2 l}{i_1 - i_2} = \frac{260 - 100 - 0,049 \cdot 5000}{0,0232 - 0,049} = 3300 \text{ մ,}$$

$$l_2 = l - l_1 = 5000 - 3300 = 1700 \text{ մ:}$$

Խնդիր 17—11: Բնական գազ մղող զազամուղն ունի նկարում ցույց տրված սխեման և չափերը: Որոշել առանձին հատվածների տրամագծերը, եթե զազամուղի սկզբում և վերջում ճնշումներն են՝

$$p_A = 575 \text{ մմ ջրի սյուն և } p_D = 75 \text{ մմ ջրի սյուն:}$$

$$\text{Պատ.՝ } d_{AB} = 80 \text{ մմ, } d_{BC} = 80 \text{ մմ, } d_{CD} = 50 \text{ մմ:}$$



Նկ. 17—11 խնդրի:

Հոսքի մեծությունը: Որոշենք ամբողջ երկարության միջին հիդրավիկական թեքությունը՝

$$i_0 = \frac{p_A - p_D}{\Sigma l} = \frac{575 - 75}{800 + 700 + 500} = 0,25:$$

Առանձին հատվածների ելքերը կլինեն՝

$$Q_{CD} = 25 \text{ մ}^3/\text{ժամ մ. մթն,}$$

$$Q_{BC} = 25 + 40 = 65 \text{ մ}^3/\text{ժամ մ. մթն,}$$

$$Q_{AB} = 65 + 25 = 90 \text{ մ}^3/\text{ժամ մ. մթն:}$$

Միջին հիդրավիկական թեքության և հատվածների ելքերի միջոցով հավելվածի աղյուսակ 25-ից ընտրում ենք հաշվալիներից մեծ և փոքրը տրամագծերը ու վերցնում նրանց համապատասխան հիդրավիկական թեքությունները: Այդ ամպլաները գրանցում ենք աղյուսակում:

Հատված	l մ	Q մ³/ժամ մ. մթն	i₁ > i₀			i₂ < i₀		
			i₁	d₁ մմ	h₄	i₂	d₂ մմ	h₄
AB	800	90	0,301	80	241	0,118	100	94,5
BC	700	65	0,379	70	265	0,172	80	121,0
CD	500	25	0,828	40	414	0,231	50	115,5

$$\Sigma h_4 = 920 \text{ մմ ջրի սյուն,}$$

$$331,0 \text{ մմ ջրի սյուն}$$

Օգտվելով աղյուսակից, կազմենք տրամագծերի բոլոր հնարավոր կոմբինացիաները և նրանց համապատասխանող հիդրավիկական կոլուստների գումարը:

№№ կոմբինացիա	d մմ			h₄			Σ h₄ մմ ջրի սյուն
	AB	BC	CD	AB	BC	CD	
1	80	70	40	241	265	414	920
2	80	70	50	241	265	115,5	621,5
3	80	80	50	241	121,0	115,5	477,5
4	80	80	40	241	121,0	414	776,0
5	100	70	40	94,5	265	414	773,5
6	100	70	50	94,5	265	115,5	475,0
7	100	80	40	94,5	121	414	629,5
8	100	80	50	94,5	121	115,5	331,0

Ըստ խնդրի պայմանների կոլուստների գումարը պետք է լինի $\Sigma h_4 = 500$ մմ ջրի սյուն: Նշանակում է, այն կոմբինացիաները, որոնց համար $\Sigma h_4 > 500$ մմ ջրի սյուն, հիդրավիկական տեսակետից անընդունելի են, քանի որ այդ տրամագծերի դեպքում 500 մմ ջրի սյուն ճնշումների տարբերությունը հաշվալին ելքերը չեն ապահովում: Մնացած կոմբինացիաներից ամենապատահաբարը այն կոմբինացիան է, որի համար կոլուստների գումարը ամենից մոտ է հաշվալինին, այսինքն՝ 3-րդ կոմբինացիան:

Գ Լ Ո Ի Խ Տ Ա Ս Ն Ո Ի Թ Ե Ր Ո Ր Գ

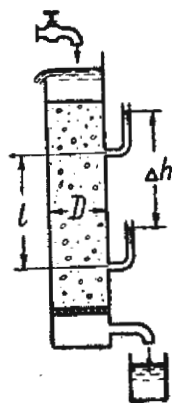
Գ Ր Ո Ւ Ն Տ Ա Յ Ի Ն Ջ Ր Ե Ր Ի Շ Ս Ր Ժ Ո Ւ Մ Ը

Խնդիր 18—1: Գրունտի ֆիլտրացիայի գործակիցը որոշվում է գծագրում ցույց տրված սարքի միջոցով: Գլանը, որի տրամագիծն է $D = 10$ սմ, լցված է փորձարկվող գրունտով և իրարից $l = 0,8$ մ հեռավորության վրա գրված պլեզոմետրերի միջոցով չափված է ճնշման անկումը, որը հավասար է $\Delta h = 0,5$ մ: Ֆիլտրացիայի ելքը, որը չափված է ծավալալին եղանակով, հավասար է $Q = 0,15$ սմ³/վրկ:

Որոշել ֆիլտրացիայի գործակիցը:

$$\text{Պատ.՝ } k = 0,00305 \text{ սմ/վրկ:}$$

Խնդիր 18-2: Պոմպը ջրհավաք հորից ընդունում է $Q = 3,0$ լ/վրկ հաշվով:



Նկ. 18-1 խնդրի:

Ինչպիսի՞ մակարդակ կհաստատվի հորում, եթե նրա շառավիղն է $r = 3,0$ մ, գործողության շառավիղը՝ $R = 150$ մ, գրունտային ջրերի սկզբնական խորությունը՝ $H = 12,0$ մ, գրունտի ֆիլտրացիայի գործակիցը՝ $k = 0,01$ սմ/վրկ (խոշորահատիկ ավազ):

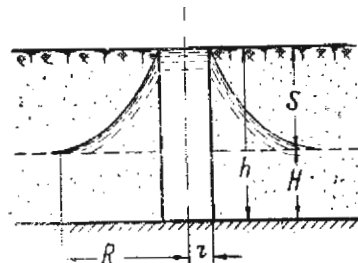
Պատ.՝ $h = 10,3$ մ:

Խնդիր 18-3: Որոշել ջրհավաք հորի վրա դրված պոմպի արտադրողականությունը, եթե պահանջվում է, որ գրունտային ջրերի մակարդակը իջնի $S = 4,0$ մետրով: Ֆիլտրացիոն հորի շառավիղն է $r = 2,0$ մ, գրունտային ջրերի շերտի հաստությունը՝ $H = 8,0$ մ: Գրունտը մանր ավազային է (ֆիլտրացիայի գործակիցը՝ $k = 0,005$ սմ/վրկ):

Պատ.՝ $Q = 2,02$ լ/վրկ:

Խնդիր 18-4: Ի՞նչ տրամագիծ պետք է ունենա հորը, որպեսզի այն կլանի $Q = 3,5$ լ/վրկ հաշվով: Գրունտային ջրերի նախնական մակարդակն է՝ $H = 4,0$ մ, իսկ աղ մակարդակից մինչև գետնի մակերևույթը կազմում է $S = 8,0$ մ: Գրունտը մանր ավազային է (ֆիլտրացիայի գործակիցը՝ $k = 0,006$ սմ/վրկ):

Պատ.՝ $r = 1,95$ մ:



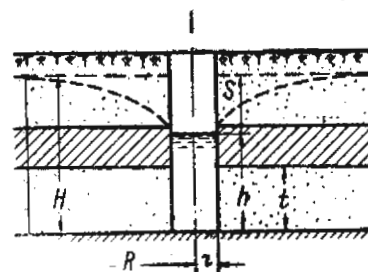
Նկ. 18-4 խնդրի:

Խնդիր 18-5: Որոշել արտեզյան հորին անուցող ջրթափանց շերտի հաստությունը, եթե ծծման խորությունը կազմում է $S = 10,0$ մ, հորի շառավիղը՝ $r = 1,0$ մ, հաշվով՝ $Q = 4,0$ լ/վրկ: Գրունտը խոշորահատիկ ավազ է, $k = 0,02$ սմ/վրկ:

Պատ.՝ $t = 1,93$ մ:

Խնդիր 18-6: Ի՞նչ երկարություն պետք է ունենա ջրհավաք սրահը, եթե պահանջվում է ստանալ $Q = 10$ լ/վրկ հաշվով:

Տրված են $H = 6,0$ մ, $h = 2,0$ մ, գրունտը խոշոր ավազային է՝ $i_0 = 0,005$, $k = 0,06$ սմ/վրկ:



Նկ. 18-5 խնդրի:

Պատ.՝ $l = 416$ մ:

Խնդիր 18-7: Փոստրակը ջրածածկումից պաշտպանելու համար գետից անջատված է կավավազային ($k = 6 \cdot 10^{-5}$ սմ/վրկ) ուղղանկյուն ջրապատնեշով, որն ունի $b = 2,0$ մ լայնություն, $l = 1000$ մ երկարություն:

Ինչպիսի՞ն պետք է լինի ֆիլտրացված ջրերը հեռացնող պոմպի արտադրողականությունը, որպեսզի փոստրակում ջրի մակարդակը բարձր չլինի հավաքող առվակի ջուրից: Տրված են ջրի մակարդակը գետում՝ $H = 3,0$ մ, առվակի խորությունը՝ $h = 0,5$ մ:

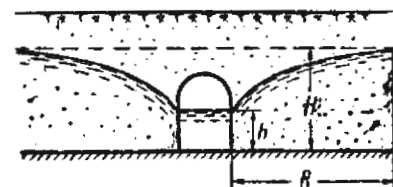
Պատ.՝ $Q = 1,3$ լ/վրկ:

Խնդիր 18-8: Ֆիլտրացվող ջրերը հավաքելու համար կառուցվելու է բետոնե պատնեշ:

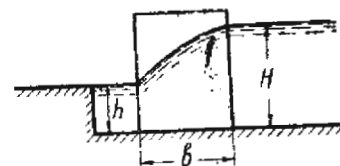
Որքա՞ն կարելի է բարձրացնել h_2 մակարդակը, որպեսզի ֆիլտրացվող հաշվով լինի $Q = 0,03$ լ/վրկ մ: Տրված են ջրանթափանց շերտի թեքությունը՝ $i_0 = 0,1$, գրունտը խոշոր ավազ է ($k = 0,03$ սմ/վրկ) և $l = 500$ մ երկարության վրա գրունտային ջրերի թուլատրելի խորությունը՝ $h_1 = 1,2$ մ:

Պատ.՝ $h_2 = 3,63$ մ:

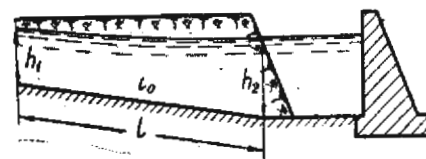
Խնդիր 18-9: Որոշել ջրանցքից գետ ֆիլտրվող հաշվով մեկ գծա-



Նկ. 18-6 խնդրի:

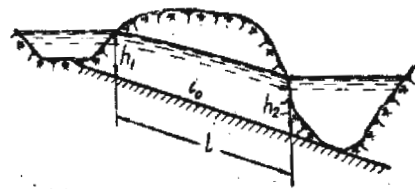


Նկ. 18-7 խնդրի:



Նկ. 18-8 խնդրի:

լին մետր երկարության վրա և կառուցել դեպրեսիայի-կորը, եթե շրթանթափանց շերտի թեքությունն է $i_0 = 0,015$, գրունտը ավազալին է ($k = 0,004$ սմ/վրկ): Տրված են նաև գրունտալին շրերի խորությունները սկզբում և վերջում՝ $h_1 = 1,5$ մ, $h_2 = 2,5$ մ և նրանց հեռավորությունը՝ $l = 360$ մ:



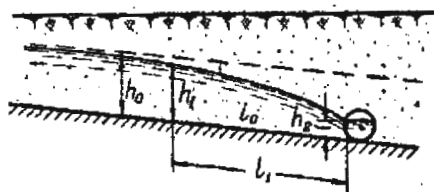
Նկ. 18—9 խնդրի:

Պատ.՝ $q = 8,7$ սմ³/վրկ, մ:

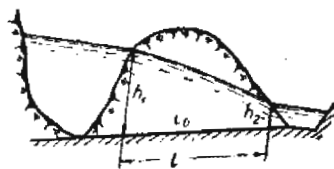
ԽՆԴԻՐ 18—10: $i_0 = 0,02$ թեքություն ունեցող շրթանթափանց շերտի վրա դրված է դրենաժալին խողովակ, որի մեջ շրի խորությունն է $h_2 = 0,25$ մ: Ի՞նչ հեռավորության վրա շրի խորությունը կլինի $h_1 = 7,0$ մ, եթե ելքը $q = 7,0$ սմ³/վրկ. մ: Գրունտը ավազալին է ($k = 0,004$ սմ/վրկ):

Պատ.՝ $l = 352$ մ:

ԽՆԴԻՐ 18—11: Ջրանցքը գետից գտնվում է $l = 500$ մ հեռավորության վրա: Ջրի մակարդակը գետում $1,5$ մետրով բարձր է ջրանցքի մակարդակից:



Նկ. 18—10 խնդրի:



Նկ. 18—11 խնդրի:

Քի շրի մակարդակից: Ջրաթափանց շերտը ունի հակառակ թեքություն՝ $i'_0 = 0,005$, շրի խորությունը ջրանցքում հաշված ջրաթափանց շերտից՝ $h_2 = 1,0$ մ, և ֆիլտրացիայի գործակիցը՝ $k = 0,003$ սմ/վրկ:

Որքանով կավելանա շրի ելքը մեկ գծալին մետրի վրա: Կառուցել դեպրեսիայի կորը:

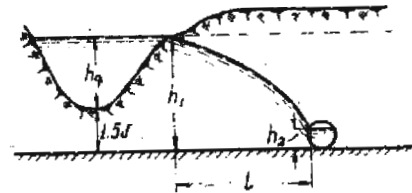
Պատ.՝ $q = 0,244$ սմ³/վրկ. մ:

ԽՆԴԻՐ 18—12: Գետից $l = 250$ մ հեռավորության վրա դրված է դրենաժալին խողովակ, որի մեջ շրի խորությունն է $h = 0,5$ մ: Ջրը-

անթափանց շերտը հորիզոնական է և գետի հատակից $1,5$ մ. ցածր է: Գրունտը ավազալին է ($k = 0,005$ սմ/վրկ):

Որոշել շրի խորությունը գետում, եթե ֆիլտրվող շրի ելքն է $q = 0,5$ սմ³/վրկ. մ:

Պատ.՝ $h_g = 1,71$ մ:



Նկ. 18—12 խնդրի:

ԳԼՈՒԽ ՏԱՍՆԻՆՆԵՐՈՐԴ

ԱԶՍՏ ՄԱԿԵՐԵՎՈՒՅԹԻ ԿՈՐԵՐԻ ԿԱՌՈՒՑՈՒՄԸ ԲԱՑ ՀՈՒՆԵՐՈՒՄ ԷԼԵԿՏՐՈՆԱՑԻՆ ՀԱՇՎԻՉ ՄԵՔԵՆԱՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՈՒՄՈՎ

ԽՆԴԻՐ 19—1: Ջուրը արտահոսում է վահանի տակից, ապա հոսում է ուղիղ թեքության կոպիտ բետոնապատված ուղղանկյուն պրիզմատիկ ջրանցքով: Էլեկտրոնալին հաշվիչ մեքենայի (էՀՄ) կիրառումով կառուցել աղատ մակերևույթի կորը հետևյալ տվյալների դեպքում՝ $i_0 = 0,008$, $b = 16,0$ մ, $a = 0,6$ մ, $H = 3,0$ մ:

Լուծում: Ջրանցքում սկզբնական խորությունը կլինի սեղմված խորությունը, որը և կարտահայտվի՝

$$h_0 = \varepsilon a = 0,62 \cdot 0,6 = 0,372 \text{ մ,}$$

որտեղ $\varepsilon = f(a/H)$ որոշվում է ըստ աղ. № 11-ի:

Տեսակարար ելքը որոշենք Ա. Ագրոսկինի մեթոդով:

$$q = \varphi H_0^{3/2} \Phi(\tau_0) = 0,953^{3/2} \cdot 0,514 = 2,54 \text{ սմ}^3/\text{վրկ. մ,}$$

$$\text{որտեղ } \Phi(\tau_0) = 0,514 \text{ և որոշվում է աղ. 24-ից ըստ } \tau_0 = \frac{h_0}{H} = \frac{0,372}{3} = 0,124 \text{ արժեքի:}$$

Որոշենք կրիտիկական թեքությունը.

$$i_k = \frac{g}{a C_k^2} \cdot \frac{x_k}{b} = \frac{9,81 \cdot 17,8}{1,1 \cdot 56,46^2 \cdot 16} = 0,00311 < i_0 = 0,008,$$

որտեղ

$$h_k = \sqrt[3]{\frac{a q^2}{q}} = \sqrt[3]{\frac{1,1}{9,81} 2,54^2} = 0,896 \text{ մ,}$$

$$\omega_k = 16 \cdot 0,898 = 14,368 \text{ ս}^2, \chi_k = 16 + 2 \cdot 0,898 = 17,8 \text{ ս}$$

$$R_k = \omega_k / \chi_k = 0,807 \text{ ս}, C_k = 56,4 \text{ ս}:$$

Քանի որ հունի երկրաչափական թեքությունը մեծ է կրիտիկականից, ապա աղատ մակերևույթի կորը կլինի C_2 տիպի նորմալ խորությունը ասիմպտոտիկ մոտեցող:

Պրիզմատիկ ուղղանկյուն հուններում ունենք $\omega = bh$, $\chi = b + 2h$, $B = b$, $R = \frac{b}{1 + 2h/b}$, $C = \frac{1}{n} R^y$ (ըստ Ն. Ն. Պավլովսկու): Նշանակելով $q = Q/b$ և տեղադրելով այս արժեքները անհավասարաչափ շարժման դիֆերենցիալ հավասարման մեջ՝

$$\frac{dh}{dl} = \frac{i_0 - \frac{Q^2}{\omega^2 C^2 R}}{1 - \frac{\alpha Q^2}{g \omega^3} \frac{B}{\omega^3}},$$

կստանանք

$$\frac{dh}{dl} = \frac{i_0 - \frac{q^2 n^2}{h^{3+2y}} \left(1 + \frac{2}{b} h\right)^{1+2y}}{1 - \frac{\alpha q^2}{g h^3}};$$

կամ

$$\frac{dh}{dl} = \frac{0,008 - \frac{0,0018645}{h^{3,391}} \left(1 + \frac{h}{8}\right)^{1,391}}{1 - \frac{0,7234}{h^3}},$$

Որտեղ հաստատուն գործակիցներն են

$$q^2 n^2 = 2,4^2 \cdot 0,17^2 = 0,001864 \text{ ս}^2/\text{վրկ}^2,$$

$$\frac{\alpha q^2}{g} = \frac{1,1 \cdot 2,54^2}{9,81} = 0,7234 \text{ ս}^3,$$

$$2/b = 2/16 = 0,25 \text{ ս}^{-1}:$$

Պավլովսկու բանաձևի y ցուցիչը որոշենք Ն. Ն. Պավլովսկու կրճատ բանաձևով՝ $y = 1,5 \sqrt{n}$,

$$2y = 3 \sqrt{0,017} = 0,391:$$

Ինտեգրման քալը ընդունենք $H = 1$, արժեքները տպելու քալը՝ $M = M + 5$: Ինտեգրումը կատարվում է «Նաիրի-2» էՀՄ-ի վրա:

Ինտեգրման սահմանները կլինեն սեղմված խորությունից մինչև գործնականում ջրի նորմալ խորությունը:

Ստորև տրված է հաշվարկի ծրագիրը «Նաիրի-2» էՀՄ-ի համար և հաշվարկի արդյունքները:

Նկ. 19-1-ում կառուցված է աղատ մակերևույթի կորը:

19-1 խնդրի ծրագիրը և հաշվարկի արդյունքները

ար. 1 — 12 — 1976 ր 14

«նաիրի — 2»

1 = 2 y

1 = 6 z

1 Вычислим $y_0 = (0,008 - 0,001864 (\exp 1,391 \ln (1 + 0,125 y_0)) / \exp 3,391 \ln y_0) / (1 - 0,7234/y_0^3)$

2 допустим $t = 0$ $y_0 = 0,372$ $n = 1$ $m = 5$

3 программа рк (y 1 z t t m n)

4 печатаем с 5 знаками t y₀

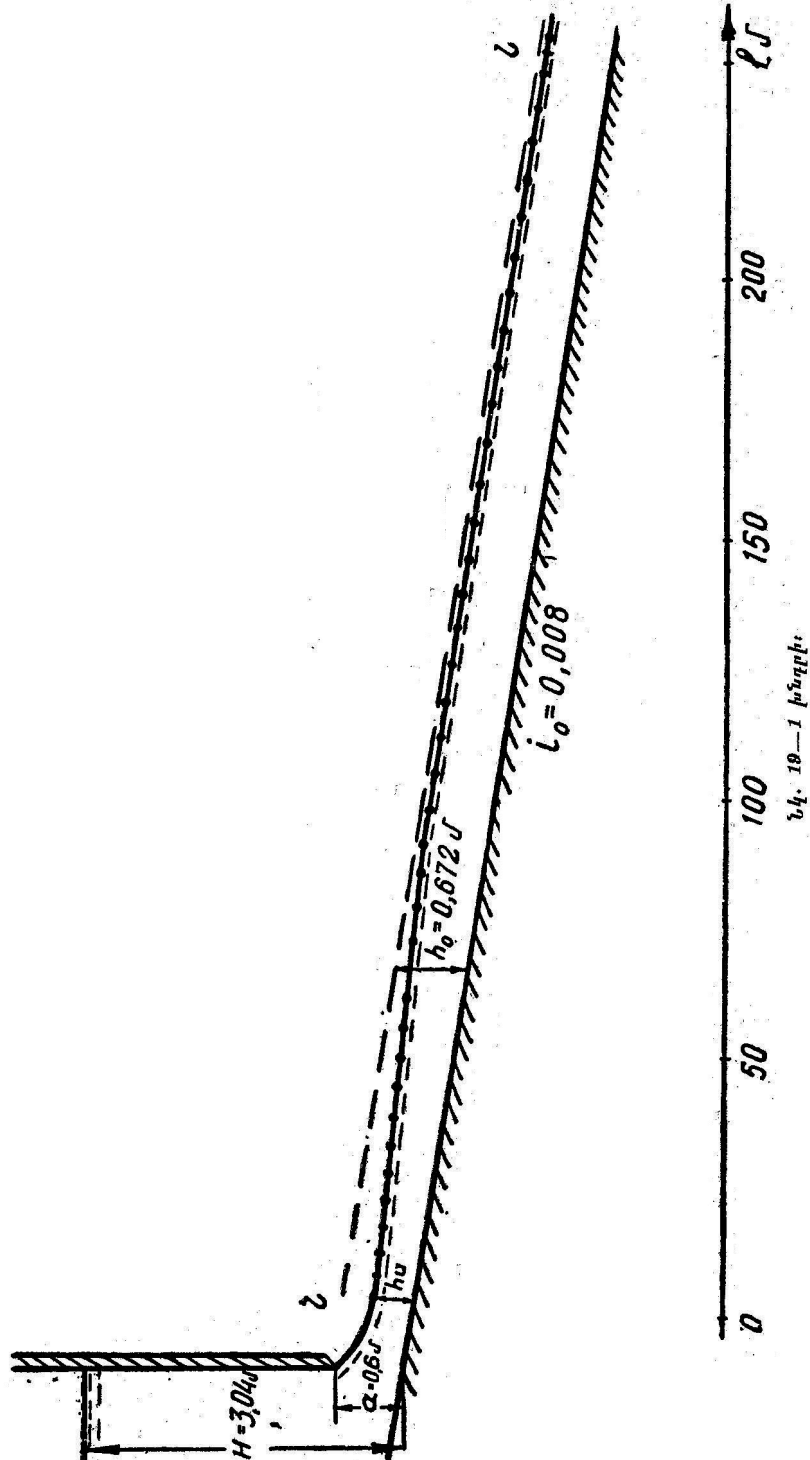
5 вставим $m = m + 5$

6. если $m - 250 < \text{идти к } 3$

7 кончаем

исполним 2

t = 5,00000	y ₀ = 0,39038	t = 165,00000	y ₀ = 0,66259
t = 10,00000	y ₀ = 0,40816	t = 170,00000	y ₀ = 0,66388
t = 15,00000	y ₀ = 0,42535	t = 175,00000	y ₀ = 0,66500
t = 20,00000	y ₀ = 0,44193	t = 180,00000	y ₀ = 0,66599
t = 25,00000	y ₀ = 0,45790	t = 185,00000	y ₀ = 0,66685
t = 30,00000	y ₀ = 0,47325	t = 190,00000	y ₀ = 0,66761
t = 35,00000	y ₀ = 0,48797	t = 195,00000	y ₀ = 0,66827
t = 40,00000	y ₀ = 0,50206	t = 200,00000	y ₀ = 0,66884
t = 45,00000	y ₀ = 0,51551	t = 205,00000	y ₀ = 0,66934
t = 50,00000	y ₀ = 0,52830	t = 210,00000	y ₀ = 0,66978
t = 55,00000	y ₀ = 0,54042	t = 215,00000	y ₀ = 0,67016
t = 60,00000	y ₀ = 0,55188	t = 220,00000	y ₀ = 0,67049
t = 65,00000	y ₀ = 0,56267	t = 225,00000	y ₀ = 0,67078
t = 70,00000	y ₀ = 0,57280	t = 230,00000	y ₀ = 0,67103
t = 75,00000	y ₀ = 0,58225	t = 235,00000	y ₀ = 0,67125
t = 80,00000	y ₀ = 0,59105	t = 240,00000	y ₀ = 0,67144
t = 85,00000	y ₀ = 0,59921	t = 245,00000	y ₀ = 0,67160
t = 90,00000	y ₀ = 0,60674	t = 250,00000	y ₀ = 0,67175
t = 95,00000	y ₀ = 0,61365		
t = 100,00000	y ₀ = 0,61998		
t = 105,00000	y ₀ = 0,62575		
t = 110,00000	y ₀ = 0,63099		
t = 115,00000	y ₀ = 0,63572		
t = 120,00000	y ₀ = 0,63999		
t = 125,00000	y ₀ = 0,64382		
t = 130,00000	y ₀ = 0,64725		
t = 135,00000	y ₀ = 0,65031		
t = 140,00000	y ₀ = 0,65303		
t = 145,00000	y ₀ = 0,65544		
t = 150,00000	y ₀ = 0,65758		
t = 155,00000	y ₀ = 0,65947		
t = 160,00000	y ₀ = 0,66113		



ԽՆԴԻՐ 19—2: ԷՀՄ-ի կիրառումով նախորդ խնդրի տվյալներով կառուցել ազատ մակերևույթի կորը հորիզոնական հունի դեպքում:

Լուծում: Ազատ մակերևույթի կորը ալս դեպքում կլինի C_0 տիպի: Այն սկսվում է սեղմված խորությունից և մոտենում կրիտիկականին 90° անկյան տակ: Ինտեգրման սահմանները կլինեն h_c -ից մինչև h_k :

Անհավասարաչափ շարժման դիֆերենցիալ հավասարումը կլինի նույնը, ինչ որ նախորդ դեպքում: i_0 -ի փոխարեն տեղադրելով $i_0 = 0$ և մնացած թվային արժեքները, կստանանք՝

$$\frac{dh}{dl} = \frac{-\frac{0,0018645}{h^{3,391}} \left(1 + \frac{h}{8}\right)^{1,391}}{1 - \frac{0,7234}{h^3}};$$

Ստորև տրված է «Նաիրի-2»-ի համար ծրագիրը և հաշվարկի արդյունքները:

Նկ. 19—2-ում բերված է ազատ մակերևույթի կորը:

ԽՆԴԻՐ 19—3: ԷՀՄ-ի կիրառումով կառուցել ազատ մակերևույթի կորը գծային օրենքով լայնացող հակառակ թեքություն, կոպիտ բետոնապատված ուղղանկյուն ջրանցքում հետևյալ տվյալների դեպքում՝ $i_0 = -0,02$, $Q = 132,4$ մ³/վրկ, $b_1 = 9,75$ մ, $b_2 = 17,45$ մ, $L = 404$ մ, $h_1 = 3,91$ մ (ջրի խորությունը ջրանցքի սկզբում):

Լուծում: Բաց հուններում ջրի անհավասարաչափ շարժման դիֆերենցիալ հավասարումը ունի հետևյալ տեսքը՝

$$\frac{dh}{dl} = \frac{i_0 - \frac{Q^2}{\omega^2 C^2 R} \left(1 - \frac{\alpha C^2 R}{g \omega} \cdot \frac{\partial \omega}{\partial l}\right)}{1 - \frac{\alpha Q^2}{g \omega^3} \cdot \frac{\partial \omega}{\partial h}} \quad (ա)$$

(Նշանակումները հայտնի են):

Գծային օրենքով լայնացող ջրանցքի դեպքում ունենք՝

$$\omega = \beta h l, \quad \chi = \beta l + 2h, \quad R' = \frac{h}{1 + \frac{2}{\beta} \cdot \frac{h}{l}},$$

որտեղ l -ը բևեռից կամալական կտրվածքի հեռավորությունն է, β -ն կենտրոնական անկյան գործակիցն է, ϕ -ն կենտրոնական անկյունն է (Նկ. 19—3):

Նշանակելով $q = Q/\beta$ (տեսակարար ելք) և Շեզիի գործակիցը որոշելով ըստ Ն. Ն. Պավլովսկու բանաձևի՝ $C = \frac{1}{n} R^y$, (ա)-ի փոխարեն կստանանք՝

19-2 խնդրի ծրագիրը և հաշվարկի արդյունքները

an 1-12-1976 г 17

«наир» — 2»

1 = 2 y

1 = 0 z

1 Вычислим $z_0 = (0 - 0,001864 (\exp 1,391 \ln(1 + 0,125 y_0)) / \exp 3,391 \ln y_0) \cdot (1 - 0,7234 y_0^3)$

2 допустим $t = 0$ $y_0 = 0,372$ $n = 0,5$ $m = 5$

3 программа рк (y 1 z t i m n)

4 печатаем с 5 знаками $t y_0$

5 Вставим $m = m + 1 \cdot 5$

6 если $y_0 - 0,898 < 0$ идти к 3

7 кончаем

исполним 2

t = 5,00000	y ₀ = 0,39369
t = 10,00000	y ₀ = 0,41533
t = 15,00000	y ₀ = 0,43698
t = 20,00000	y ₀ = 0,45871
t = 25,00000	y ₀ = 0,48059
t = 30,00000	y ₀ = 0,50270
t = 35,00000	y ₀ = 0,52514
t = 40,00000	y ₀ = 0,54802
t = 45,00000	y ₀ = 0,57146
t = 50,00000	y ₀ = 0,59565
t = 55,00000	y ₀ = 0,62081
t = 60,00000	y ₀ = 0,64725
t = 65,00000	y ₀ = 0,67545
t = 70,00000	y ₀ = 0,70616
t = 75,00000	y ₀ = 0,74080
t = 80,00000	y ₀ = 0,78267
t = 85,00000	y ₀ = 0,84609
t = 90,00000	y ₀ = 1,11753

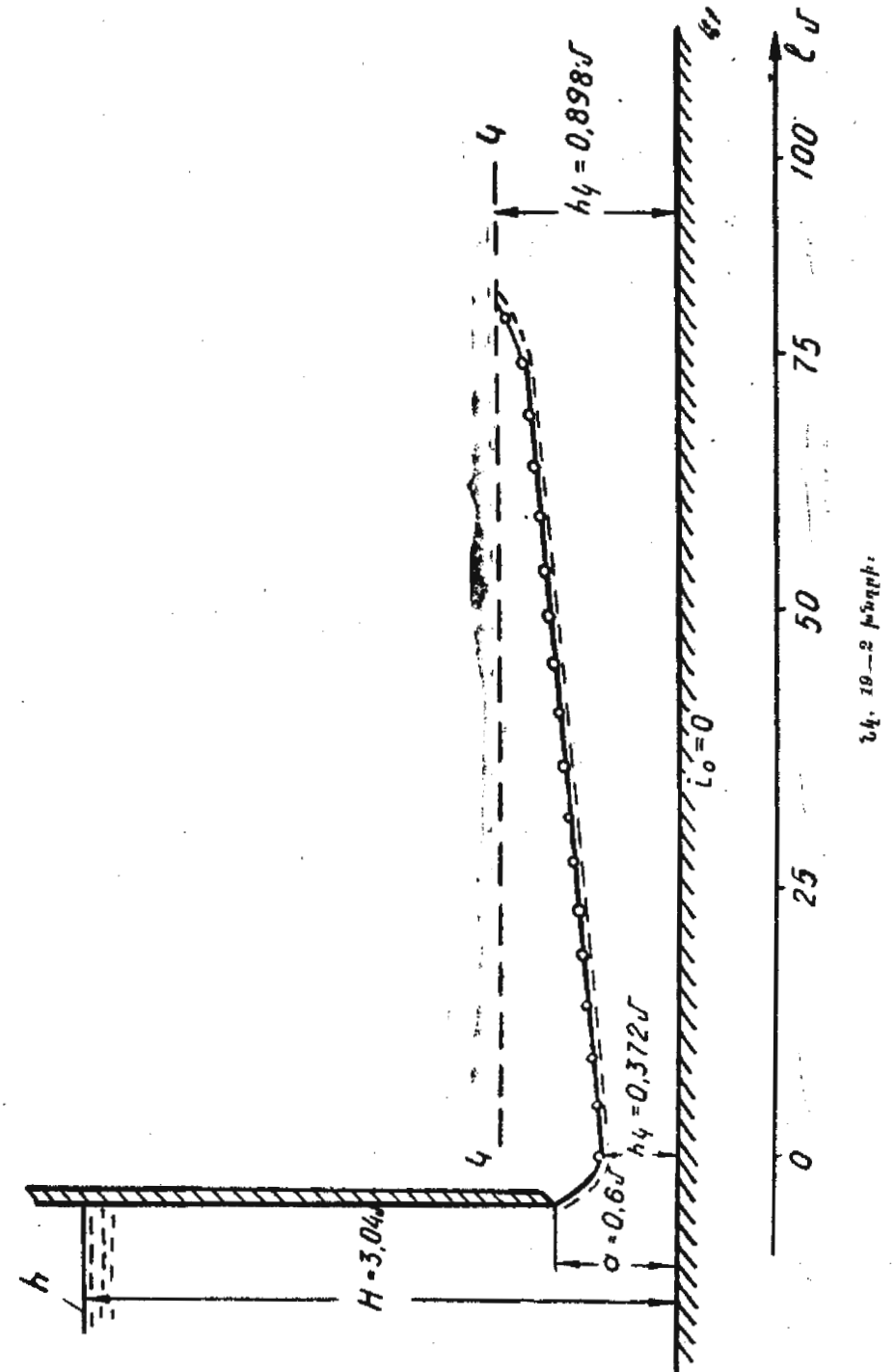
$$\frac{dh}{dl} = \frac{i_0 - \frac{\alpha q^2}{g l^2 h^3} \left[\frac{g n^2}{\alpha h^{2y}} \left(1 + \frac{2h}{\beta l} \right)^{2y+1} - \frac{h}{l} \right]}{1 - \frac{\alpha q^2}{g h^3 l^2}} \quad (P)$$

Յուցիչ y-ը խորհուրդ է տրվում որոշել Ն. Ն. Պավլովսկու կրճատման համար՝ $y = 1,5 \sqrt{n}$:

Որոշենք կենտրոնական անկյան գործակիցը՝

$$\beta = 2 \operatorname{tg} \psi / 2 = 2 \frac{b_2 - b_1}{2L} = \frac{17,45 - 9,75}{404} = 0,01905:$$

Տեսակարար ելքը կլինի՝



19-3 խնդրի ծրագիրը և հաշվարկի արդյունքները

ап 1—12—1976 г 15

«наирн — 2»

1 = 2 у

1 = 0 z

1 Вычислим $z_0 = (-0,002 - 5416182 (0,002577 (\exp 1,391 \ln (1 + 105 y_0/t)) / \exp 0,391 \ln y_0 - y_0/t) / y_0^3 t^2) / (1 - 5416182 / y_0^3 t^2)$

2 допустим $t = 512 y_0 - 3,91$ н = 2 м = 520

3 программа рк (у 1 z t m н)

4 печатаем с 5 знаками $t y_0$

5 вставим $m = m + 10$

6 если $m - 920 < 0$ идти к 3

7 кончаем

исполним 2

$t = 520,00000$	$y_0 = 3,90294$	$t = 810,00000$	$y_0 = 3,40527$
$t = 530,00000$	$y_0 = 3,89312$	$t = 820,00000$	$y_0 = 3,38400$
$t = 540,00000$	$y_0 = 3,88230$	$t = 830,00000$	$y_0 = 3,36258$
$t = 550,00000$	$y_0 = 3,87058$	$t = 840,00000$	$y_0 = 3,34101$
$t = 560,00000$	$y_0 = 3,85805$	$t = 850,00000$	$y_0 = 3,31929$
$t = 570,00000$	$y_0 = 3,84479$	$t = 860,00000$	$y_0 = 3,29743$
$t = 580,00000$	$y_0 = 3,83085$	$t = 870,00000$	$y_0 = 3,27542$
$t = 590,00000$	$y_0 = 3,81631$	$t = 880,00000$	$y_0 = 3,25328$
$t = 600,00000$	$y_0 = 3,80120$	$t = 890,00000$	$y_0 = 3,23100$
$t = 610,00000$	$y_0 = 3,78559$	$t = 900,00000$	$y_0 = 3,20859$
$t = 620,00000$	$y_0 = 3,76949$	$t = 910,00000$	$y_0 = 3,18604$
$t = 630,00000$	$y_0 = 3,75296$	$t = 920,00000$	$y_0 = 3,16336$
$t = 640,00000$	$y_0 = 3,73603$		
$t = 650,00000$	$y_0 = 3,71871$		
$t = 660,00000$	$y_0 = 3,70104$		
$t = 670,00000$	$y_0 = 3,68305$		
$t = 680,00000$	$y_0 = 3,66474$		
$t = 690,00000$	$y_0 = 3,64615$		
$t = 700,00000$	$y_0 = 3,62728$		
$t = 710,00000$	$y_0 = 3,60816$		
$t = 720,00000$	$y_0 = 3,58879$		
$t = 730,00000$	$y_0 = 3,56919$		
$t = 740,00000$	$y_0 = 3,54937$		
$t = 750,00000$	$y_0 = 3,52935$		
$t = 760,00000$	$y_0 = 3,50912$		
$t = 770,00000$	$y_0 = 3,48870$		
$t = 780,00000$	$y_0 = 3,46810$		
$t = 790,00000$	$y_0 = 3,44733$		
$t = 800,00000$	$y_0 = 3,42638$		

$$q = \frac{Q}{\beta} = \frac{132,4}{0,01905} = 6950 \text{ մ}^3/\text{վրկ. нաղ.}$$

Ջրանցքի սկզբի և վերջի օրդինատները կլինեն՝

$$L_1 = \frac{b_1}{\beta} = \frac{9,75}{0,01905} = 512 \text{ մ,}$$

$$L_2 = 512 + 404 = 916 \text{ մ:}$$

Որոշենք սկզբնական կտրվածքում կրիտիկական խորությունը՝

$$h_{k1} = \sqrt[3]{\frac{\alpha Q^2}{g b_1^3}} = \sqrt[3]{\frac{1,1}{9,81} \left(\frac{132,4}{9,75} \right)^2} = 2,745 \text{ մ:}$$

Հաստատուն գործակիցները կլինեն՝

$$\frac{\alpha q^2}{g} = \frac{1,1 \cdot 6950^2}{9,81} = 5416182 \text{ մ}^3,$$

$$\frac{g n^2}{\alpha} = \frac{9,81 \cdot 0,017^2}{1,1} = 0,002577 \text{ մ}^3/\text{վրկ}^2,$$

$$2/\beta = 2/0,01905 = 105,086,$$

$$2y = 2 \cdot 1,5 \sqrt{0,017} = 0,391:$$

Ծրագրավորման նշանակումները համապատասխանում են մեր նշանակումներին հետևյալ կերպ՝ $z_0 = \frac{dh}{dt}$, $t = l$, $y_0 = h$:

Ինտեգրման քայլը ընտրված է $h = 2$, իսկ տպելու քայլը՝ $M = M + 10$:

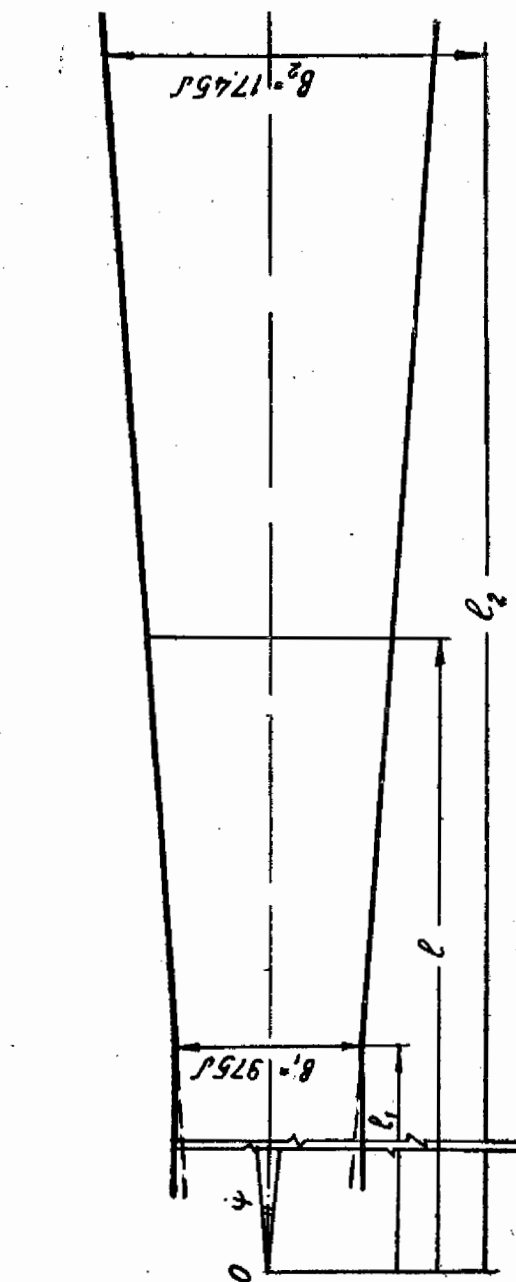
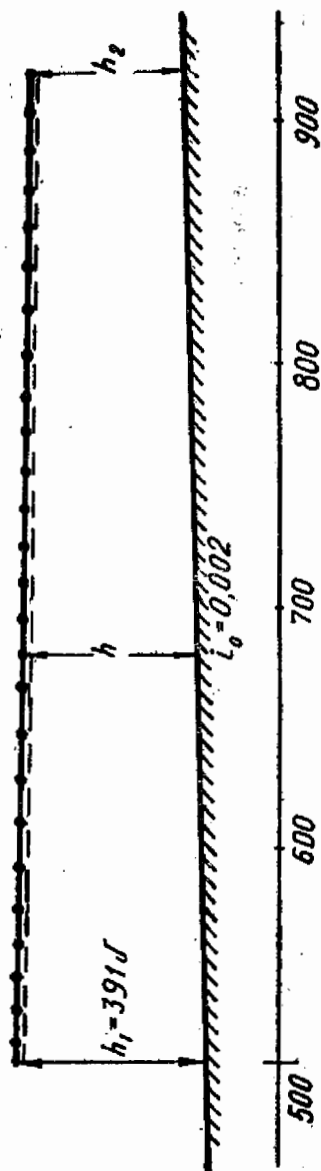
Ինտեգրումը կատարվում է Ռունգե-Կուտտի մեթոդով, հաստատուն ինտեգրման քայլով (րк): Նման հաշվարկ կարելի է կատարել ինտեգրման քայլի ավտոմատ ընտրումով:

Տեղադրելով թվային արժեքները (μ) հավասարման մեջ, կստանանք

$$\frac{dh}{dt} = \frac{-0,002 - \frac{5416182}{l^2 h^3} \left[\frac{0,002577}{h^{0,391}} \left(1 + \frac{105h}{l} \right)^{1,391} - \frac{h}{l} \right]}{1 - \frac{5416182}{l^2 h^3}}$$

Ստորև տրված է հաշվարկի ծրագիրը «Նաիրի-2» ԷՆՄ-ի համար և հաշվարկի արդյունքները:

Նկ. 19-3-ում կառուցված է ազատ մակերևույթի կորը:



Նկ. 10-3 Խնդրի:

ՀԱՎԵԼՎԱԾ

Աղյուսակ 1

Ջրի խտությունը կախված ջերմաստիճաններից

$t^{\circ}\text{C}$	$\rho/\text{մ}^3$	$t^{\circ}\text{C}$	$\rho/\text{մ}^3$
0	999,867	40	992,244
4	1000,000	50	988,070
5	999,992	60	983,237
10	999,727	80	971,831
20	998,229	90	955,344
30	995,672	100	958,375

Աղյուսակ 2

Մի բանի անսեղմելի ենդուկների խտությունները ($t = 15^{\circ}\text{C} = 288^{\circ}\text{K}$)

Հենդուկ	$\rho/\text{մ}^3$	Հենդուկ	$\rho/\text{մ}^3$
Ծովի ջուր	1020	Բենզին	740
Սնդիկ	13600	Կերոսին և նավթ	800
Սպիրտ	790	Մեթանոլի յուղ	900

Աղյուսակ 3

Մի բանի ճյուղերի խտությունները և առանցքայանություն մոդուլները

Նյութ	$\rho/\text{մ}^3$	$E/\text{Ն/մ}^2$
Պողպատ	7850	$19,62 \cdot 10^{10}$
Չուգուն	7600	$11,77 \cdot 10^{10}$
Ջուր	1000	$20,31 \cdot 10^8$
Բետոն	2000	$1,96 \cdot 10^{10}$
Փայտ	700	$0,98 \cdot 10^{10}$

Աղյուսակ

Ջրի հազեցված գոլորտների մեծումը կախված ջերմաստիճանից

t°C	0	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
p													
q _ս (ն/մ²)	610,97	872,10	1227,72	1704,59	2337,72	4242,82	7063,2	12339,0	19924,1	31186,4	47372,5	70131,6	101350,0

Աղյուսակ

Մի բանի հեղուկների կիսմասիկական մածուցիկության գործակիցները՝ առանհայտված ստոմաներով (սմ²/վրկ), կախված ջերմաստիճանից

t°C	0	10	20	30	40
Հեղուկ					
Բենզին	0,0108	0,0095	0,0083	0,0075	0,007
Կերոսին	0,04	0,033	0,027	0,022	0,018
Մեթանոլի յուղ	27,0	8,8	3,6	0,8	1,0
Ջուր	0,01794	0,01310	0,01010	0,00803	0,00699

Աղյուսակ 6

Մի բանի երկաթափական պակերների մակերեսները (S), ծանրության կենտրոնի բառնությունները (y_c), իներցիայի մոմենտները (I) և իներցիայի օտոավիդները (r)

Անվանում	Գծագիր	Բանաձև
Ուղղանկյուն		$S = h \cdot L$ $y_c = \frac{h}{2}$ $I_x = \frac{bh^3}{12}$ $r_x^2 = \frac{h^2}{12}$

Անվանում	Գծագիր	Բանաձև
Սեղան		$S = \frac{a+b}{2} h$ $y_c = \frac{h}{3} \frac{2a+b}{a+b}$ $I_x = \frac{h^3}{54} \frac{2a+b}{a+b} \left[1 + \frac{2ab}{(a+b)^2} \right]$ $r_x^2 = \frac{h^2}{18} \left[1 + \frac{2ab}{(a+b)^2} \right]$
Եռանկյուն		$S = \frac{a \cdot h}{2}$ $y_c = \frac{h}{3}$ $I_x = \frac{ah^3}{36}$ $r_x^2 = \frac{h^2}{18}$
Շրջան		$S = \pi R^2$ $y_c = R$ $I_x = \frac{\pi R^4}{4}$ $r_x^2 = \frac{R^2}{4}$
Կիսաշրջան		$S = \frac{\pi R^2}{2}$ $y_c = \frac{4}{3} \frac{R}{\pi} = 0,4244 R$ $I_x = \frac{9\pi^2 - 64}{72\pi} R^4 = 0,109 R^4$ $r_x^2 = \frac{9\pi^2 - 64}{36\pi^2} R^2 = 0,0699 R^2$

Անվանում	Գծագիր	Բանաձև
Օղակ		$S = \pi (R^2 - r^2)$ $y_c = R$ $I_x = \frac{1}{4} \pi (R^4 - r^4)$ $r_x^2 = \frac{1}{4} \pi (R^2 + r^2)$
Էլիպս		$S = \pi ab$ $y_c = b$ $I_x = \frac{1}{4} \pi ab^3$ $r_x^2 = \frac{b^2}{4}$

Աղյուսակ 7

Մի բանի երկրաչափական մասնիկների ծավալները (W)

Անվանում	Գծագիր	Բանաձև
Հաստ գլան		$\pi R^2 \frac{h_1 + h_2}{2}$
Կոն		$\frac{1}{3} \pi R^2 h$
Հաստ կոն		$\frac{\pi h}{3} (R^2 + r^2 + Rr)$

Անվանում	Գծագիր	Բանաձև
Գունդ		$\frac{4}{3} \pi R^3$
Գնդային սեղման		$\frac{1}{6} \pi h (3R^2 + h^2)$ $y_c = \frac{h}{4} \frac{4R^2 - h^2}{3R^2 - h^2}$

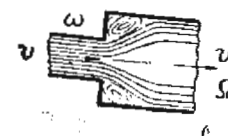
Աղյուսակ 8

Կլոր պողպատյա ($n=0,012$) խողովակների համար λ -ի արժեքները ըստ Ն. Ն. Պավլովսկու բանաձևի

d մմ	50	75	100	125	150	200	250	300	350
λ	0,0391	0,0349	0,0321	0,0301	0,0286	0,0263	0,0247	0,0234	0,0224
d մմ	400	450	500	600	700	800	900	1000	1200
λ	0,0216	0,0209	0,0202	0,0192	0,0184	0,0177	0,0171	0,0166	0,0159

Աղյուսակ 9

Ցեղական կոռուսների գործակիցների արժեքները չափեր սեղական դիմադրությունների համար

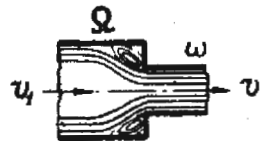


1. Կտրվածքի հանկարծակի լայնացում:

$$\xi_1 = \left(1 - \frac{\omega}{\Omega} \right)^2$$

$\frac{\omega}{Q}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
ξ_1	0,81	0,64	0,49	0,36	0,25	0,16	0,09	0,04	0,01	0

2. Կտրվածքի հանկարծակի նեղացում.



$$\xi_s = 0,5 \left(1 - \frac{\omega}{Q} \right)$$

Մուտքի $\xi = 0,5$ — սուր եզերքի դեպքում:
 $\xi = 0,2$ — կլոր շուրթերի դեպքում:

$\frac{\omega}{Q}$	0	0,1	0,2	0,3	0,6	0,8	1,0
ξ_s	0,5	0,45	0,40	0,35	0,2	0,1	0



3. Դիաֆրագմա

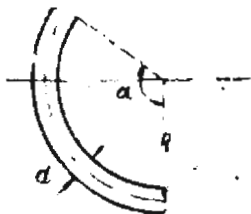
$\frac{\omega_1}{\omega}$	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
ξ	1070	245	51	18,4	8,2	4,0	2,0	0,97	0,41	0,126	0

4. Անկյուն խողովակի վրա.



α°	30	40	50	60	70	80	90
ξ	0,20	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90	1,10

5. Կորուսյուն խողովակի վրա.

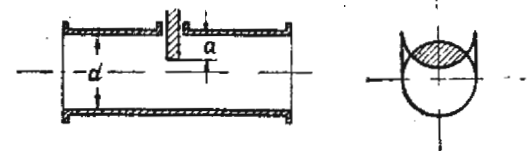


$$\xi_k = 0,73 f \left(\frac{R}{d} \right) \varphi(\alpha)$$

R/d	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
f(R/d)	0,32	0,21	0,165	0,14	0,125	0,112	0,105	0,096	0,092	0,09
ξ_{90°	0,234	0,153	0,120	0,102	0,091	0,082	0,077	0,070	0,067	0,066

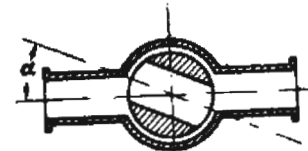
α	0	20	40	60	80	90	100	120	140	160	180
$\varphi(\alpha)$	0	0,35	0,55	0,78	0,92	1,0	1,05	1,17	1,26	1,32	1,4

6. Հարթ փական խողովակի մեջ:



$\frac{a}{d}$	0	$\frac{1}{8}$	$\frac{2}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{4}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{6}{8}$	$\frac{7}{8}$	1
$\xi_{\text{փ}}$	0	0,07	0,26	0,81	2,06	5,52	17,0	97,8	∞

7. Խցանալին փական.



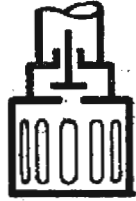
a	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
$\xi_{\text{փ}}$	0,05	0,29	0,75	1,56	3,10	5,47	9,68	17,3	31,2	52,6	106,0

8. Վենտիլ, է-ն տրված լրիվ բաց վիճակի համար.



d մմ	15	25	50	100
ξ	10,8	6,1	4,6	4,1

9. Հակառակ փական ցանցով.



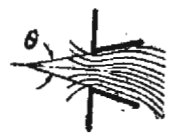
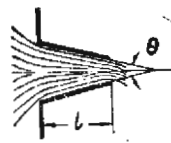
$$\xi = 10$$

Աղյուսակ 10

Արտահոսման գործակիցների արժեքները զանազան աճյուների և կցափողների համար

	Գծադիր	Անվանումը	ξ	φ	ϵ	μ
1		Սուր շուրթերով կլոր անցք	0,06	0,97	0,64	0,62
2		Խողովակային կցափող առաջին ուժիմ $l < 2d$	0,06	0,97	0,64	0,62
3		Խողովակային կցափող երկրորդ ուժիմ $l = (2 \div 3) d$	0,5	0,82	1,0	0,82
4		Հակառակ կցափող առաջին ուժիմ $l < 2d$	0,08	0,96	0,54	0,52
5		Հակառակ կցափող երկրորդ ուժիմ $l = (2 \div 3) d$	1,00	0,71	1,00	0,71

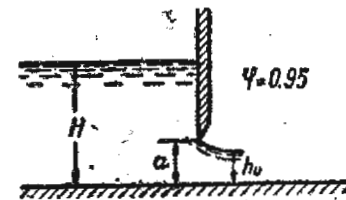
Շարունակություն աղյուսակ 10-ի

	Գծադիր	Անվանումը	ξ	φ	ϵ	μ
6		Կորացված շուրթերով անցք	0,04	0,98	1,00	0,98
7		Կոնական տարա- մետվող կցափող $\theta = 5 - 7^\circ$	4,0	0,45	1,00	0,45
8		Կոնական դուզա- մետվող կցափող $\theta = 13 - 24^\circ$	0,09	0,96	0,98	0,94

Աղյուսակ 11

Հարթ փականի թակից արտահոսման դեպքում սեղմման
գործակիցները ըստ Ն. Ե. Ժուկովսկու

$\frac{a}{H}$	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75
$\frac{h}{a}$	0,615	0,618	0,620	0,622	0,625	0,628	0,630	0,638	0,645	0,650	0,660	0,675	0,690	0,705



Խորհուրդության գործակցի արժեքները

	Պատի բնույթը	n	$\frac{1}{n}$
1	Ձափազանց հարթ մակերևութներ, զլազուրով կամ էմալով ծածկված մակերևութներ:	0,009	111,0
2	Շատ խնամքով ունդած և միացված տախտակներ: Մաքուր ցեմենտի սվաղ:	0,010	100,0
3	Ցեմենտի լավ սվաղ 1/3 ավազի խառնուրդով: Լավ միացված և տեղադրված նոր մաքուր կավե, չուգունե խողովակներ:	0,011	90,9
4	Լավ միացված, բայց չունդած տախտակներ: Ջրմուղի խողովակներ նորմալ պայմաններում, առանց նկատելի ժանդոտման, կոյուղու շատ մաքուր խողովակներ, չափազանց լավ բետոնապատում:	0,012	83,3
5	Տաշած քարի շարվածք լավ պայմաններում, աղյուսի լավ շարվածք, կոյուղու խողովակներ նորմալ պայմաններում: Որոշ չափով կեղտոտված ջրմուղի խողովակներ:	0,013	76,9
6	Ջրմուղի և կոյուղու կեղտոտված խողովակներ: Ջրանցքների բետոնապատում նորմալ պայմաններում:	0,014	71,4
7	Աղյուսի միջին որակի շարվածք, տաշած քարի երեսապատում միջին պայմաններում: Բավականաչափ կեղտոտված ջրատարներ: Բրեկետի պատեր շրջառևների վրա:	0,015	66,7
8	Լավ բուտ շարվածք, հին աղյուսի շարվածք, համեմատաբար կոպիտ բետոնապատում: Ձափազանց ողորկ, լավ մշակված ժայռ:	0,017	58,8
9	Տղմի հաստ, կայուն շերտով ծածկված ջրանցքներ: Խիտ մանր կոպտի և լյուսի միջով անցնող ջրանցքներ՝ ծածկված տղմի համատարած թաղանթով (լավ պայմաններում):	0,018	55,6
10	Միջին բուտ շարվածք: Գետաքարի ծածկույթ: Ժայռի մեջ չափազանց մաքուր կտրված ջրանցքներ: Կոպտի և լյուսի միջով անցնող ջրանցքներ՝ ծածկված տղմի թաղանթով (նորմալ պայմաններում):	0,020	50,0
11	Խիտ կավի մեջ ջրանցքներ: Ջրանցքներ կոպտի, լյուսի և հողի մեջ տեղ-տեղ ծածկված տղմի թաղանթով: Հողային մեջ ջրանցքներ, որոնք գտնվում են միջինից բարձր պահպանման և վերանորոգման պայմաններում:	0,0225	44,4
12	Ձոր լավ շարվածք: Մեծ հողային ջրանցքներ միջին պահպանման և վերանորոգման պայմաններում և փոքր		

	Պատի բնույթը	n	$\frac{1}{n}$
	ջրանցքներ լավ պահպանման ու վերանորոգման պայմաններում: Գետեր շատ բարենպաստ պայմաններում (ուղիղ մաքուր հուն՝ առանց փլվածքների և խոր ողորկվածքների):	0,025	40,0
13	Հողային մեծ ջրանցքներ միջինից ցածր պահպանման և վերանորոգման պայմաններում, փոքր ջրանցքներ միջին պայմաններում:	0,0275	36,4
14	Հողային ջրանցքներ համեմատաբար վատ պայմաններում (օրինակ, տեղ-տեղ գետաքարի և կոպտի հավաքվածքով հատակում), նկատելիորեն ծածկված խոտով, շեպուկյունների տեղական փլվածքներով և այլն: Գետեր բարենպաստ պայմաններում (տե՛ս 12-րդ կատեգորիան):	0,030	33,3
15	Ջրանցքներ, որոնք գտնվում են շատ վատ պայմաններում (անկանոն, պրոֆիլով, նկատելիորեն լցված քարերով և գետաքարի ու կոպտի կուտակումներով): Գետեր, համեմատաբար բարենպաստ պայմաններում, բայց որոշ քանակությամբ քարերով և բերվածքների կուտակումներով:	0,035	28,6
16	Ջրանցքներ չափազանց վատ պայմաններում (զգալի ողորկվածքներով և փլվածքներով, եղեղնի ծածկույթ, խիտ արմատներ, խոշոր քարեր հունում և այլն): Գետեր, որոնց պայմանները ավելի են վատացել 15-րդ կատեգորիայի համեմատությամբ:	0,040	25,0

Էկոնոմիկ ստանդարտները ըստ արժանի էությունների

Աղյուսակ 13

d (մմ)	Q (l/վրկ)	d (մմ)	Q (l/վրկ)	d (մմ)	Q (l/վրկ)
80	6-8	200	35-45	325	100-115
100	8-12	225	45-55	350	115-140
125	12-18	250	55-75	400	140-175
150	18-25	275	70-85	450	175-225
175	25-35	300	85-100	500	225-350

Պողպատի ճարձակ օգտագործման մեջ եղած խողովակների
(ԳՈՍՏ 8262-46) բողոնակությունները ըստ Ֆ. Ս. Շեկելյուկի

Աղյուսակ 14

d (մմ)	K (l/վրկ)	K ² (l/վրկ) ²	d (մմ)	K (l/վրկ)	K ² (l/վրկ) ²
10	0,1743	0,03035	50	9,50	90,25
15	0,3370	0,1135	70	18,39	335,7
20	0,7801	0,6086	80	29,26	856,2
25	1,513	2,290	100	61,16	3740
32	3,363	10,654	125	110,2	12150
40	4,739	22,46	150	171,0	29460

Պողպատի խողովակներ (ԳՈՍՏ 3101-46)

d (մմ)	K (մ ³ /վրկ)	K ² (մ ³ /վրկ) ²	d (մմ)	K (մ ³ /վրկ)	K ² (մ ³ /վրկ) ²
175	0,2297	0,0274	275	0,8072	0,6515
200	0,3283	0,1078	300	1,032	1,065
225	0,4554	0,2074	325	1,282	1,643
250	0,6222	0,3871	350	1,566	2,452

Պողպատի խողովակներ (ԳՈՍՏ 4015-48)

d (մմ)	K (մ ³ /վրկ)	K ² (մ ³ /վրկ) ²	d (մմ)	K (մ ³ /վրկ)	K ² (մ ³ /վրկ) ²
400	2,202	4,850	800	13,29	176,5
450	3,030	9,183	900	18,15	329,6
500	4,009	16,07	1000	24,00	576,0
600	6,477	41,95	1200	38,91	1514
700	9,325	86,96	1400	58,54	3427
166					

C գործակցի արժեքները ըստ Ն. Ն. Պավլովսկու բանաձևի

$$C = \frac{1}{n} R^y, \text{ որտեղ } y = 2,5 \sqrt{n} - 0,13 - 0,75 \sqrt{R} (\sqrt{n} - 0,10)$$

Աղյուսակ 15

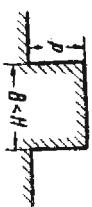
n	0,011	0,012	0,013	0,014	0,015	0,017	0,018	0,020	0,0225	0,025	0,0275	0,030	0,035	0,040
0,10	67,36	60,33	54,46	49,43	45,07	38,00	35,06	30,85	26,18	22,48	19,53	17,50	14,00	11,43
0,12	69,00	61,92	56,00	50,86	46,47	39,29	36,34	32,05	27,29	23,56	20,51	18,40	14,80	12,15
0,14	70,36	63,25	57,30	52,14	47,74	40,47	37,50	33,10	28,26	24,48	21,38	19,23	15,54	12,80
0,16	71,64	64,50	58,46	53,29	48,80	41,53	38,50	34,05	29,15	25,28	22,18	19,96	16,20	13,40
0,18	72,73	65,58	59,46	54,29	49,80	42,47	39,45	34,90	29,95	26,04	22,87	20,63	16,80	13,95
0,20	73,73	66,50	60,46	55,21	50,74	43,35	40,28	35,65	30,71	26,76	23,56	21,23	17,34	14,48
0,22	74,64	67,42	61,31	56,07	51,54	44,11	40,89	36,40	31,37	27,40	24,14	21,80	17,86	14,95
0,24	75,55	68,25	62,08	56,86	52,34	44,88	41,78	37,05	32,00	28,00	24,72	22,36	18,34	15,40
0,26	76,27	69,10	62,85	57,75	53,00	45,53	42,45	37,70	32,62	28,56	25,27	22,86	18,83	15,83
0,28	77,00	69,75	63,54	58,29	53,67	46,17	43,06	38,25	33,15	29,08	25,78	23,33	19,26	16,23
0,30	77,73	70,42	64,23	58,93	54,34	46,82	43,67	38,85	33,69	29,60	26,25	23,80	19,68	16,60
0,32	78,36	71,08	64,85	59,50	54,94	47,35	44,23	39,35	34,17	30,08	26,72	24,23	20,06	17,98
0,34	79,00	71,67	65,46	60,07	55,47	47,94	44,78	39,85	34,66	30,56	27,16	24,63	20,46	17,33
0,36	79,64	72,25	66,00	60,64	56,07	48,47	45,28	40,35	35,15	31,00	27,60	25,03	20,83	18,68
0,38	80,18	72,75	66,54	61,22	56,54	48,94	45,78	40,80	35,60	31,40	28,00	25,43	21,17	19,00
0,40	80,73	73,33	67,08	61,72	57,07	49,41	46,28	41,25	36,00	31,80	28,40	25,80	21,51	19,30
0,45	81,91	74,50	68,23	62,86	58,20	50,53	47,34	42,30	36,97	32,76	29,31	26,66	22,31	19,05
0,50	83,09	75,67	69,31	63,30	59,27	51,59	48,39	43,25	37,91	33,64	30,14	27,46	23,06	19,75
0,55	84,09	76,67	70,31	64,93	60,20	52,53	49,28	44,10	38,75	34,44	30,94	28,20	23,74	20,40
0,60	85,09	77,58	71,23	65,86	61,14	53,41	50,17	44,90	39,51	35,20	31,67	28,90	24,40	21,03
0,65	86,00	78,42	72,08	66,64	61,94	54,17	50,95	45,70	40,26	35,92	32,36	29,53	25,00	21,60
0,70	86,82	79,25	72,93	67,50	62,74	54,94	51,73	46,40	40,93	36,60	33,61	30,16	25,57	22,15
0,75	87,55	80,00	73,69	68,22	63,47	55,70	52,45	47,05	41,60	37,24	33,63	30,76	26,14	22,68
0,80	88,27	80,75	74,46	68,93	64,20	56,35	53,12	47,70	42,22	37,84	34,25	31,30	26,66	23,18
0,85	89,00	81,50	75,08	69,57	64,87	57,06	53,78	48,30	42,80	38,40	34,80	31,86	27,17	23,65
0,90	89,64	82,17	75,69	70,22	65,47	57,64	54,39	48,90	43,37	38,96	35,34	32,36	27,66	24,13

$R \text{ և } \pi$	0,011	0,012	0,013	0,014	0,015	0,017	0,018	0,020	0,0225	0,025	0,0275	0,030	0,035	0,040
0,95	90,27	82,50	76,31	70,86	66,07	58,23	54,90	49,45	43,91	39,48	35,85	32,86	28,11	24,58
1,00	90,91	83,33	76,92	71,43	66,07	58,82	55,56	50,00	44,44	40,00	36,36	33,33	28,57	25,00
1,10	92,00	84,33	77,92	72,36	67,54	59,64	56,34	50,75	45,15	40,72	37,05	34,00	29,20	25,60
1,20	93,09	85,33	78,92	73,29	68,40	60,47	57,12	51,50	45,82	41,40	37,71	34,63	29,79	26,18
1,30	94,09	86,25	79,77	74,07	69,14	61,17	57,78	52,15	46,48	42,04	38,32	35,23	30,34	26,70
1,40	95,00	87,08	80,62	74,86	69,87	61,88	58,45	52,75	47,06	42,64	38,91	35,76	30,86	27,20
1,50	95,82	87,83	81,38	75,57	70,54	62,53	59,06	53,35	47,60	43,20	39,41	36,30	31,37	27,68
1,60	96,64	88,58	82,15	76,29	71,20	63,11	59,62	53,90	48,12	43,72	39,96	36,80	31,83	28,13
1,70	97,36	89,25	82,85	76,93	71,80	63,70	60,17	54,46	48,62	44,24	40,43	37,26	32,28	28,55
1,80	98,09	89,92	83,54	77,57	72,40	64,23	60,67	54,95	49,11	44,72	40,91	37,70	32,71	28,95
1,90	98,82	90,58	84,15	78,14	72,94	64,76	61,17	55,40	49,55	45,20	41,34	38,13	33,11	29,35
2,00	99,45	91,17	84,77	78,72	73,47	65,29	61,67	55,85	50,00	45,64	41,78	38,56	33,51	29,73
2,10	100,09	91,75	85,31	79,22	73,94	65,76	62,12	56,30	50,39	46,04	42,18	38,96	33,88	30,08
2,20	100,73	92,33	85,92	79,79	74,47	66,23	62,56	56,70	50,79	46,48	42,58	39,33	34,26	30,45
2,30	101,27	92,83	86,46	80,29	74,94	66,64	62,95	57,15	51,19	46,84	42,94	39,70	34,60	30,78
2,40	101,91	93,42	86,92	80,72	75,34	67,05	63,34	57,50	51,55	47,24	43,30	40,06	34,94	31,13
2,50	102,45	93,72	87,46	81,32	75,80	67,47	63,73	57,90	51,91	47,60	43,67	40,40	35,18	31,43
2,60	102,91	94,33	87,93	81,64	76,20	67,88	64,12	58,25	52,26	47,96	44,03	40,73	35,60	31,75
2,70	103,36	94,75	88,38	82,07	76,60	68,29	64,51	58,60	52,62	48,32	44,36	41,06	35,91	32,05
2,80	103,91	95,26	88,85	82,50	77,00	68,64	64,84	58,95	52,93	48,64	44,69	41,36	36,20	32,35
2,90	104,36	95,67	89,23	82,86	77,34	69,00	65,17	59,30	53,24	47,96	44,98	41,70	36,45	32,60
3,00	104,82	96,08	89,69	83,29	77,74	69,35	65,51	59,60	53,55	49,28	45,30	42,00	36,70	32,80
3,20	105,73	96,92	90,54	84,07	78,47	70,05	66,17	60,25	54,17	49,88	45,89	42,56	37,00	33,00
3,40	106,55	97,67	91,23	84,72	79,07	70,64	66,73	60,80	54,71	50,40	46,10	42,80	37,30	33,20
3,60	107,36	98,42	92,00	85,43	79,74	71,29	67,34	61,35	55,21	50,70	46,50	43,15	37,60	33,45
3,80	108,09	99,08	92,69	86,07	80,34	71,88	67,89	61,90	55,77	51,00	46,90	43,50	37,90	33,70
4,00	108,82	99,75	93,38	86,72	80,94	72,41	68,39	62,40	56,26	51,30	47,20	43,75	38,10	33,90
4,20	109,55	100,42	94,00	87,29	81,47	72,94	68,89	62,90	56,71	51,55	47,50	44,00	38,30	34,15
4,40	110,18	101,00	94,62	87,86	82,00	73,47	69,39	63,40	57,15	51,80	47,70	44,20	38,45	34,35
4,60	110,82	101,58	95,23	88,43	82,54	73,94	69,83	63,85	57,59	52,00	47,90	44,50	38,60	34,45
4,80	111,45	102,17	95,85	89,00	83,07	74,41	70,28	64,25	58,04	52,25	48,10	44,70	38,70	34,55
5,00	112,09	102,75	96,38	89,50	83,54	74,88	70,73	64,70	58,44	52,50	48,30	44,90	38,80	34,65

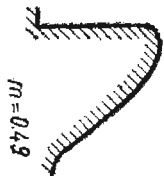
Թույլատրելի միջին արագությունները գտնազան գրանցների
և ամացումների համար ուղղված պայմանից

Աղյուսակ 16

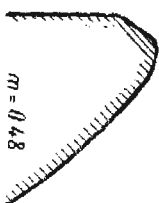
Գրանցների և ամացումների անվանումը	Թույլատրելի միջին արագությունները, մ/վրկ				
	0,4	1,0	2,0	4	5
1	2	3	4	5	
Թույլ կազմը և ավազակազմը	0,3	0,4	0,5	0,5	
Միջին կազմը և ավազակազմը	0,7	0,9	1,0	1,1	
Ամուր կազմը և ավազակազմը	1,0	1,2	1,4	1,5	
Չիմ տափակ կողմով	0,6	0,8	0,9	1,0	
Զոփուրի ծածկույթ	1,8	2,2	2,5	2,7	
Գետաբարձի միջնորդ աղբյուր	2,7	3,3	3,7	4,0	
Գաղտնալին ամբարան	4,2	5,0	5,7	6,2	
Միջին ամբարանային աղբյուրի շարժվածք գեմմանի շարժվածք	5,8	7,0	8,1	8,7	
Բաղալարներ և անդեղիներ	21,0	25,0	25,0	25,0	
Բետոնե երեսապատում					
Բետոն 210 մակնիշի	7,5	9,0	10,0	11,0	
Բետոն 170	6,6	8,0	9,0	10,0	
Բետոն 140	5,8	7,0	8,1	8,7	
Բետոն 110	5,0	6,0	6,9	7,5	
Բետոն 90	4,2	5,0	5,7	6,2	
Բետոնի և երկաթբետոնի կոնստրուկցիաներ					
Բետոն 210 մակնիշի	25,0	25,0	25,0	25,0	
Բետոն 170	25,0	25,0	25,0	25,0	
Բետոն 140	24,0	25,0	25,0	25,0	
Բետոն 110	20,0	24,0	25,0	25,0	
Բետոն 90	16,0	20,0	23,0	25,0	



$m=0.42$, $\alpha=0.9$



$m=0.49$



$m=0.48$

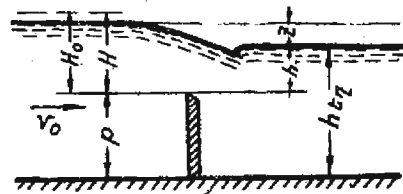
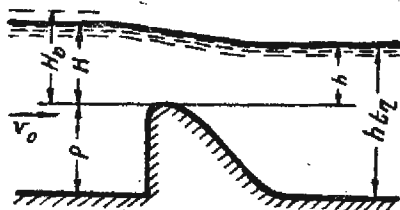
Քարակ պատով ջրաթափի $A(h/H_0)$ ֆունկցիայի արժեքները h/H և p/H չափեր արժեքների դեպքում, ըստ Վ. Հ. Թոմմաշյանի:

$\frac{h}{H}$	$A(h/H)$				$\frac{h}{H}$	$A(h/H)$			
	$p/H=8$	$p/H=5$	$p/H=3$	$p/H=1$		$p/H=8$	$p/H=5$	$p/H=3$	$p/H=1$
0,10	32,00	32,10	32,30	32,70	0,70	1,200	1,228	1,252	1,365
0,20	10,92	10,98	11,02	11,33	0,75	1,020	1,050	1,068	1,170
0,30	5,68	5,73	5,78	6,01	0,80	0,857	0,885	0,903	0,995
0,40	3,50	3,55	3,59	3,77	0,85	0,712	0,738	0,753	0,835
0,50	2,36	2,40	2,43	2,59	0,90	0,572	0,594	0,607	0,675
0,60	1,69	1,73	1,76	1,89	0,95	0,418	0,434	0,444	0,498

Փորձնական պրոֆիլով ջրաթափի սուզվածության գործակիցների σ և $A(h/H_0)$ ֆունկցիայի արժեքները h/H_0 հաղաքներույան չափեր արժեքների դեպքում, ըստ Վ. Հ. Թոմմաշյանի:

$\frac{h}{H_0}$	σ	$A(h/H_0)$	$\frac{h}{H_0}$	σ	$A(h/H_0)$	$\frac{h_n}{H_0}$	σ	$A(h/H_0)$
0,00	1,000	∞	0,50	0,972	2,750	0,85	0,70	0,894
0,10	0,998	31,50	0,60	0,950	2,040	0,90	0,59	0,691
0,20	0,996	11,15	0,70	0,890	1,518	0,95	0,41	0,443
0,30	0,991	6,03	0,75	0,850	1,308	1,00	0	0
0,40	0,983	3,88	0,80	0,790	1,104			

$$A_0 = \frac{Q}{\sqrt{2g} mbh^{3/2}}$$



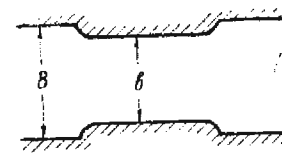
Սուզման գործակիցը բարակ պատով ջրաթափի համար՝

$$\sigma = 1,05 \left(1 + 0,2 \frac{h}{p}\right)^3 \sqrt{\frac{z}{H}}$$

Կողային սեղման դեպքում ջրաթափի ելքի գործակիցը հաշվի առած հաև մոտեցման արագությունները՝

$$m = \left[0,405 + \frac{0,03}{H} - 0,03 \frac{B-b}{B}\right] \left[1 + 0,55 \left(\frac{b}{B}\right)^2 \left(\frac{H}{H+p}\right)^3\right]$$

(Բաղենի բաժանակ):



Մ. Բաղդուբյան գործակցի արժեքները լայն շեմքով ջրաթափի համար ըստ Ն. Ն. Պավլովսկու:

Ջրաթափի շեմքի բնութագիրը		φ
1.	Տեսական սահմանային դեպքը, երբ կորուստներ չկան	1,00
2.	Ջրաթափի մուտքի մասի հատուկ ընտրված լավ ձևի դեպքում	0,95
3.	Կորացված մուտքով շեմքի դեպքում	-0,92
4.	Բթացված մուտքի անկյան դեպքում	0,88
5.	Առանց կորացման մուտքով շեմք	0,85
6.	Առանց կորացման մուտք, խորղուրորդ, վատ պայմաններում	0,80

Լայն շեմքով ջրաթափի k և m_0 գործակիցները կախված φ -ից և λ -ից

φ	$\lambda = 1,00$		$\lambda = 1,25$		$\lambda = 1,50$		$\lambda = 2,00$		$\lambda = 3,00$		$\lambda > 3,00$	
	k	m_0	k	m_0	k	m_0	k	m_0	k	m_0	k	m_0
0,70	0,535	0,216	0,517	0,251	0,510	0,245	0,503	0,240	0,499	0,237	0,495	0,234
0,72	552	290	534	263	526	257	517	250	513	247	509	244
0,74	572	307	552	276	542	268	531	260	527	257	523	254
0,76	592	320	568	288	557	280	545	270	540	267	536	264
0,78	612	340	584	300	572	291	559	281	554	277	549	274
0,80	632	355	600	313	587	302	573	292	567	287	561	284
0,82	655	375	617	327	602	314	586	302	580	297	573	293
0,84	676	395	635	341	615	325	600	313	592	307	585	302
0,86	700	415	650	353	630	337	614	323	604	317	597	311
0,88	722	435	665	368	644	348	626	333	616	326	608	320
0,90	748	458	680	378	658	360	638	343	627	335	619	328
0,92	775	480	697	393	672	371	650	353	638	344	629	336
0,94	803	510	713	406	685	382	662	363	649	353	639	344
0,96	850	550	729	419	698	393	673	372	659	361	649	352
0,98	—	—	745	433	711	404	684	381	669	369	658	360
1,00	—	—	760	447	723	415	695	390	679	377	667	368

 $\Pi(x)$ ֆունկցիայի արժեքները Ն. Ն. Պավլովսկու
հավասարման մեջ ($i_0 > 0$)

x	$\Pi(x)$	Δ	x	$\Pi(x)$	Δ	x	$\Pi(x)$	Δ	x	$\Pi(x)$	Δ
0,00	0	0,050	0,85	1,256	0,037	1,07	1,693	0,064	1,44	0,856	0,009
0,05	0,050	0,050	0,86	1,293	0,040	1,08	1,629	0,056	1,45	0,847	0,009
0,10	0,100	0,051	0,87	1,333	0,042	1,09	1,573	0,051	1,46	0,838	0,009
0,15	0,151	0,052	0,88	1,375	0,046	1,10	1,522	0,045	1,47	0,829	0,008
0,20	0,203	0,052	0,89	1,421	0,051	1,11	1,477	0,041	1,48	0,821	0,008
0,25	0,255	0,054	0,90	1,472	0,027	1,12	1,436	0,038	1,49	0,813	0,008
0,30	0,309	0,056	0,905	1,499	0,028	1,13	1,398	0,035	1,50	0,805	0,038
0,35	0,365	0,059	0,910	1,527	0,030	1,14	1,363	0,032	1,55	0,767	0,034
0,40	0,424	0,061	0,915	1,557	0,032	1,15	1,331	0,030	1,60	0,733	0,030
0,45	0,485	0,064	0,920	1,589	0,033	1,16	1,301	0,028	1,65	0,703	0,028
0,50	0,549	0,070	0,925	1,622	0,036	1,17	1,273	0,026	1,70	0,675	0,025
0,55	0,619	0,074	0,930	1,658	0,038	1,18	1,247	0,025	1,75	0,650	0,024
0,60	0,693	0,016	0,935	1,696	0,042	1,19	1,222	0,023	1,80	0,626	0,021
0,61	0,709	0,016	0,940	1,738	0,044	1,20	1,199	0,022	1,85	0,605	0,020
0,62	0,725	0,016	0,945	1,782	0,049	1,21	1,177	0,021	1,90	0,585	0,019
0,63	0,741	0,017	0,950	1,831	0,054	1,22	1,156	0,020	1,95	0,566	0,017
0,64	0,758	0,017	0,955	1,885	0,060	1,23	1,136	0,019	2,0	0,549	0,031
0,65	0,775	0,017	0,960	1,945	0,068	1,24	1,117	0,019	2,1	0,518	0,028
0,66	0,792	0,018	0,965	2,013	0,079	1,25	1,098	0,017	2,2	0,490	0,024
0,67	0,810	0,019	0,970	2,092	0,092	1,26	1,081	0,016	2,3	0,466	0,022
0,68	0,829	0,019	0,975	2,184	0,113	1,27	1,065	0,016	2,4	0,444	0,020
0,69	0,848	0,019	0,980	2,297	0,145	1,28	1,049	0,016	2,5	0,424	0,019
0,70	0,867	0,020	0,985	2,442	0,204	1,29	1,033	0,015	2,6	0,405	0,016
0,71	0,887	0,020	0,990	2,646	0,354	1,30	1,018	0,014	2,7	0,389	0,015
0,72	0,907	0,021	0,995	3,000	∞	1,31	1,004	0,014	2,8	0,374	0,014
0,73	0,928	0,022	1,000	∞	∞	1,32	0,990	0,013	2,9	0,360	0,014
0,74	0,950	0,022	1,005	2,997	0,345	1,33	0,977	0,013	3,0	0,346	0,052
0,75	0,972	0,024	1,010	2,652	0,202	1,34	0,964	0,012	3,5	0,294	0,039
0,76	0,996	0,024	1,015	2,450	0,143	1,35	0,952	0,012	4,0	0,255	0,029
0,77	1,020	0,025	1,020	2,307	0,110	1,36	0,940	0,012	4,5	0,226	0,023
0,78	1,045	0,026	1,025	2,197	0,090	1,37	0,928	0,011	5,0	0,203	0,035
0,79	1,071	0,027	1,030	2,107	0,076	1,38	0,917	0,011	6,0	0,168	0,042
0,80	1,098	0,029	1,035	2,031	0,065	1,39	0,906	0,010	8,0	0,126	0,026
0,81	1,127	0,029	1,040	1,956	0,058	1,40	0,896	0,010	10,0	0,100	0,033
0,82	1,156	0,032	1,045	1,908	0,051	1,41	0,886	0,010	15,0	0,067	0,027
0,83	1,188	0,033	1,05	1,857	0,089	1,42	0,876	0,010	25,0	0,040	0,020
0,84	1,221	0,035	1,06	1,768	0,075	1,43	0,866	0,010	50,0	0,020	0,010
									100,0	0,010	

$\Pi(x_i)$ ֆունկցիայի արժեքները Ն. Ն. Պավլովսկու
հավասարման մեջ ($i_0 = 0$)

x_i	$\Pi(x_i)$	Δ	x_i	$\Pi(x_i)$	Δ	x_i	$\Pi(x_i)$	Δ	x_i	$\Pi(x_i)$	Δ
0	0	.0001	0,85	.2047	.0073	1,22	0,605	0,015	1,68	1,581	0,057
0,05	.0001	.0002	0,86	.2120	.0075	1,23	0,620	0,015	1,70	1,638	0,058
0,10	.0003	.0008	0,87	.2195	.0077	1,24	0,635	0,016	1,72	1,696	0,060
0,15	.0011	.0016	0,88	.2272	.0078	1,25	0,651	0,016	1,74	1,756	0,061
0,20	.0027	.0025	0,89	.2350	.0080	1,26	0,667	0,016	1,76	1,817	0,063
0,25	.0052	.0038	0,90	.2430	.0082	1,27	0,683	0,016	1,78	1,880	0,064
0,30	.0090	.0053	0,91	.2512	.0084	1,28	0,699	0,017	1,80	1,944	0,065
0,35	.0143	.0070	0,92	.2596	.0085	1,29	0,716	0,016	1,82	2,009	0,067
0,40	.0213	.0091	0,93	.2681	.0088	1,30	0,732	0,017	1,84	2,076	0,069
0,45	.0304	.0113	0,94	.2769	.0089	1,31	0,749	0,018	1,86	2,145	0,070
0,50	.0417	.0137	0,95	.2858	.0091	1,32	0,767	0,017	1,88	2,215	0,071
0,55	.0554	.0166	0,96	.2949	.0093	1,33	0,784	0,018	1,90	2,286	0,073
0,60	.0720	.0036	0,97	.3042	.0095	1,34	0,802	0,018	1,92	2,259	0,075
0,61	.0756	.0038	0,98	.3137	.0097	1,35	0,820	0,019	1,94	2,434	0,076
0,62	.0794	.0039	0,99	.3234	.0099	1,36	0,839	0,018	1,96	2,510	0,077
0,63	.0833	.0041	1,00	.3333	.0101	1,37	0,857	0,019	1,98	2,587	0,080
0,64	.0874	.0041	1,01	.3434	.0103	1,38	0,876	0,019	2,00	2,667	0,205
0,65	.0915	.0043	1,02	.3537	.0106	1,39	0,895	0,020	2,05	2,872	0,215
0,66	.0958	.0045	1,03	.3643	.0107	1,40	0,915	0,019	2,10	3,087	0,226
0,67	.1003	.0045	1,04	0,375	0,011	1,41	0,934	0,020	2,15	2,313	0,236
0,68	.1048	.0047	1,05	0,386	0,011	1,42	0,954	0,021	2,20	3,549	0,248
0,69	.1095	.0048	1,06	0,397	0,011	1,43	0,975	0,020	2,25	3,797	0,259
0,70	.1143	.0050	1,07	0,408	0,012	1,44	0,995	0,021	2,30	4,056	0,270
0,71	.1193	.0051	1,08	0,420	0,012	1,45	1,015	0,021	2,35	4,326	0,282
0,72	.1214	.0053	1,09	0,432	0,012	1,46	1,037	0,022	2,40	4,608	0,291
0,73	.1297	.0054	1,10	0,444	0,012	1,47	1,059	0,022	2,45	4,902	0,306
0,74	.1351	.0055	1,11	0,456	0,012	1,48	1,081	0,022	2,50	5,208	0,319
0,75	.1406	.0057	1,12	0,468	0,013	1,49	1,103	0,022	2,55	5,527	0,332
0,76	.1463	.0059	1,13	0,481	0,012	1,50	1,125	0,045	2,60	5,859	0,344
0,77	.1522	.0060	1,14	0,493	0,014	1,52	1,170	0,047	2,65	6,203	0,358
0,78	.1582	.0061	1,15	0,507	0,013	1,54	1,217	0,048	2,70	6,561	0,371
0,79	.1643	.0064	1,16	0,520	0,014	1,56	1,265	0,050	2,75	6,932	0,385
0,80	.1707	.0065	1,17	0,534	0,014	1,58	1,315	0,050	2,80	7,317	0,399
0,81	.1772	.0066	1,18	0,548	0,014	1,60	1,365	0,052	2,85	7,716	0,414
0,82	.1838	.0068	1,19	0,562	0,014	1,62	1,417	0,053	2,90	8,130	0,427
0,83	.1906	.0070	1,20	0,576	0,015	1,64	1,470	0,055	2,95	8,557	0,443
0,84	.1976	.0071	1,21	0,591	0,014	1,66	1,525	0,056	3,00	9,000	

$\Pi(x')$ ֆունկցիայի արժեքները Ն. Ն. Պավլովսկու
(410) հավասարման մեջ ($i_0 < 0$)

x'	$\Pi(x')$	Δ	x'	$\Pi(x')$	Δ	x'	$\Pi(x')$	Δ	x'	$\Pi(x')$	Δ
0	0	0,050	0,81	0,680	0,006	1,14	0,851	0,004	1,47	0,973	0,004
0,05	0,050	0,049	0,82	0,686	0,006	1,15	0,855	0,004	1,48	0,977	0,003
0,10	0,099	0,049	0,83	0,692	0,006	1,16	0,859	0,005	1,49	0,980	0,003
0,15	0,148	0,048	0,84	0,698	0,006	1,17	0,864	0,004	1,50	0,983	0,014
0,20	0,196	0,048	0,85	0,704	0,006	1,18	0,868	0,004	1,55	0,997	0,015
0,25	0,244	0,047	0,86	0,710	0,005	1,19	0,872	0,004	1,60	1,012	0,014
0,30	0,291	0,045	0,87	0,715	0,006	1,20	0,876	0,004	1,65	1,026	0,013
0,35	0,338	0,044	0,88	0,721	0,006	1,21	0,880	0,004	1,70	1,039	0,013
0,40	0,380	0,042	0,89	0,727	0,005	1,22	0,884	0,004	1,75	1,052	0,012
0,45	0,422	0,041	0,90	0,732	0,006	1,23	0,888	0,004	1,80	1,064	0,011
0,50	0,463	0,039	0,91	0,738	0,005	1,24	0,892	0,004	1,85	1,075	0,011
0,55	0,502	0,038	0,92	0,743	0,006	1,25	0,896	0,004	1,90	1,086	0,011
0,60	0,540	0,007	0,93	0,749	0,005	1,26	0,900	0,004	1,95	1,097	0,010
0,61	0,547	0,007	0,94	0,755	0,005	1,27	0,904	0,004	2,00	1,107	1,019
0,62	0,554	0,008	0,95	0,759	0,005	1,28	0,908	0,003	2,10	1,126	0,018
0,63	0,562	0,007	0,96	0,764	0,006	1,29	0,911	0,004	2,20	1,144	0,017
0,64	0,569	0,007	0,97	0,770	0,005	1,30	0,915	0,004	2,30	1,161	0,015
0,65	0,576	0,007	0,98	0,775	0,005	1,31	0,919	0,003	2,40	1,176	0,014
0,66	0,583	0,007	0,99	0,780	0,005	1,32	0,922	0,004	2,50	1,190	0,014
0,67	0,590	0,007	1,00	0,785	0,005	1,33	0,926	0,004	2,60	1,204	0,012
0,68	0,597	0,006	1,01	0,790	0,005	1,34	0,930	0,003	2,70	1,216	0,012
0,69	0,603	0,007	1,02	0,795	0,005	1,35	0,933	0,004	2,80	1,228	0,011
0,70	0,610	0,007	1,03	0,800	0,005	1,36	0,937	0,003	2,90	1,239	0,040
0,71	0,617	0,007	1,04	0,805	0,005	1,37	0,940	0,004	3,00	1,249	0,044
0,72	0,624	0,006	1,05	0,810	0,005	1,38	0,944	0,003	3,5	1,293	0,031
0,73	0,630	0,007	1,06	0,815	0,004	1,39	0,947	0,004	4,0	1,324	0,027
0,74	0,637	0,006	1,07	0,819	0,005	1,40	0,951	0,003	4,5	1,351	0,022
0,75	0,643	0,006	1,08	0,824	0,004	1,41	0,954	0,003	5,0	1,373	0,032
0,76	0,649	0,007	1,09	0,828	0,005	1,42	0,957	0,003	6,0	1,405	0,042
0,77	0,656	0,006	1,10	0,833	0,004	1,43	0,960	0,004	8,0	1,447	0,034
0,78	0,662	0,006	1,11	0,837	0,005	1,44	0,964	0,003	10,0	1,471	0,033
0,79	0,668	0,006	1,12	0,842	0,004	1,45	0,967	0,003	15,0	1,504	0,027
0,80	0,674	0,006	1,13	0,846	0,005	1,46	0,970	0,003	25,0	1,531	

$\Phi(\tau_u)$	τ_u	τ_u^*					$\Phi(\tau_u)$	τ_u	τ_u^*				
		$\varphi=0,80$	$\varphi=0,85$	$\varphi=0,90$	$\varphi=0,95$	$\varphi=1,0$			$\varphi=0,80$	$\varphi=0,85$	$\varphi=0,90$	$\varphi=0,95$	$\varphi=1,0$
0,01	0,0030	0,074	0,079	0,084	0,088	0,093	0,55	0,134	0,481	0,515	0,549	0,583	0,617
02	0045	105	112	118	125	132	60	147	497	532	567	602	638
03	0068	128	136	145	153	161	65	160	512	548	585	621	658
04	0090	147	157	166	176	185	70	174	526	563	601	638	676
05	0113	165	175	186	196	207	75	188	538	577	615	654	693
0,06	0,0134	0,179	0,190	0,202	0,213	0,225	0,80	0,202	0,549	0,589	0,629	0,668	0,708
07	0156	193	205	217	230	242	85	217	560	600	641	682	723
08	0178	205	218	232	245	258	90	232	569	611	653	695	736
09	0201	217	231	245	259	283	95	247	579	621	664	707	750
10	0228	226	242	257	272	288	1,00	263	585	629	672	716	759
0,12	0,0274	0,248	0,265	0,281	0,297	0,314	1,05	0,279	0,591	0,636	0,680	0,724	0,768
14	0320	266	284	301	319	336	10	296	596	641	686	732	777
16	0370	283	302	321	340	358	15	313	602	647	693	738	784
18	0418	299	319	339	357	378	20	330	606	652	698	744	790
20	0462	316	336	356	377	397	25	350	608	655	701	748	795
0,22	0,0510	0,324	0,347	0,370	0,392	0,415	1,30	0,370	0,609	0,656	0,704	0,751	0,798
24	0556	341	363	386	409	431	35	391	610	657	705	752	800
26	0596	352	376	400	424	448	40	412	608	656	704	752	800
28	0652	364	389	414	438	463	45	436	605	653	701	749	797
30	0701	375	401	426	452	477	50	461	605	648	696	744	793
0,35	0,0825	0,401	0,428	0,456	483	0,515	1,55	0,490	0,552	0,640	0,688	0,736	0,785
40	0950	424	453	472	501	540	60	523	579	627	675	723	771
45	107	445	476	506	537	568	63	546	569	616	664	711	759
50	120	464	491	518	545	573	66	574	553	601	648	696	742

Ցածր ճնշման գազամուղների հաշվարկի աղյուսակ (բնական գազ $\rho=0,79$ կգ/մ³, $\nu=15 \cdot 10^{-6}$ մ²/վրկ)

Պողպատյա խողովակներ	Պողպատյա խողովակներ ԳՕՍՏ 3262—55								Պողպատյա անկառ խողովակներ ԳՕՍՏ 8732—58						
	15	19	25	32	40	50	70	80	100	125	150	200	250	300	
Գալմանական անցքը մմ	Խողովակի ճնշման հաշվարկի աղյուսակ														
Գործունեության 1 մ ճանապ. համար	Խողովակի ճնշման հաշվարկի աղյուսակ														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
0,010	0,045	0,15	0,39	1,18	2,06	4,13	8,13	12,8	21,9	39,6	66,9	162	293	476	
0,015	0,067	0,22	0,58	1,77	2,59	5,19	10,2	16,1	27,5	49,7	84,1	204	369	598	
0,020	0,09	0,30	0,78	2,10	3,05	6,11	12,0	19,0	32,4	58,6	99,0	240	434	704	
0,025	0,11	0,37	0,97	2,38	3,45	6,93	13,6	21,5	36,7	66,4	112	272	492	799	
0,030	0,13	0,44	1,16	2,64	3,82	7,70	15,2	23,9	40,8	73,8	125	303	547	888	
0,035	0,16	0,52	1,36	2,90	4,19	8,42	16,6	26,2	44,6	80,7	137	331	598	971	
0,037	0,17	0,55	1,40	2,99	4,31	8,68	17,1	27,0	46,0	83,2	140	342	617	1000	
0,044	0,20	0,64	1,54	3,27	4,74	9,54	18,8	29,7	50,6	91,4	155	375	678	1099	
0,050	0,22	0,79	1,66	3,53	5,12	10,3	20,3	32,0	54,6	98,7	167	405	732	1188	
0,056	0,25	0,83	1,77	3,78	5,48	11,0	21,7	34,2	58,3	106	178	432	781	1268	
0,062	0,27	0,92	1,88	4,02	5,82	11,7	23,3	36,4	62,0	113	190	460	831	1349	
0,069	0,31	1,02	1,98	4,25	6,16	12,4	24,4	38,5	65,7	119	201	488	880	1430	
0,075	0,33	1,08	2,08	4,46	6,46	13,0	25,6	40,4	68,9	125	211	511	923	1499	
0,087	0,39	1,18	2,27	4,88	7,06	14,2	28,0	44,2	75,2	137	230	559	1009	1657	
0,094	0,42	1,22	2,36	5,08	7,36	14,8	29,1	46,0	78,4	142	240	582	1051	1706	
0,100	0,44	1,29	2,47	5,28	7,65	15,4	30,3	47,9	81,6	147	249	606	1093	1775	
0,125	0,56	1,46	2,79	5,97	8,65	17,4	34,2	54,1	92,2	167	282	685	1235	2006	
0,150	0,67	1,63	3,10	6,66	9,64	19,4	38,2	60,3	103	186	314	763	1379	2236	
0,175	0,78	1,77	3,38	7,26	10,6	21,2	41,7	65,8	112	203	343	835	1505	2450	
0,200	0,84	1,91	3,66	7,85	11,4	22,9	45,1	71,2	121	219	371	901	1625	2640	
0,225	0,90	2,04	3,92	8,40	12,2	24,5	48,3	76,2	130	235	397	964	1740	2825	
0,250	0,96	2,16	4,16	8,92	12,9	26,0	51,2	80,9	138	249	421	1023	1846	2937	
0,275	1,01	2,29	4,40	9,45	13,6	27,5	54,2	85,5	146	263	445	1082	1952	3068	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0,300	1,06	2,40	4,62	9,91	14,3	28,9	56,9	89,9	153	277	468	1137	2022	3200
0,325	1,11	2,52	4,84	10,4	15,0	30,3	59,7	94,2	160	290	491	1192	2094	3237
0,350	1,16	2,63	5,06	10,8	15,7	31,6	62,2	98,3	167	303	512	1243	2170	3466
0,375	1,21	2,73	5,25	11,2	16,3	32,8	64,6	102	174	314	531	1291	2246	3585
0,400	1,25	2,83	5,44	11,7	16,9	34,0	67,0	106	180	326	551	1312	2320	3702
0,425	1,29	2,93	5,63	12,1	17,5	35,2	69,3	109	187	337	570	1353	2391	3817
0,450	1,34	3,03	5,82	12,5	18,1	36,4	71,7	113	193	348	590	1393	2460	3928
0,475	1,38	3,13	6,01	12,9	18,7	37,6	74,0	117	199	360	609	1430	2525	4029
0,500	1,42	3,22	6,19	13,3	19,2	38,7	76,2	120	205	371	627	1467	2593	4139
0,525	1,46	3,31	6,37	13,7	19,7	39,8	78,4	124	211	381	645	1503	2655	4238
0,550	1,50	3,40	6,54	14,0	20,3	40,9	80,6	127	217	392	656	1540	2722	4344
0,575	1,54	3,49	6,70	14,4	20,8	41,9	82,5	130	222	401	671	1573	2780	4440
0,600	1,58	3,57	6,86	14,7	21,3	42,9	84,5	133	227	411	686	1609	2842	4537
0,625	1,61	3,65	7,02	15,0	21,8	43,9	86,5	136	232	421	700	1640	2901	4631
0,750	1,79	4,06	7,80	16,7	24,2	48,8	96,1	151	258	462	766	1798	3176	5070
0,875	1,96	4,43	8,52	18,4	26,5	53,3	105	166	280	499	828	1941	3430	5434
1,000	2,11	4,78	9,20	19,7	28,6	57,5	113	179	300	534	885	2076	3668	5855
1,25	2,40	5,43	10,44	22,4	32,4	65,3	128	200	334	597	989	2320	4091	6545
1,50	2,66	5,99	11,5	24,7	35,9	73,4	141	218	367	654	1084	2543	4493	7172
1,75	2,91	6,52	12,5	27,0	39,3	79,2	152	236	397	706	1171	2746	4852	7746
2,0	3,14	7,05	13,5	29,2	42,8	84,9	162	252	423	753	1248	2927	5186	8278
2,5	3,60	8,10	15,5	33,5	48,0	94,7	182	283	474	844	1399	3281	5699	9256
3,0	3,99	8,95	17,5	36,7	52,6	103	199	310	519	925	1532	3595	6352	10140
3,5	4,36	9,80	18,9	39,7	56,8	112	215	335	561	999	1655	3894	6862	10950
4,0	4,70	10,7	20,2	42,2	60,8	120	230	358	600	1068	1770	4152	7336	11710
4,5	5,04	11,4	21,4	45,0	64,5	127	244	380	636	1133	1877	4403	7780	12420
5,0	5,40	12,0	22,6	47,4	68,0	134	257	400	671	1194	1979	4642	8202	13090

	t°C										
	-20	-10	0	10	20	40	60	80	100		
Միավորներ	253	263	273	283	293	313	333	353	373		
ρ կգ/մ ³	1,393	1,344	1,295	1,246	1,207	1,118	1,069	0,991	0,942		
μ Նվրկ/Ն	15,60	16,18	16,77	17,36	17,95	19,13	20,31	21,48	22,85		
$\nu \cdot 10^{-6}$ մ ² /վրկ	11,3	12,1	13,0	13,9	14,9	17,0	19,2	21,8	24,5		

Օդի զազային հաստատունը՝ $R = 29,27$ Նմ/Ն. սառն:

Օդի աղեքաղար ցուցիչը՝ $k = \frac{C_p}{C_v} = 1,4$:

Գրունտային ճնշքի գործողության շտապիլը՝ ջրակաթ հորեքում, որոշել:

$R = 3000 \text{ S} \sqrt{K}$ մ քանակով,

որտեղ՝ S-ը ջրի իջնություն է մ-ով,

K-ն ֆիտրաքայի գործակցն է մ/վրկ-ով:

Օդի հատկություններ (p), գրանցված մասնագետների կողմից գործակցել (p), մասնագետների կողմից գործակցել (v), կախված ջնքով-
սառնանքից 1 և 10, հնչյուն տակ:

ԶԱՓՄԱՆ ՄԻԱԿՈՐՆԵՐԻ ՄԻՋԱԶԳԱՅԻՆ ՍԻՍՏԵՄԸ (Si)

ՍՍՀՄ Մինիստրների սովետին կից աստանդարտների պետական կոմիտեի կողմից 1963 թ. հունվարի 1-ի որոշումով որպես նախընտրելի մտցված է չափման միավորների միջազգային սխեմմա (SI):

Ըստ (ՔՈՍՏ 9867-ՅԻ) միջազգային միավորներով սխառեմը ունի 6 հիմնական, 2 լրացուցիչ և 27 կարևոր ածանցյալ միավորներ:

1. Հիմնական միավորները նշված են ներքևում:

Անվանումը	Չափման միավորը
Երկարություն	մետր (մ)
Ծանրաց	կիլոգրամ (կգ)
Ժամանակ	վայրկյան (վրկ)
Էլեկտրական հոսանքի ուժ	ամպեր (Ա)
Թերմոդինամիկական ջերմաստիճան	Կելվինի աստիճան ($^{\circ}\text{K}$)
Լույսի ուժ	(մոմ)

2. Հիդրավլիկական հաշիվներում կարևոր են առաջին երեքը, ինչ վերաբերում է ածանցյալ միավորներին, ապա հիդրավլիկական հաշիվներում կարևոր են հետևյալները՝

Անվանումը	Չափման միավորը
Մակերես	1 մ²
Ծավալ	1 մ³
Խտություն	1 կգ/մ³
Արագություն	1 մ/վրկ
Անկյունային արագություն	1 1/վրկ
Արագացում	1 մ/վրկ²
Անկյունային արագացում	1 1/վրկ²

Անվանումը	Չափման միավորը
Ուժ	1 Նյուտոն, Ն
Ժնշում (Մեխանիկական լարում)	1 Ն/մ ²
Դինամիկական մածուցիկություն	1 Ն վրկ/մ ²
Կինեմատիկական մածուցիկություն	1 մ ² /վրկ
Աշխատանք, էներգիա (1 ջոուլ աշխատանքը հավասար է 1 Նմ)	1 ջոուլ, Ջ
Հզորություն	1 վատտ, վտ

3. Մի քանի կարեւոր տվյալների համեմատությունը (մեար-կիլոգրամ-ում-
-վայրկյան) սիստեմի և միջազգային սիստեմի (Si)

$$\rho_{\text{L}} \rho_{\text{V}} = 1 \text{ кг} = 9,81 \text{ н},$$
$$\text{Эксперимент } p = 1 \text{ кг/см}^2 = 10000 \text{ кг/м}^2 = 98100 \text{ н/м}^2,$$

Ջրի ծաղկալալի՜ն կշիռը՝

$$\gamma = 1000 \text{ kg/m}^3 = 9810 \text{ N/m}^3,$$

2017 10 10 10 10 10

$$\rho = 102 \text{ կգ ՝մ}^3 / \text{մ}^3 = 1000 \text{ կգ} / \text{մ}^3,$$

ՀԳՈՐԾԻՄ ԵՐԵՎԱՆԻ՝

Հարաբերակցությունը՝
 $N = 1$ ձ. ուժ = 75 կԳ մ/վրկ = 735 Նմ/վրկ = 735 ջ/վրկ = 735 վատտ:

N = 1 ձ. ուժ = 75 կԳ մ/վրկ = 735 Նմ/վրկ = 130 շ/վրկ = 130 հ/վրկ
Հաշվումները ժամանակ որոշ մեծություները ներկայացնում են շատ մեծ
կամ շատ փոքր թվեր, այդ պատճառով հաճանք նշումներում հարմար է նրանք ար-
տահայտել բազմապատիկ կամ կոտորակային միավորներով, որոնք կատարվում են
10-ի ցուցանիշներով թվերի վրա բաժանելիս կամ նրանցով բազմապատկելիս: Այդ
միավորները կկոչվեն միջազգային սխառմի հիմնական կամ ածանցյալ միա-
վորներ, ավիացնորմ միջազգային տասնորդական մակերիշեր, որոնք թված են
ԳՐՈՏ-7663-55-ում:

Օրինակ՝ $P \cdot 10^3$ Ն = P կիլոնյութոն = P կՆ:

ՕԳՏԱԳՈՐԾՎԱԾ ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. Դ. Ա. Бутаев, З. А. Калмыкова, Л. Г. Подвидз, К. П. Попов, С. Н. Рождественский, Б. И. Яньшин (под редакцией проф. Н. Н. Куколевского и доц. Л. Г. Подвидза). Задачник по гидравлике для машиностроительных вузов, 1960, 1972. М—Л.
2. Н. А. Панчурин. Сборник задач по гидравлике ч. 1. 1953. М—Л.
3. Б. Б. Некрасов. Сборник задач по гидравлике. М. 1947.
4. Н. К. Горчин и М. Д. Чертоусов. Гидравлика в задачах, 1933 г.
5. А. Н. Ахутин. Сборник задач по гидравлике. 1934 г. М—Л.
6. В. С. Яблонский и В. П. Яблонская. Сборник задач по технической гидромеханике, 1951 г. М—Л.
7. А. В. Андреевская, Н. Н. Кременецкий, М. В. Панова (под редакцией проф. И. И. Агроскина). Задачник по гидравлике, 1964 г. М—Л.
8. Վ. Մ. Հովսեփյան, Հիդրավիկա, 1963, Երևան, «Լույս»:
9. Վ. Մ. Հովսեփյան, Հիդրավիկա, 1970, Երևան, «Լույս»:

ԲՈՎԱՆ ԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Հեղինակների կողմից	3
Գլուխ առաջին: Հիդրոստատիկ ճնշում	5
Գլուխ երկրորդ: Հեղուկի ճնշումը հարթ պատկերի վրա	12
Գլուխ երրորդ: Հեղուկի ճնշումը կոր մակերևույթի վրա	18
Գլուխ չորրորդ: Մարմնի լողալու պայմանները	24
Գլուխ հինգերորդ: Հեղուկի հարաբերական հանգիստը	29
Գլուխ վեցերորդ: Բեռնուղիի հաժախարման կիրառումը	37
Գլուխ յոթերորդ: Հեղուկի շարժման երկու ռեժիմները: Լամինար շարժում	41
Գլուխ ութերորդ: Էներգիայի և պիտոմետրական դժերի կառուցումը . . .	52
Գլուխ իններորդ: Հեղուկի արտահոսումը անցքերից և կցափողերից . . .	65
Գլուխ տասներորդ: Ջրի շարժումը խողովակներում	73
Գլուխ տասներկերորդ: Ոչ ստացիոնար շարժումը խողովակներում Հիդրավիկական հարված	87
Գլուխ տասներկերորդ: Ջրի հաժախարաչափ շարժումը բաց հուններում . .	91
Գլուխ տասներկերորդ: Ջրաթափեր	96
Գլուխ տասներկերորդ: Ջրի անհաժախարաչափ շարժումը բաց պրիզմատիկ հուններում	10
Գլուխ տասներկերորդ: Հիդրավիկական թռիչք: Ջրծեծ կառուցվածքների հաշիվը	119
Գլուխ տասներկերորդ: Մոդելավորում	133
Գլուխ տասներկերորդ: Գազեր	135
Գլուխ տասներկերորդ: Գրունտային ջրերի շարժումը	141
Գլուխ տասներկերորդ: Ազատ մակերևույթի կորերի կառուցումը բաց հուններում էլեկտրոնային հաշվիչ մեքենաների կիրառումով	145
Հավելված	155
Օգտագործված գրականության ցանկ	182

Վաչե Հովհաննեսի Թոքմաջյան
Ռաֆիկ Երվանդի Տոռվյան

ՀԻՂՐԱՎԼԻԿԱՅԻ ԽՆԴՐԱԳԻՐՔ

Խմբագիր՝ Ժ. Գ. Միրզոյան
Նկարիչ՝ Հ. Տ. Սարգսյան
Գեղ. խմբագիր՝ Բ. Վ. Մազմանյան
Տեխն. խմբագիր՝ Մ. Ն. Դավթյան
Վերստ. սրբագրիչ՝ Ա. Փ. Արշակյան

Հանձնված է շարվածքի 8. 9. 1981 թ.:

Ստորագրված է տպագրության 10. 12. 1982 թ.:

Թուղթ՝ № 3, 60×90¹/₁₆: Տպագրությունը՝ բարձր, տառատեսակը՝
դրքի սովորական: Տպագր. 11,5 մամ., տպ. 11,5 դուն. թ.

օտ., հրատ. 10,8 մամ.:

Գինը՝ 75 կապ.:

ИБ-№ 1205

«Լույս» հրատարակչություն, Երևան-9, Կիրովի 10 ա.:

Издательство „Луйс“ Ереван-9, Кирова-19 а.

Ներքին, պոլիգրաֆիայի և գրքի առևտրի գործերի պետական
գարտի անվան պոլիգրաֆկոմբինատ, Երևան-9, Տեղյան 91:

Акопа Мегапарта Госкомитета по делам издательств,
торговли Арм. ССР, Ереван-9, ул. Теряна, 91.