

A.M. Arifjanov, Q.T. Raximov, A.K. Xodjiyev

GIDRAVLIKA



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

O.M. Arifjanov, Q.T. Raximov, A.K. Xodjiyev

GIDRAVLIKA

O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligi oliy texnika o‘quv yurtlari talabalari uchun o‘quv qo‘llanma sifatida tavsiya etgan

Тошкент 2016

***Ushbu o'quv qo'llanma O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining
2015 yil 21-avgustdagi "303"-sonli buyrug'iga asosan nashr qilishga ruxsat berilgan***

Royxatga olish raqami: 303-058

UDK – 621.22.01 (075.8)

O.M. Arifjanov, Q.T. Raximov, A.K. Xodjiyev

/ G I D R A V L I K A /

O'quv qo'llanma. – T.: TIMI. 2016: - 383 bet.

Ushbu o'quv qo'llanmada quvurlarda, kanallarda va gidrotexnik inshootlardagi gidravlik jarayonlar bayon etilgan va ularning gidravlik hisobi informatsion texnologiyalardan (EHMdand) foydalangan holda bajarish uslublari keltirilgan. Har bir b o'limi yangi masalalar va ularning yechimi bilan boyitilgan.

O'quv qo'llanma O'zbekiston Respublikasi oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan tasdiqlangan «Gidravlika» fani o'quv dasturi asosida yozilgan bo'lib, o'quv qo'llanma Gidravlika kursi rejalashtirilgan barcha bakalavriat yo'nalishlari va magistratura mutaxassisligi talabalari foydalanishlari uchun mo'ljallangan. O'quv qo'llanmada sohada erishilgan yangi fan yutuqlari ham o'z aksini topgan. O'quv qo'llanmadan soha mutaxassislari ham keng foydalanishlari mumkin.

T a q r i z c h i l a r :

E.J.Maxmudov

- TIMI qoshidagi Irrigatsiya va suv muammolari ilmiy tadqiqot instituti yetakchi ilmiy xodim, t.f.d., prof.

F.Baraev

- «GMTF» kafedra mudiri, t.f.d., prof.

KIRISH

Suyuqliklarning muvozanat va harakat qonunlarini o`rganuvchi hamda bu qonunlarni texnikaning har xil sohalariga tatbiq etish bilan shug`ullanuvchi fan gidravlika deb ataladi.

Gidravlika suyuqliklarda kuchlarning tarqalishi va uning harakat davomida o`zgarib borishi qonunlarini har xil qurilmalar va mashinalarni hisoblash hamda loyihalashga tatbiq etish bilan ham shug`ullanadi.

Gidravlika shuningdek, gidrotexnika, irrigatsiya, suv ta'minoti va kanalizatsiya, neft mexanikasi kabi bir qancha fanlarning asosi hisoblanadi. Insoniyat tarixining dastlabki davrlaridayoq suvdan foydalanish hayotda ma'lum o`rin egallagan. Arxeologik tekshirishlar odamlar juda qadim zamonlardan oq (eramizdan 4000-2000 yillar avval) turli gidrotexnika inshootlari qurishni bilganliklarini ko`rsatadi. Qadimgi Xitoyda, Misrda, Gretsiyada, Rimda, Markaziy Osiyoda va boshqa ibtidoiy madaniyat o`choqlarida kemalar, to`g`onlar, suv taminoti va sug`orish sistemalari bunyod etilganligi to`g`risida ma'lumotlar mavjud. Bu qurilmalarning qoldiqlari hanuzgacha saqlanib qolgan. Lekin u davrlarda bunday qurilish ishlari haqida hech qanday hisoblashlar saqlanmaganligi, ular faqat amaliy bilimlarga tayangan ilmiy nazariy asosga ega emas degan fikrga olib keladi.

Bizgacha yetib kelgan, gidravlikaga aloqador ilmiy ishlardan birinchisi Arximedning "Suzib yuruvchi jismlar haqida" asari bo`lsa, keyinchalik VIII-XI asrlarda Markaziy Osiyoda yashab ijod qilgan qator olimlarning asarlarida gidravlikaga oid masalalar o`z aksini topgan. Jumladan, buyuk vatandoshimiz Ahmad Farg`oniy (832-833 yillarda) Shom (Suriya) shimolidagi Sinjor dashtida Tadmur va ar-Raqqa oralig`ida yer meridian bir darajasining uzunligini o`lchashda qatnashdi. Yuqorida aytib o`tganimizdek, Ahmad Farg`oniy Nil daryosidagi suv sathini o`lchaydigan inshoot barpo etish uchun Misrning Qohira shahri yaqinidagi Fustat shahriga keladi. Ilmiy-texnik va me`moriy jihatdan g`oyat ulug`vor bu qurilma Nil daryosining Sayyolat ul-Rod mavzesida hozirga qadar saqlanib qolgan.

Shunisi qiziqki, aynan shu uskuna yordamida Misr aholisidan olinadigan yillik soliq miqdori belgilanib turilgan. Ya`ni, suv sathi ekinlarni sug`orish uchun qulay kelib, bir me`yorda oqsa, soliqning miqdori shunga qarab ko`tarilgan. Yoki suv sathi kamayib qurg`oqchilik boshlanadigan, aksincha suv ko`tarilib, ekinlarni yuvib ketishi mumkin bo`lgan vaqtlarda soliqlar miqdori kamaytirilishi mumkin edi. Bu Misr aholisining turmushi uchun adolatli qonunlardan biri hisoblangan.

Suyuqlik qonunlarining ochilishi eramizning XVI – XVII asrlaridan boshlandi. Bularga Leonardo da Vinchining suyuqliklarning o`zandagi va

quvurdagi harakati, jismlarning suzib yurishi va boshqalarga bog`liq ishlari, S. Stevenning idish tubiga va devorlariga ta'sir qiluvchi bosim kuchi, G. Galileyning jismlarning suyuqlikdagi harakati va muvozanati haqidagi ishlari, Ye. Torichellining suyuqliklarning kichik teshikdan oqib ketishi, B. Paskalning bosimning suyuqlik orqali uzatilishi to`g`risidagi, I. Nyutonning suyuqliklardagi ichki qarshiliklar qonuni va boshqa ishlar kiradi. Keyinchalik suyuqliklarning muvozanat va harakat qonunlari ikki yo`nalish bo`yicha taraqqiy qila boshladi. Bulardan biri tajribalarga asoslangan gidravlika bo`lsa, ikkinchisi nazariy mexanikaning mustaqil bo`limi sifatida taraqqiy qila boshlagan nazariy gidromexanika edi.

Nazariy gidromexanika aniq matematikaga asoslangan bo`lib, suyuqlik qonunlarini differentsial tenglamalar bilan ifodalash va ularni yechishga asoslanadi. Bu nazariy bilimlarning taraqqiy qilishiga XVII-XVIII asrlarda yashagan buyuk matematik-mexanik olimlar L.Eyler, D.Bernulli, M.Lomonosov, Lagranjlarning ilmiy asarlari asos bo`ldi. U vaqtdagi ishlar sof nazariy bo`lib, suyuqliklarning fizik xossalarini ideallashtirib ko`rilar va olingan natijalar harakat tarzlarini to`g`ri ifodalagani bilan tajriba natijalaridan juda uzoq edi. Shuning uchun bu ishlar gidromexanikaning taraqqiyotida aytarlik muhim rol o`ynamas edi va gidromexanika o`sha zamon texnikasi qo`ygan talabga javob bera olmas edi. XVIII-XIX asrlarda A.Shezi, A.Darsi, Bussinesk, Yu.Veysbax va boshqa olimlarning ishlari hozirgi zamonda gidravlika deb ataluvchi amaliy fanning asosi bo`ldi.

Gidravlika o`z xulosalarini suyuqlik harakatining soddalashtirilgan sxemalarini qarash asosida chiqaradi va odatda, nazariy tenglamalarga empirik koeffitsiyentlar kiritib, ularni tajribalar o`tkazish yo`li bilan aniqlaydi. Keyinchalik esa gidravlika bilan gidromexanika fani o`zaro yaqinlashib, bir-birini to`ldiruvchi fanga aylandi.

Hozirgi zamon gidravlikasi nazariyani tajriba bilan bog`lab, nazariy tekshirishlarni tajribada sinash, tajriba natijalarini esa nazariy asosda umumlashtirish yo`li bilan taraqqiy qilib boruvchi va o`z tekshirishlarida gidromexanikaning usullari hamda yutuqlaridan foydalanib boruvchi fandır.

Bu yo`nalishda Gidravlikaning taraqqiyotida quyidagi olimlarning muhim hissasi bor. Peterburg fanlar Akademiyasining a'zolari bo`lib, Rossiyada yashab, ijod etgan D. Bernulli va L.Eylerning gidromexanika fanining asoschilari sifatida yaratgan ishlanmalari, N.P.Petrovning gidrodinamik sirpanish nazariyasi, N.Ye.Jukovskiyning gidromexanikadagi muhim ishlari va quvurlardagi zarba nazariyasi, A.N.Krilovning kemalar nazariyasi, N.N.Pavlovskiyning suyuqliklarning filtratsiyasi nazariyasi, L.S.Leybenzonning yer osti gidromexanikasi va boshqa olimlarning ishlari dunyo faniga qo`shilgan buyuk

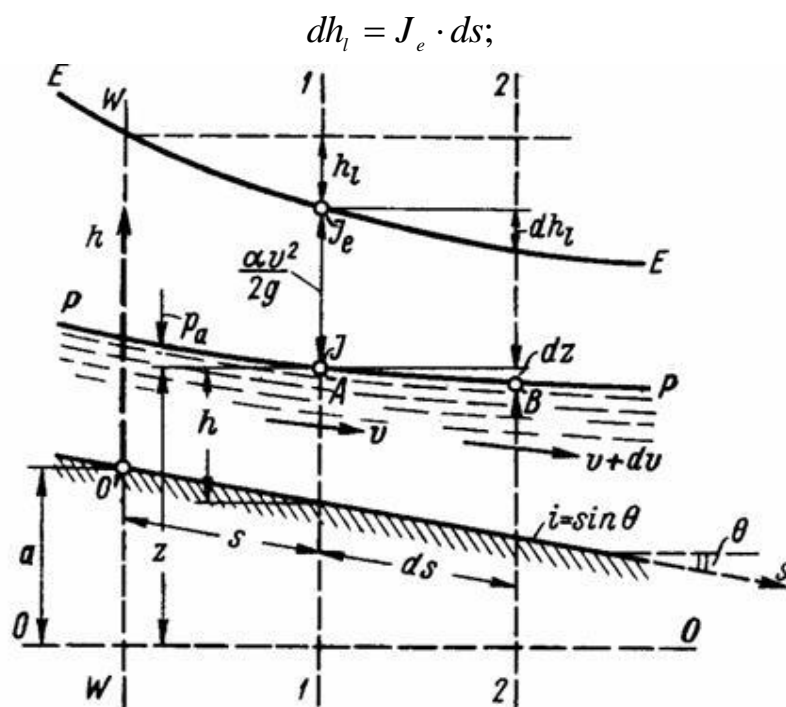
hissa bo`lib hisoblanadi, N.Ye.Jukovskiy, S.A.Shapligin va N.Ye.Koshinlar zamonaviy aerodinamika va gaz dinamikasining asoschilari bo`lib, bu fanlar hozir ham samolyot va raketalar harakatini o`rganishda katta rol o`ynaydi. Hozirgi zamon neft sanoati va texnikasida o`zbek olimi X.A.Raxmatulin asos solgan ko`p fazali muhitlar gidrodinamikasi muhim ahamiyatga ega ishlardan hisoblanadi .

Respublikamiz iqtisodiyotining barcha sohalarida amalga oshiralayotgan islohotlarning muvaffaqiyatida, jumladan irrigatsiya va melioratsiya, sug`orish tizimi, kimyo sanoati, qishloq xo`jaligi, mashinasozlik sanoati va texnikaning bir qancha sohalarida gidravlikaning ahamiyati beqiyosdir.

XV BOB. SUYUQLIK OQIMINING BARQAROR NOTEKIS HARAKATINING DIFFERENTIAL TENGLAMASI

15.1 Barqaror notekis harakat differensial tenglamasi

Barqaror notekis harakat differensial tenglamasining bir necha ko'rinishlari mavjud bo'lib, qaralayotgan gidravlik jarayonga bog'liq ravishda quyidagicha ifodalash mumkin.



Gidravlik nishablik $J_e = \frac{dh}{ds} = \frac{d}{ds} \left(z + \frac{p}{\gamma} + \frac{\alpha v^2}{2g} \right) = \frac{d\mathcal{E}}{ds};$

$$J_e = \frac{dz}{ds} + \frac{d}{ds} \left(\frac{\alpha Q^2}{2g\omega^2} \right);$$

$J_e = i + \frac{d}{ds} \left(\frac{\alpha Q^2}{2g} \right)$

- Notekis harakat differensial tenglamasi (I).

Oqim bo'yicha (s) energiyaning o'zgarishi:

$$\frac{d\mathcal{E}}{ds} = \frac{dh}{ds} + \frac{d}{ds} \left(\frac{\alpha Q^2}{2g\omega^2} \right) \quad \text{yoki} \quad \frac{d\mathcal{E}}{ds} = i - J_a,$$

bu yerda: s – oqim uzunligi; \mathcal{E} – oqimning solishtirma energiyasi; i – oqim tubining nishabligi; J_e – gidravlik nishablik.

$$\frac{d}{ds} \left(\frac{1}{\omega^2} \right) = \frac{-2}{\omega^3} \frac{d\omega}{ds} = \frac{-2}{\omega^3} \left(\frac{d\omega}{dh} \frac{dh}{ds} + \frac{\partial \omega}{\partial s} \frac{ds}{ds} \right).$$

$d\omega = Bdh$ ekanligidan foydalanib

$$\frac{dh}{ds} = \frac{i - J_e + \frac{\alpha Q^2}{g\omega^3} \frac{\partial \omega}{\partial s}}{1 - \frac{\alpha Q^2 B}{g\omega^3}}$$

- **Notekis harakat differentsial tenglamasi (II).**

Prizamatik kanallar uchun notekis harakat differentsial tenglamasi (II)ni quyidagicha yozish mumkin : Prizamatik kanallar uchun $\omega = f(h)$; ekanligidan

(II) tenglamadan $\frac{\partial \omega}{\partial s} = 0$ deb qabul qilamiz, u holda

$$\frac{dh}{ds} = \frac{i - J_e}{1 - \frac{\alpha Q^2 B}{g\omega^3}}; \quad \text{yoki} \quad \frac{dh}{ds} = \frac{i - J_e}{1 - \dot{J}_e}$$

Bu yerda: Π_K - kinetiklik parametri;

$$\omega^2 C^2 R = K^2; \quad J_e = \frac{Q^2}{\omega^2 C^2 R}; \quad K_0 = \frac{Q}{\sqrt{i}}; \text{ ekanligidan}$$

foydalanib,

notekis harakat differentsial tenglamasining II–ko‘rinishini quyidagicha yozish ($\frac{dh}{ds} = \frac{dh}{dl}$) mumkin:

$$i > 0 \text{ bo'lganda: } \frac{dh}{dl} = \frac{i \left(1 - \frac{K_0^2}{K^2} \right)}{1 - \dot{J}_e}; \quad (1)$$

$i = 0$ bo'lganda:

$$\frac{dh}{dl} = \frac{\frac{Q^2}{K^2}}{\Pi_K - 1}; \quad (2)$$

$i < 0$ bo'lganda:

$$\frac{dh}{dl} = \frac{|i| + \frac{Q^2}{K^2}}{\Pi_K - 1}; \quad (3)$$

bu yerda:

K – sarf moduli:

$$K = \omega \cdot C \sqrt{R};$$

C – Shezi koeffitsiyenti;

R – gidravlik radius.

15.2. Erkin sirt egriligining shakli. Erkin egri suv sathi chizig'i

Oqimning notekis harakati bilan bog'liq bo'lgan jarayonlarni o'rganishda erkin sirt egriligining shaklini aniqlash katta ahamiyatga ega.

Adabiyotlarda bu tushuncha – erkin egri suv sathi chizig'i (EESSCH) deb ham yuritiladi.

Erkin sirt egriligini aniqlashda prizmatik kanallar guruh va sinflarga ajratiladi (15.1 -rasm).

O'zan tubining nishabligiga qarab A, B, C – guruhlar mavjud:

- 1) $i > 0$ bo'lganda A -guruh;
- 2) $i = 0$ bo'lganda B -guruh;
- 3) $i < 0$ bo'lganda C -guruh.

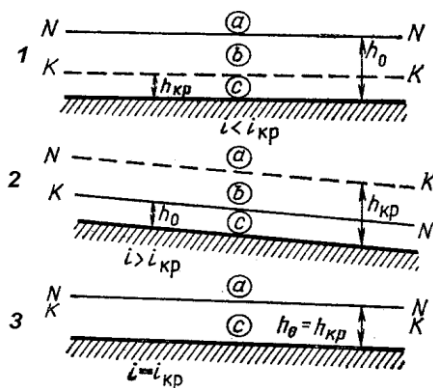
A -guruh o'z navbatida quyidagi sinflarga ajratiladi (15.1-rasm):

- 1) $i < i_{kr}$; $h_0 > h_{kr}$ bo'lganda 1 – sinf;
- 2) $i > i_{kr}$; $h_0 < h_{kr}$ bo'lganda 2– sinf;
- 3) $i = i_{kr}$; $h_0 = h_{kr}$ bo'lganda 3 – sinf,

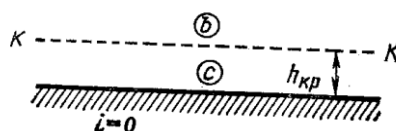
bu yerda: h_0 – normal chuqurlik;

h_{kr} -kritik chuqurlik.

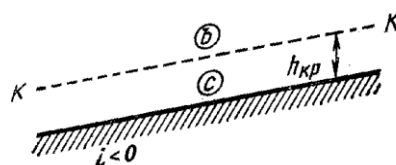
1) A guruh



2) B guruh



3) C guruh



15.1 - rasm. Erkin sirt egriliklarini prizmatik kanallarda guruh va sinflarga ajratilishi

Har xil guruhlardagi kanallarda oqayotgan suv yana a , b , c sohalarga ajraladi (15.2 -rasm). Rasmdagi $N-N$ chizig'i – normal chuqurlikka mos keladigan chiziq; $K-K$ chizig'i – kritik chuqurlikka mos keladigan chiziq. $N-N$ va $K-K$ chiziqlar kanal tubiga parallel o'tkaziladi.

Sohalarning joylashishi quyidagicha:

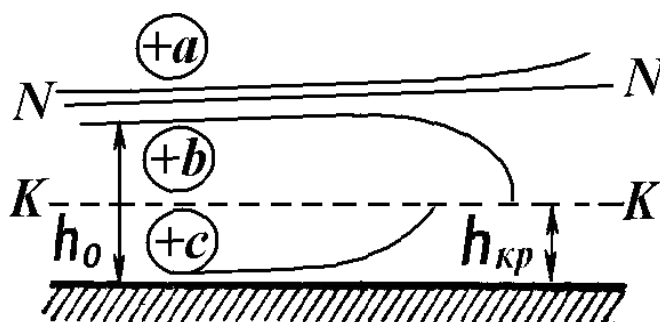
a – soha $K-K$ va $N-N$ chiziqlardan yuqorida: $h > h_0 > h_{kp}$;

b –soha $N-N$ va $K-K$ chiziqlarining orasida: $h_0 > h > h_{kp}$ yoki $h_{kp} > h > h_0$;

c – soha $N-N$ va $K-K$ chiziqlaridan pastda: $h < h_{kp} < h_0$ yoki $h < h_0 < h_{kp}$.

Erkin sirt egriligini aniqlash quyidagi tartibda amalga oshiriladi:

1. Kanalning gidravlik elementlari asosida kanal guruhi va sinfi aniqlanadi.
2. Kanalda kritik va normal chuqurliklar aniqlanadi.
3. Berilgan chuqurlik uchun erkin sirt egriligi sohasi, shakli aniqlanadi.



15.2 - rasm A - guruhdagi o'zan sxemasi

Buning uchun quyidagi xulosalarga amal qilinadi:

1. $N-N$ - chizig'iga erkin suv sathi assimptotik yaqinlashib boradi.
2. $K-K$ – chizig'iga erkin suv sathi normal bo'yicha yaqinlashadi.
3. Chuqurlik h chegarasiz kattalashgan sari, egri sathlar assimptotik gorizontol chiziqqacha yaqinlashib boradilar.
4. Kritik chuqurliklar chizig'ini kesib o'tganda, teoretik ekstrapolyatsiya yordami bilan chizilgan egri chiziq sathlari kritik chuqurliklar chizig'iga ($K-K$) normal bo'yicha (90^0 burchagi bilan) yo'nalgan.
5. A – guruhdagi o'zanlarda « a » sohada faqat ko'tarilma (oshib boruvchi) egri sirtlari mavjud bo'ladi: « $(+a_1)$ », « $(+a_2)$ », « $(+a_3)$ » (2.1 -jadval).
6. « b » sohalarda faqat pasayma (kamayib boruvchi) egri chiziq sirtlari bo'ladi: « $(-b_1)$ », « $(-b_2)$ », « $(-b_0)$ », « $(-b^1)$ ».
7. « s » sohada esa faqat ko'tarilma egri chiziq sirtlari bo'ladi: « $(+c_1)$ », « $(+c_2)$ », « $(+c_0)$ », « $(+c^1)$ ». (2.1 -jadval)

Erkin sirt egriligining shakllari

8 - jadval

Oqim chuqurligi	O'zan tubi nishabligi		Sohalar	Kattaliklar			EESSCH shakli	EESSCH shaklining ko'rinishi
				$1 - \left(\frac{K_0}{K}\right)^2$	$1 - \Pi_K$	$\frac{dh}{dl}$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
$h_0 > h_{\text{KSP}}$	$i > 0$	$i < i_{\text{KSP}}$	a_I	> 0	> 0	> 0	Egri ko'tarilma	
			b_I	< 0	> 0	< 0	Egri pasayma	
			c_I	< 0	< 0	> 0	Egri ko'tarilma	
$h_0 < h_{\text{KSP}}$		$i > i_{\text{KSP}}$	a_{II}	> 0	> 0	> 0	Egri ko'tarilma	
			b_{II}	> 0	< 0	> 0	Egri pasayma	
			c_{II}	< 0	< 0	> 0	Egri ko'tarilma	
$h_0 = h_{\text{KSP}}$		$i = i_{\text{KSP}}$	a_{III}	> 0	> 0	> 0	Egri ko'tarilma	
			c_{III}	< 0	< 0	> 0	Egri ko'tarilma	
$h = \infty$		$i = 0$	b_0	--	> 0	< 0	Egri pasayma	
	c_0		--	< 0	> 0	Egri ko'tarilma		
$h = \infty$	$i < 0$	b'	--	> 0	< 0	Egri pasayma		
		c'	--	< 0	> 0	Egri ko'tarilma		

15.3 Notekis harakat differentsial tenglamasi (integrallash) tahlili

Notekis harakat differentsial tenglamasini (1) quyidagi holatlarda integrallashni ko'rib chiqamiz:

1. A-guruh: $i > 0$ bo'lganda:

$$1 - \Pi_k = 1 - \frac{\alpha Q^2}{g} \cdot \frac{B}{\omega^3} = \dots = 1 - \frac{\alpha i C^2 B}{g \chi} \cdot \left(\frac{K_0^2}{K^2} \right)$$

$$j = \frac{\alpha \cdot i C^2 B}{g \chi}$$

bu yerda: C – Shezi koeffitsiyenti: $C = \frac{1}{n} \cdot R^{1/6}$ bo'lganda

$$j = \frac{\alpha \cdot i}{g n^2} \cdot R^{1/3} \cdot \frac{B}{\chi}$$

χ - ho'llangan perimetr.

U holda notekis harakat differentsial tenglamasi (1) ni quyidagicha yozamiz:

$$\frac{dh}{dl} = i \frac{1 - \frac{K_0^2}{K^2}}{1 - j \frac{K_0^2}{K^2}} = i \frac{\frac{K^2}{K_0^2} - 1}{\frac{K^2}{K_0^2} - j}$$

yoki

$$\frac{dl}{dh} = \frac{1}{i} \cdot \frac{\frac{K^2}{K_0^2} - j}{\frac{K^2}{K_0^2} - 1}, \quad (4)$$

bu yerda $K=f(h)$: $j=f(h)$ $dl=f(h)dh$, ya'ni tenglamadagi (4) barcha ifodalar - h chuqurlik funksiyasidir.

$$\int_{l_1}^{l_2} dl = \int_{h_1}^{h_2} f(h) dh$$

B. Baxmetevning ko'rsatkichli funksiyasidan foydalanib:

$$\left(\frac{K}{K_0} \right)^2 = \left(\frac{h}{h_0} \right)^x, \quad (5)$$

x -o'zanning gidravlik ko'rsatkichi:

$$x \approx 2 \frac{\lg \frac{K}{K_0}}{\lg \frac{h}{h_0}} \approx const$$

(4) formulani (5) asosida quyidagicha yozamiz:

$$idl = \frac{\eta^x - j}{\eta^x - 1} dh$$

bu yerda: $\eta = \frac{h}{h_0}$ - nisbiy chuqurlik,

$$dh = h_0 d\eta$$

$$\frac{idl}{h_0} = d\eta - (1 - \bar{j}) \frac{d\eta}{1 - \eta^x} \quad \int \frac{d\eta}{1 - \eta^x} = \varphi(h) + C$$

U holda $i > 0$ holat uchun (4) tenglama quyidagi ko'rinishga ega:

$$\frac{il}{h_0} = \eta_2 - \eta_1 - (1 - \bar{j}) \cdot [\varphi(\eta_2) - \varphi(\eta_1)], \quad (6)$$

bu yerda:

$$\bar{j} = \frac{\overline{\alpha C^2 B}}{g \chi}, \quad (7)$$

$$\bar{h} = \frac{h_1 - h_2}{2}, \quad (8)$$

$\varphi(\eta)$ funktsiya qiymati maxsus jadvallarda keltirilgan (R.R.Chugayev, P-4 jadval, 573 bet, yoki shu qo'llanmaning ilovadagi 14 -jadvalidan).

Masala: Kanalning quyidagi elementlari berilgan: $b; m; n; i; h_0; h_1; h_2$. Egri sirt egriligini va uzunligini aniqlang: l -?

Yechish: (6) tenglamadan

$$l = \frac{h_0}{i} (A_2 - A_1);$$

$$A_2 = \eta_2 - (1 - \bar{j}) \varphi(\eta_2),$$

$$A_1 = \eta_1 - (1 - \bar{j}) \varphi(\eta_1)$$

(7), (8) ifodalardan foydalanib, l -ni aniqlaymiz.

2. B-guruh: $i=0$ holat uchun:

$$\left| \frac{K}{K_k} \right|^2 = \left| \frac{h}{h_k} \right|^x$$

u holda yuqorida bajarilgan tartib asosida $i=0$ holat uchun (2) tenglama quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\frac{i_k \cdot l}{h_k} = (\bar{j} - 1)(\xi_2 - \xi_1) - [\varphi(\xi_2) - \varphi(\xi_1)]$$

$$\xi = \frac{h}{h_{kp}}; \quad \bar{j}_k = \frac{\alpha i_k \cdot \bar{C}^2 \cdot \bar{B}}{g \bar{\chi}}; \quad x = \frac{2 \lg \frac{\bar{K}}{K_k}}{\lg \frac{\bar{h}}{h_k}}$$

3. C-guruh: $i < 0$ holat uchun:

$$\left| \frac{K}{K_0} \right|^2 = \left| \frac{h}{h_0} \right|^2$$

u holda $i < 0$ holat uchun (3) tenglama quyidagi ko'rinishga ega:

$$\frac{i^I \cdot l}{h_0^I} = -(\xi_2 - \xi_1) + (1 + \bar{j}^I) [\varphi(\xi_2) + \varphi(\xi_1)]$$

$$\xi = \frac{h}{h_0^I}; \quad \bar{j}^I = \frac{\alpha i \bar{C}^2 \bar{B}}{g \bar{\chi}}; \quad x = \frac{2 \lg \left(\frac{\bar{K}^I}{K_0^I} \right)}{\lg \left(\frac{\bar{h}}{h_0^I} \right)}$$

bu yerda i^I - absolyut nishablik, h_0^I - faraz qilingan normal chuqurlik.

$$K_0^I = \frac{Q}{\sqrt{i^I}}$$

15.4. Mashg'ulotlarda information va innovatsion texnologiyalardan foydalanish

Bu bo'limdagi masalalar information texnologiyalardan, ya'ni EHM yordamida kafedrada ishlab chiqilgan hisoblash dasturi asosida yechiladi. Keltirilgan jadvallardagi ma'lumotlar va grafiklar EHM yordamida bajarilgan.

15.4.1 To'suvchi to'g'on inshoot oldidagi erkin sirt egri chizig'i uzunligini aniqlash

Masala: O'zanda harakat notekis bo'lgan holda, suv oqimining chuqurliklari oshib yoki kamayib borishi mumkin. Oqimning erkin sirt chizig'i egri sirt shaklida bo'ladi. Agar o'zanda chuqurliklar oshib ketadigan bo'lsa – unda erkin sirt *egri ko'tarilma* chizig'i deb aytiladi.

Magistral kanalda to'suvchi to'g'on inshooti oldida suv oqimining harakati notekis bo'lib, kanaldagi suv chuqurligi ma'lum foizga oshadi deb olamiz.

Gidravlik hisoblashning asosiy maqsadi – erkin sirt chizig'ining turini aniqlash va uni B.A.Baxmetev usuli bilan qurish.

A. Masalani yechish tartibi

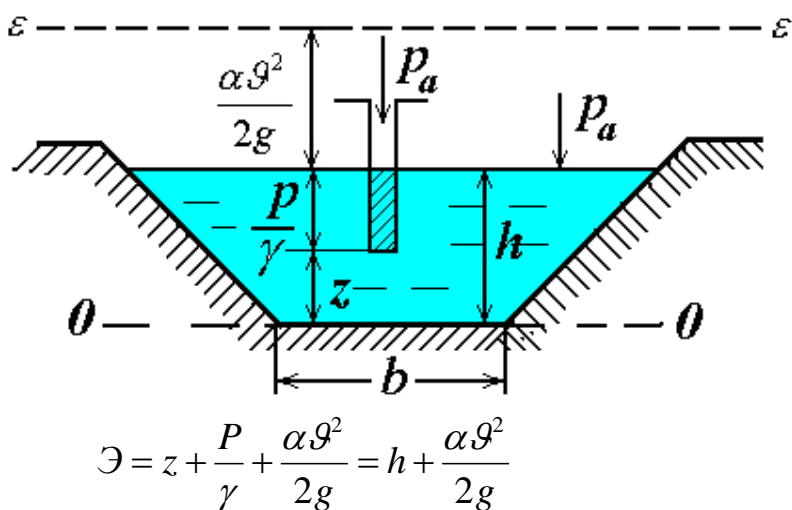
Kanalning quyidagi elementlari berilgan bo'lsin: kanaldagi suv sarfi Q_{MK} , kanal tubining eni b_{cm} , qiyalik koeffitsiyenti m ; g'adir-budirlik koeffitsiyenti n ; to'g'on inshooti oldidagi suv chuqurligi $h_{ber}=(1,15\dots1,20)h_0$.

I Magistr kanal tubining bo'ylama qirqimi va planini masshtabda chizamiz (masala shartiga qarab).

II. Magistr kanalndagi erkin egri sirt chizig'i turini aniqlaymiz. Buning uchun avval kanalndagi kritik chuqurlikni hisoblab topishimiz kerak. Kritik chuqurlikni aniqlashni bir necha usullarini ko'rib chiqamiz.

a) **Birinchi usul:** Kritik chuqurlikni **kesimning solishtirma energiyasi grafigi** yordami bilan aniqlash.

Kesimning solishtirma energiyasi “ Θ ” – o'zan kesimining eng pastda joylashgan nuqtadan o'tkazilgan taqqoslash tekisligiga nisbatan hisoblangan to'la solishtirma energiyadir.



Kesimning solishtirma energiyasi eng kichik qiymatiga mos kelgan chuqurlikka **kritik chuqurlik** deb aytiladi.

$$\Theta = h + \frac{\alpha g^2}{2g} \quad \text{yoki} \quad \Theta = h + \frac{\alpha Q^2}{2g \omega^2}$$

bu yerda: $\alpha = 1,0\dots1,1$ – Koriolis koeffitsiyenti;

$\omega = (b + mh)h$ - trapetsiya shaklidagi kanal ko'ndalang kesimi yuzasi;

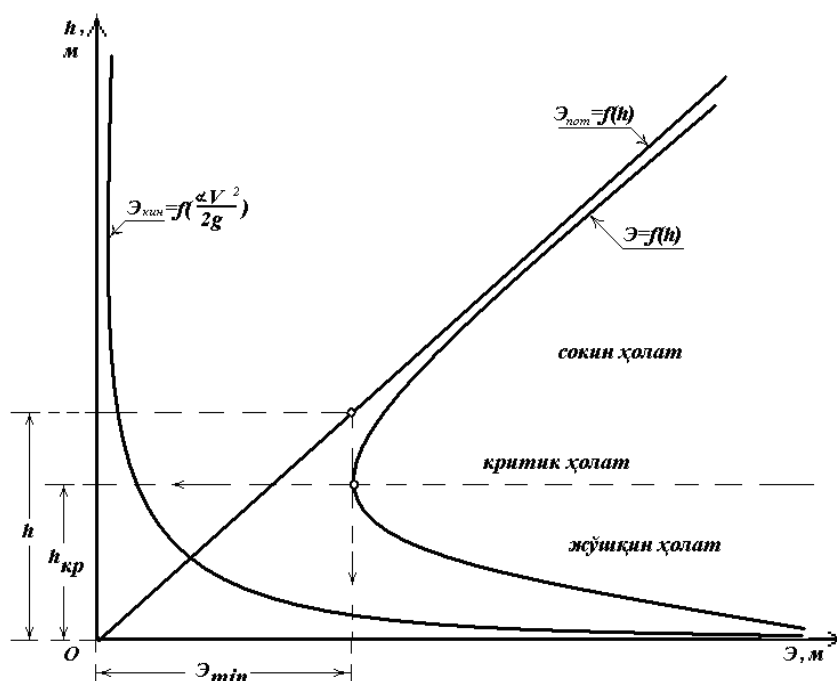
$g = \frac{Q}{\omega}$ - kanalndagi suv oqimining o'rtacha tezligi.

Hisoblashni jadvalda tanlash usuli yordamida o'tkazamiz. Oqim chuqurligiga bir necha qiymatlar berib, ularga mos keladigan kesim solishtirma energiyasini hisoblaymiz:

9 - jadval

$h,$	$\omega,$	$g,$	$\frac{\alpha g^2}{2g},$	$\mathcal{E} = h + \frac{\alpha g^2}{2g},$
m	m	m/s	m	m

Jadvalga asosan $\mathcal{E} = f(h)$ grafigini tuzamiz. Bu grafikda energiyaning eng kichik qiymati \mathcal{E}_{\min} -ga to'g'ri keluvchi chuqurlik - kritik chuqurlik h_{kp} bo'ladi.



15.3-rasm - Kesimning solishtirma energiyasi grafigi

b) *Ikkinchi usul* – suv oqimining *kritik holat grafigidan*.

Oqimning kritik holat tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$\frac{\alpha Q^2}{g} = \frac{\omega_{kp}^3}{B_{kp}} \quad (1)$$

Bu tenglama tanlash usulida yechiladi. Suv chuqurligiga har xil qiymatlar berilib, ular uchun quyidagi nisbatni aniqlaymiz:

$$\frac{\omega^3}{B},$$

bu yerda: $\omega = (b + mh)h$ - kanal tirik kesimi yuzasi;

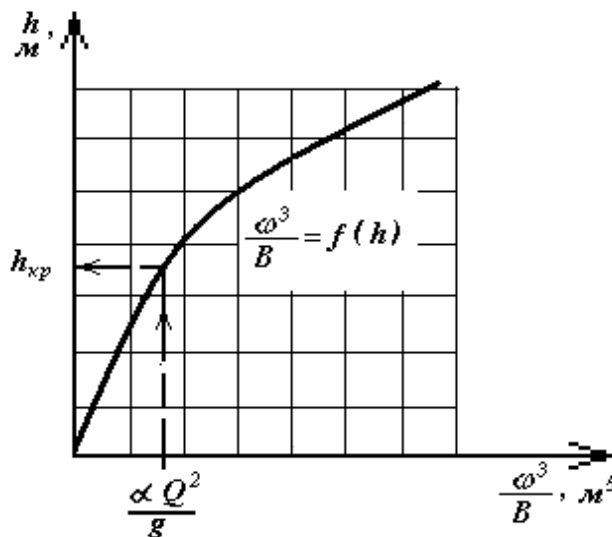
$B = b + 2mh$ - berilgan chuqurlikda oqim tirik kesim sathidagi kanalning kengligi.

Hisobni jadvalda keltiramiz:

10 - jadval

$h,$ m	$\omega,$ m^2	$V,$ m	$\omega^3,$ m^6	$\frac{\omega^3}{B},$ m^5	$\frac{\alpha Q^2}{g},$ m^5

Jadvaldagi aniqlangan kattaliklarga qarab, $\frac{\omega^3}{B} = f(h)$ grafigi chiziladi:



15.4 – rasm - Kritik holat grafigi

Kritik holat shartiga ko'ra $\frac{\omega_{kp}^3}{B_{kp}} = \frac{\alpha \cdot Q^2}{g}$, demak ma'lum bo'lgan

$\frac{\alpha \cdot Q^2}{g}$ ga qarab kritik chuqurlik qiymati h_{kp} grafikdan olinadi (15.4-rasm).

v) **Uchinchi usul:**– I.I.Agroskin usuli.

Hisoblash formulasi:

$$h_{kp} = K \cdot h_{K\Pi}$$

Trapetsiya shaklidagi kanallar uchun kritik chuqurlikni quyidagi tartibda aniqlaymiz:

1. To'g'ri to'rtburchak shaklidagi kanal uchun kritik chuqurlik:

$$h_{K\Pi} = \sqrt[3]{\frac{\alpha Q^2}{b^2 g}}$$

2. Yordamchi koeffitsiyent:

$$\sigma_n = \frac{mh_{K\Pi}}{b_{cm}}$$

m va b_{sm} - magistral kanal uchun olinadi.

3. $K = 1 - \frac{\sigma_n}{3} + 0.105\sigma_n^2$ (yoki R.R. Chugayev kitobidan, 239 - betdagi 7-

16 chizmadan « σ_n » -ga qarab, « K » qiymatini olamiz).

11 - jadval

σ_n	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08
K	0.997	0.993	0.987	0.980	0.973

4. Magistral kanaldagi kritik chuqurligini aniqlaymiz:

$$h_{kp} = K \cdot h_{K\Pi}$$

g) **To'rtinchi usul** - TIMI "Gidravlika" kafedrasida ishlab chiqilgan usul (A.M.Arifjanov usuli):

$$h_{kp} = \frac{b}{4M} \left(\sqrt{1 + \frac{8 \cdot m \cdot h_{K\Pi}}{b}} - 1 \right)$$

$$M = m^2 / \sqrt{1 + m^2}$$

$$\text{yoki } h_{e\delta} = (0,73 - 0,12 \ln \frac{mh_{Ei}}{b_{\bar{n}\delta}}) \cdot h_{Ei}$$

III. Magistral kanaldagi berilgan tub nishabligini ($i > 0$) kritik nishablik bilan solishtiramiz. Shunda erkin sirt egri chiziqning guruhini va sinfini aniqlaymiz.

Magistral kanal berilgan tubining nishabligi kritik nishablikdan kichkina bo'lsa (demak $i_{MK} < i_{kp}$), magistral kanal "A" guruh, 1-chi sinfga kiradi.

Berilish bo'yicha magistral kanaldagi to'suvchi inshoot oldidagi suv chuqurligi oshib boradi, berilgan chuqurlik $h_{\delta ep} > h_0 > h_{kp}$, demak magistral kanaldaning erkin sirtida - **egri ko'tarilma** chizig'i hosil bo'ladi: $+a_1$.

IV. Magistral kanaldagi kritik nishabligini ($h = h_{kr}$) suv oqimining tekis holatdagi tenglamasidan aniqlash mumkin:

$$i_{kp} = \frac{Q^2}{\omega_{kp}^2 C_{kp}^2 R_{kp}} \text{ yoki } i_{kp} = \left| \frac{Qn}{\omega_{kp} R_{kp}^{2/3}} \right|^2$$

bu yerda: $\omega_{kp}, \chi_{kp}, R_{kp}, C_{kp}$ va B_{kp} - kritik chuqurlik uchun hisoblangan kanalning gidravlik elementlari.

$$C = \frac{1}{n} R_{kp}^{1/6} \quad \cdot \text{Shezi koeffitsiyenti (Manning formulasi), } (m^{0.5}/s);$$

$$\omega = (b + mh_{kp})h_{kp} \quad - \text{tirik kesim yuzasi, } (m^2);$$

$$\chi_{kp} = b + 2h_{kp}\sqrt{1+m^2} \quad - \text{ho'llangan perimetr, } (m);$$

$$R_{kp} = \frac{\omega_{kp}}{\chi_{kp}} \quad - \text{gidravlik radius, } (m).$$

yoki suv oqimining kritik holat tenglamasidan:

$$B_{kp} = b + 2mh_{kp} \quad \Rightarrow \quad i_{kp} = \frac{g \cdot \chi_{kp}}{\alpha \cdot C_{kp}^2 \cdot B_{kp}}$$

V. **Kinetiklik parametri** (Π_k) – ikkilangan kinetik energiyaning potentsial energiyaga bo'lgan nisbati:

$$\Pi_k = \frac{\alpha \cdot Q^2}{g} \cdot \frac{B}{\omega^3} = \frac{\alpha \cdot Q^2}{g \cdot \omega^2} \cdot \frac{B}{\omega} = \frac{\alpha \cdot g^2}{g \cdot h_{yp}},$$

bu yerda:
$$h_{yp} = \frac{\omega}{B}.$$

Agar: $h = h_{kp}$ bo'lsa, $\Pi_k = 1,0$ – kritik holat;

$h > h_{kp}$ bo'lsa, $\Pi_k < 1,0$ – tinch (sokin) holat;

$h < h_{kp}$ bo'lsa, $\Pi_k > 1,0$ – notinch (jo'shqin) holat.

Bu parametr oqimning holatini aniqlaydi, oqimning kinetiklik darajasini ko'rsatadi.

VI. Suv oqimining normal chuqurligini aniqlaymiz (h_0). Tekis harakatdagi chuqurlikka **normal chuqurlik** deb aytiladi.

Normal chuqurlikni aniqlash usullari kitobning 1-qismida batafsil yozilgan.

15.4.2 Egri ko'tarilma chiziqning uzunligini aniqlash va qurish

Yuqoridagi gidravlik hisoblarni bajarib qo'yilgan masalani Yechish uchun B.A. Baxmetev (6) tenglamasidan foydalanamiz:

$$\frac{il}{h_0} = \eta_1 - \eta_2 - (1 - \bar{j}_{yp})[\varphi(\eta_2) - \varphi(\eta_1)]$$

Bu tenglamani aniqlashi kerak bo'lgan « l »-ga nisbatan hisoblasak, quyidagi hisoblash tenglamasini olamiz:

$$l = \frac{h_0}{i} \{[\eta_2 - (1 - \bar{j})\varphi(\eta_2)] - [\eta_1 - (1 - \bar{j})\varphi(\eta_1)]\} = (A_2 - A_1) \frac{h_0}{i}$$

bu yerda: $A_1 = \eta_1 - (1 - \bar{j})\varphi(\eta_1);$

$$A_2 = \eta_2 - (1 - \bar{j})\varphi(\eta_2);$$

l – ikkita kesim orasidagi masofa (har bittasining chuqurliklari mos ravishda h_1 va h_2).

Kesimlarning va chuqurliklarning tartib raqamlari yuqoridan boshlab, oqimning yo'nalishi bo'yicha belgilanadi.

$$\eta_1 = \frac{h_1}{h_0}; \eta_2 = \frac{h_{21}}{h_0} \text{ - } 1-1 \text{ va } 2-2 \text{ kesimlardagi nisbiy chuqurliklar;}$$

i, h_0 – kanal tubining nishabligi va normal chuqurligi;

$$\bar{j}_{yp} = \frac{\alpha i \bar{C}^2 \bar{B}}{g \bar{\chi}} \text{ - o'rtacha ishqalanish nishabligi, suv chuqurligining o'rtacha}$$

qiymati uchun hisoblanadi:

$$\bar{h}_{o'r} = \frac{h_1 + h_2}{2},$$

$\bar{C}, \bar{B}, \bar{\chi}, \bar{\omega}$ - o'rtacha chuqurlik $\bar{h}_{o'r}$ uchun hisoblangan kanalning gidravlik elementlari:

$$\bar{B} = b + 2m\bar{h}; \quad \bar{\omega} = (b + m\bar{h})\bar{h}; \quad \bar{\chi} = b + 2\bar{h}\sqrt{1 + m^2}; \quad \bar{R} = \frac{\bar{\omega}}{\bar{\chi}};$$

$\alpha = 1,1$ – kinetik energiyaning korrektivi – Koriolis koeffitsiyenti, oqimning tirik kesim bo'yicha tezliklarning notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffitsiyent;

$\varphi(\eta_1), \varphi(\eta_2)$ - nisbiy chuqurlik funktsiyalari, jadvallardan o'zanning gidravlik ko'rsatkichi “ x ”-ga qarab olinadi (Chugayev R.R., 573-579 bet, yoki shu qo'llanmani ilovadagi 14-jadvaldan).

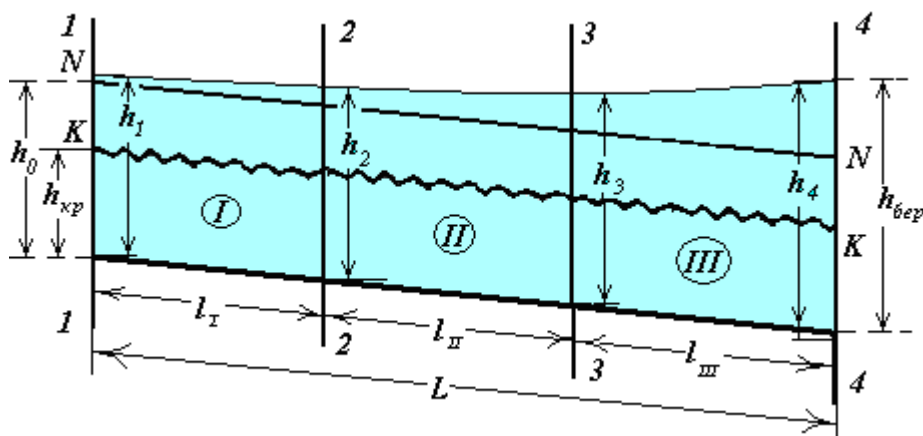
Gidravlik ko'rsatkichni aniqlash formulasi:

$$x = \frac{2(\lg \bar{K}_{o'r} - \lg K_0)}{\lg \bar{h}_{o'r} - \lg h_0} = 2 \frac{\lg \frac{\bar{K}_{o'r}}{K_0}}{\lg \frac{\bar{h}_{o'r}}{h_0}};$$

Bu yerda $\bar{K}_{o'r}, K_0$ - mos ravishda $\bar{h}_{o'r}$ va h_0 uchun hisoblangan sarf modullari:

$$\bar{K}_{o'r} = \bar{\omega}_{o'r} \bar{N}_{o'r} \sqrt{\bar{R}_{o'r}} = \frac{\bar{\omega}_{o'r} \bar{R}_{o'r}^{2/3}}{n}$$

$$K_0 = \frac{\omega_0 R_0^{2/3}}{n}$$



15.5 –rasm - B.A. Baxmetev usulida sath egriligini aniqlash sxemasi

B.A. Baxmetev usuli bilan yechish uchun magistral kanal hisoblash sxemasini tuzishimiz va bir necha kesimlarga bo'lishimiz kerak (kesimlarning tartib raqamlari oqim bo'yicha tepadan pastga qarab belgilanadi). Shu chizmada normal va kritik chuqurliklar chiziqlarini belgilaymiz $K-K, N-N$ (11 -rasm).

Gidravlik ko'rsatkich « x » va o'rtacha ishqalanish nishabligi « \bar{j} » qiymatini kanalning butun uzunligi bo'yicha bir xil deb qabul qilishimiz mumkin, demak o'rtacha chuqurlik:

$$\bar{h}_{yp} = \frac{h_0 + h_{ber}}{2};$$

bu yerda: $h_{ber} = 1,2h_0$ –to'suvchi inshoot oldidagi berilgan chuqurlik.

Gidravlik ko'rsatkich « x » trapetsiya shaklidagi kanallar uchun:

$$x = 3,4 \left(1 + \frac{m}{\beta + m}\right) - 1,4 \frac{m''}{\beta + m''}$$

bu yerda: $\bar{\beta} = \frac{b}{h_{yp}}$ - kanalning nisbiy kengligi;

$$m'' = 2\sqrt{1+m^2}.$$

Aniqlangan o'zanning gidravlik ko'rsatkichi «X» eng yaqin bo'lgan jadvaldagi qiymatgacha yaxlitlanadi.

Hisoblash oxirgi bo'limdan (kanal to'suvchi inshoot oldidan) boshlanadi.

Berilgan chuqurlikdan boshlab ($h_{ber}=h_4$), egri chiziqli sathning ko'rinishiga qarab, 3-3 kesimdagi chuqurlikka qiymatni beramiz.

Bizning misolda ko'tarilma (dimlangan) egri chiziqli sath hosil bo'ladi, demak yuqoriga borgan sari chuqurlik kamayadi:

$$h_3 = h_4 - \Delta h.$$

Δh – ikkita kesimlarning chuqurlik orasidagi farq ($\Delta h=0.02\dots 0.1$ metrgacha qabul qilinadi).

Keyin III qismi uchun B.A.Baxmetev formulasi orqali shu chuqurlik qaysi masofada hosil bo'lishini aniqlaymiz (l_{III}):

$$l_{III} = \frac{h_0}{i} \left\{ \eta_4 - \eta_3 - (1 - \bar{j}_{yp}) [\varphi(\eta_4) - \varphi(\eta_3)] \right\}$$

Avval $\frac{h_0}{i}$ ni hisoblab, keyin tenglamadagi qolgan qiymatlar jadvaldan olinib, hisoblanadi.

Undan keyin 3-3 kesimdagi chuqurlik ma'lum deb qabul qilinib, 2-2 kesimdagi chuqurlikka qiymatini beramiz.

$$h_2 = h_3 - \Delta h$$

II-chi qismi uchun o'rtacha chuqurlikni $\bar{h} = \frac{h_3 + h_2}{2}$ va shu qiymat uchun

$\bar{\omega}$, $\bar{\chi}$, \bar{R} , \bar{B} - lar hisoblanadi.

Xuddi III-chi qismi uchun aniqlangan uzunlikka o'xshab, II qismidagi masofani (l_{II}) B.A.Baxmetev tenglamasi yordami bilan aniqlaymiz. Shu hisoblashni I-chi qism uchun ham qaytaramiz.

2-2 kesimdagi chuqurlik ma'lum deb, 1-1 kesimdagi chuqurlikni aniqlaymiz:

$$h_1 = h_2 - \Delta h$$

Hisoblash natijalarini jadvalda keltiramiz:

№	\bar{h}_{yp}	$\bar{\omega}_{yp}$	$\bar{\chi}_{yp}$	\bar{R}_{yp}	χ	Kesimlar №№	h	η	$\varphi(\eta)$	\bar{h}	$\bar{\omega}$	$\bar{\chi}$	\bar{R}	\bar{B}	\bar{j}	$1-\bar{j}$	A	A_2-A_1	l
III						4													
II						3													
I						2													
						1													

Bu yerda:
$$\bar{h}_{yp} = \frac{h_0 + h_{\sigma ep}}{2}$$

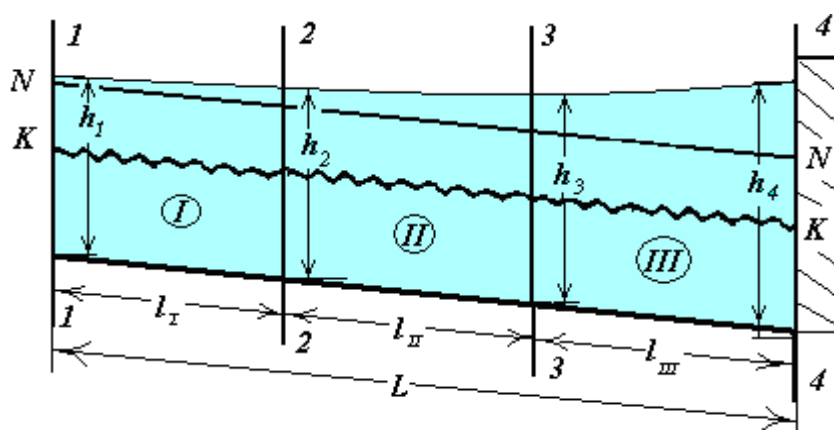
\bar{h}_{yp} - magistral kanaldagi ko'tarilma egri chiziqli sath hosil bo'ladigan soha uchun o'rtacha suv chuqurligi (I-I kesimdan to 4-4 kesimgacha).

$\bar{\omega}_{yp}$, $\bar{\chi}_{yp}$, \bar{R}_{yp} - shu o'rtacha chuqurlik \bar{h}_{yp} uchun hisoblangan kanalning gidravlik elementlari.

Ko'tarilma egri chiziqli sirtning umumiy uzunligi

$$l = l_I + l_{II} + l_{III}$$

$$\bar{h} = \frac{h_1 + h_2}{2}; \bar{j} = \frac{\alpha \cdot i \cdot \bar{C}^2 \cdot \bar{B}}{g \cdot \bar{\chi}} = \frac{\alpha \cdot i \cdot \bar{R}^{1/3} \cdot \bar{\beta}}{g \cdot n^2 \cdot \bar{\chi}}; \bar{B} = b + 2 \cdot m \cdot \bar{h}.$$



15.6 -rasm. Sath egri chizig'ini qurish.

Jadval natijalariga asosan magistral kanalda to'suvchi inshoot oldidagi erkin sirt egriligini chizamiz (15.6 -rasm).

Masala: Magistral kanalda to'suvchi inshoot oldidagi erkin sirt egriligini chizing, quyidagi parametrlar berilgan bo'lsa: $Q = 47,66 \text{ m}^3 / \text{c}$; $b = 12 \text{ m}$; $m = 1,5$; $n = 0,025$; $\ell = 8000 \text{ m}$; $i = 0,002$; $h_{ber} = 4,0 \text{ m}$. Kanalda suv oqimining normal chuqurligi $h_0 = 3,0 \text{ m}$.

Yechish tartibi:

1. Kanaldagi normal chuqurligi: $h_0 = 3,0 \text{ m}$.

2. Kritik chuqurlikni h_{kr} aniqlaymiz

a) Agroskin usuli:

Oldin to'g'ri to'rtburchak shaklidagi kanal uchun kritik chuqurlikni aniqlaymiz:

$$h_{kn} = 0,482 \cdot q^{2/3} = 0,482 \cdot \left(\frac{47,66}{12} \right)^{2/3} = 1,21 \text{ m}$$

yordamchi koeffitsiyent $\sigma_{II} = \frac{m \cdot h_{kn}}{b} = \frac{1,5 \cdot 1,21}{12} = 0,152$

R.R. Chugayev kitobidan, 239 - betdagi 7-16 $K = f(\sigma_{II})$ chizmadan « σ_n » -ga qarab, « K » qiymatini grafikdan olamiz:

$$K = 0,955.$$

Demak $h_k = K \cdot h_{kn} = 0,955 \cdot 1,21 = 1,175 \approx 1,2 \text{ m}$.

b) TIMI "Gidravlika" kafedrasida ishlab chiqilgan usul asosida (A.M.Arifjanov usuli):

$$h_{\epsilon\delta} = (0,73 - 0,12 \ln \frac{m h_{\epsilon i}}{b_{\bar{n}\delta}}) \cdot h_{\epsilon i}$$

$$h_{\epsilon\delta} = 1,18 \text{ m}.$$

3. Oqim erkin sath egrilikning shaklni aniqlaymiz.

Kanal tub nishabligi $i = 0,002 > 0$ bo'lganligi uchun, kanal "A" guruhga kiradi. Kanaldagi suv oqimining normal chuqurligi kritik chuqurligidan katta bo'lgani ($h_0 = 3,0 \text{ m} > h_{kp} = 1,2 \text{ m}$), va tub nishabligi $i < i_{kp}$ sababli kanal 1-chi sinfiga qarashli. Berilgan chuqurlik $h_{ber} = 4,0 \text{ m} > h_0 = 3,0 \text{ m}$ bo'lganligi uchun erkin sirtning egriligi "a" sohada joylashgan va uning shakli – egri ko'tarilma + \mathbf{a}_1 bo'ladi.

4. O'zanning gidravlik ko'rsatkichini aniqlaymiz "x":

Aniqlangan "a" sohadagi o'rtacha chuqurlik:

$$\bar{h}_c = \frac{h_0 + h_{\delta ep}}{2} = \frac{3,0 + 4,0}{2} = 3,5 \text{ m},$$

$$\bar{\beta}_c = \frac{b}{h_c} = \frac{12}{3,5} = 3,43.$$

O'zanning gidravlik ko'rsatgichi R.R.Chugayev formulasiga asosan:

$$x = 3,4 \cdot \left| 1 + \frac{m}{\bar{\beta}_c + m} \right| - 1,4 \cdot \frac{2 \cdot m'}{\bar{\beta}_c + 2 \cdot m'} = 3,4 \cdot \left| 1 + \frac{1,5}{3,43 + 1,5} \right| - 1,4 \cdot \frac{2 \cdot 1,803}{3,43 + 2 \cdot 1,803} = 3,67$$

bu yerda $m' = \sqrt{1 + m^2} = \sqrt{1 + 1,5^2} = 1,803$.

Shu qiymatga eng yaqin bo'lgan jadvaldagi qiymatini qabul qilamiz $x=3,75$.

5. Endi $h_{ber}=4,0m$ - dan kichik va $h_0=3,0m$ - dan kattaroq bo'lgan bir nechta h qiymatlarni qabul qilamiz, va har bittasi uchun nisbiy chuqurliklar qiymatlarini aniqlaymiz. Misol uchun $h_1=3,8m$ bo'lganda:

$$\eta_2 = \frac{h_{oep}}{h_0} = \frac{4,0}{3,0} = 1,33$$

$$\eta_1 = \frac{h_1}{h_0} = \frac{3,8}{3,0} = 1,267$$

Ilovadagi 14-jadvaldan, aniqlangan η_1 va η_2 $x=3,75$ uchun $\varphi(\eta_1)$ va $\varphi(\eta_2)$ qiymatlarini qabul qilamiz:

$(\eta_1)_{oc} = 1,267$ uchun o'ziga mos bo'lgani yuq ekan, eng yaqin bo'lgan jadvaldagi qiymatlar –

kattaroq bo'lgan $(\eta_2)_{oc} = 1,27$ -

$$\varphi(\eta_2)_{oc} = 0,233$$

kichikroq bo'lgan $(\eta_1)_{oc} = 1,26$ -

$$\varphi(\eta_1)_{oc} = 0,240$$

ularning farqi: $0,01 * -0,007$

Demak interpolyatsiya usulini qo'llab, bizga kerakli bo'lgan qiymatni aniqlaymiz:

$$\varphi(\eta_2) = 0,24 + (1,267 - 1,26) \cdot \frac{(-0,007)}{0,01} = 0,2351$$

$(\eta_2)_{oc} = 1,33$ uchun jadvaldan $\varphi(\eta_1) = \varphi(1,33) = 0,1955$ olamiz.

6. Har bir qism uchun suv chuqurligining o'rtacha qiymatini aniqlaymiz:

$$\bar{h} = \frac{h_1 + h_2}{2}.$$

Misol uchun, suv oqimi o'rtacha chuqurligi $\bar{h} = 3,5$ m uchun:

tirik kesim yuzasi: $\bar{\omega} = \bar{h} \cdot (b + m \cdot \bar{h}) = 3,5 \cdot (12 + 1,5 \cdot 3,5) = 60,38 m^2$;

ho'llangan perimetr: $\bar{\chi} = b + 2 \cdot \bar{h} \cdot \sqrt{1 + m^2} = 12 + 2 \cdot 3,5 \cdot \sqrt{1 + 1,5^2} = 24,6M$;

gidravlik radius: $\bar{R} = \frac{\bar{\omega}}{\bar{\chi}} = \frac{60,38}{24,6} = 2,454M$;

o'zan sathidagi oqim kengligi: $\bar{B} = b + 2 \cdot m \cdot \bar{h} = 12 + 2 \cdot 1,5 \cdot 3,5 = 22,50M$.

Unda o'rtacha ishqalanish nishabligi: $\bar{j} = \frac{\alpha \cdot i}{g \cdot n^2} \cdot \bar{R}^{1/3} \cdot \frac{\bar{B}}{\bar{\chi}} = 0,047$, va $1 - \bar{j} = 0,953$.

Hamma aniqlangan kattaliklarni jadvalga yig'ib, hisoblaymiz:

13- jadval

Uchastka larning №№	Kesim larning №№	h	η	$\varphi(\eta)$	\bar{h}	$\bar{\omega}$	$\bar{\chi}$	\bar{R}	\bar{B}	\bar{j}	Izoh
3	4	4,00	1,333	0,1955	3,9	69,62	26,04	2,67	23,7	0,0453	$x=3,75$ $i=0,002$ $n=0,025$ $\bar{j} = \frac{\alpha \cdot i}{g \cdot n^2} \cdot \bar{R}^{1/3} \cdot \frac{\bar{B}}{\bar{\chi}}$ $\frac{\alpha \cdot i}{g \cdot n^2} = 0,0399$
	3	3,80	1,267	0,2351							
2	3	3,80	1,267	0,2351	3,7	64,94	25,34	2,56	23,1	0,0448	
	2	3,60	1,200	0,292							
1	2	3,60	1,200	0,292	3,5	60,38	24,6	2,45	22,5	0,0442	
	1	3,40	1,133	0,3792							

8. Har bir qismning uzunligini quyidagi formula bo'yicha aniqlaymiz:

$$\ell = \frac{h_0}{i} \cdot (A_2 - A_1),$$

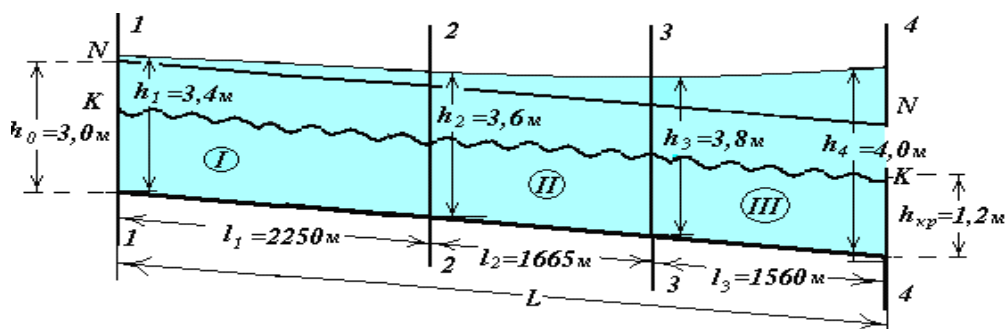
bu yerda $A_2 = \eta_2 - (1 - \bar{j}) \cdot \varphi(\eta_2)$ va $A_1 = \eta_1 - (1 - \bar{j}) \cdot \varphi(\eta_1)$.

Hisoblash natijalarini quyidagi jadvalga tushiramiz:

14- jadval

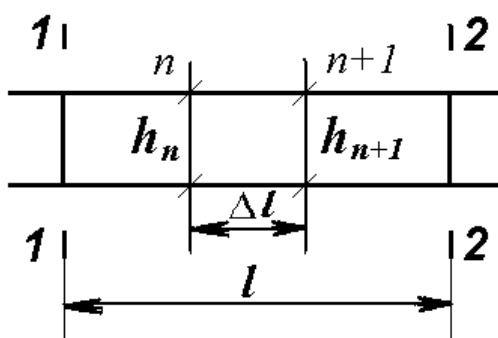
Uchastkalarining №№	A_2	A_1	$A_2 - A_1$	ℓ	Izoh
3	1,146	1,042	0,104	1560	$\frac{h_0}{i} = 15000$
2	1,032	0,921	0,111	1665	
1	0,921	0,771	0,150	2250	

Jadval asosidagi qiymatlar bo'yicha a_1 grafigini tuzamiz.



15.5. Charnomskiy usulida notekis harakat differentsial tenglamasini integrallash

Bu usulda o'zan bir necha (n) kichik qismlarga ajratiladi. U holda Bernulli tenglamasidan foydalanib oqim energiyasining o'zgarishi aniqlanadi.



$$\frac{\Delta \mathcal{E}}{\Delta l} = i - \bar{J}_e; \quad \Delta l = \frac{\Delta \mathcal{E}}{i - \bar{J}_e} = \frac{\mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1}{i - \bar{J}_e}$$

$$\Delta \mathcal{E} = \left(h_{n+1} + \frac{\alpha \mathcal{G}_{n+1}^2}{2g} \right) - \left(h_n + \frac{\alpha \mathcal{G}_n^2}{2g} \right)$$

bu yerda: Δl - kesimlar orasidagi masofa;

$\mathcal{E}_2, \mathcal{E}_1$ - 1-1 va 2-2 kesimlardagi oqimning solishtirma energiyasi;

h_n, h_{n+1} - n va $n+1$ qismlardagi suv oqimining chuqurligi;

$\mathcal{G}_n, \mathcal{G}_{n+1}$ - n va $n+1$ qismlardagi oqim tezligi.

Har bir qism (n) uchun sath egrilik uzunligi aniqlanadi:

$$l = \sum_{n=1}^m \frac{\Delta \mathcal{E}}{i - \bar{J}_{bn}};$$

$$\bar{J}_e = \frac{\overline{\mathcal{G}^2}}{C^2 R}, \text{ agar } C = \frac{1}{n} R^{1/6} \text{ bo'lsa, u holda}$$

$$\bar{J}_e = \left| \frac{\bar{g} \cdot n}{\bar{R}^{\frac{2}{3}}} \right|^2 = \left| \frac{Q \cdot n}{\bar{\omega} \cdot \bar{R}^{\frac{2}{3}}} \right|^2$$

bu yerda: $\bar{\omega}, \bar{R}$ - bir qismidagi gidravlik elementlarning o'rtacha qiymatlari, o'rtacha chuqurlik \bar{h} uchun hisoblangan.

Erkin sirt egri chizig'i uzunligini aniqlash

Masala.

Trapetsiya shakldagi kanalda erkin egri suv sathi chizig'i - egri pasayma kuzatiladi. Charnomskiy usulini qo'llab, shu chiziqni quyidagi kattaliklar uchun qurish kerak: $Q=47,66 \text{ m}^3/\text{s}$; $h_0=3,0 \text{ m}$ (kanal normal chuqurligi); $b=12 \text{ m}$ (kanal tubidagi eni); $m=1,5$; $n=0,025$; $i=0,0002$; $\ell=12000 \text{ m}$ (kanal uzunligi); $h_2=2,4 \text{ m}$ (kanal so'ngi kesimdagi suv chuqurligi).

Yechish tartibi:

Kanal so'ngi kesimdagi suv chuqurligi bizga ma'lum bo'lganligi uchun erkin egri suv sathi chizig'igining nuqtalarini aniqlanishini shu chuqurlikdan boshlaymiz.

1. Berilgan chuqurlik $h_2=2,4\text{m}$ uchun bizga kerakli bo'lgan gidravlik elementlarni hisoblaymiz:

tirik kesim yuzasi: $\omega_2 = (b + m \cdot h_2) \cdot h_2 = (12 + 1,5 \cdot 2,4) \cdot 2,4 = 37,44 \text{ m}^2$;

kanaldagi suv oqimining o'rtacha tezligi: $g_2 = \frac{Q}{\omega_2} = \frac{47,66}{37,44} = 1,27 \text{ m/s}$;

ho'llangan perimetr: $\chi_2 = b + 2 \cdot h_2 \cdot \sqrt{1+1,5^2} = 12 + 2 \cdot 2,4 \cdot \sqrt{1+1,5^2} = 20,64 \text{ m}$;

gidravlik radius: $R_2 = \frac{\omega_2}{\chi_2} = \frac{37,44}{20,64} = 1,81 \text{ m}$;

kesim solishtirma energiyasi:

$$\mathcal{E}_2 = h_2 + \frac{\alpha \cdot Q^2}{2 \cdot g \cdot \omega_2^2} = 2,4 + \frac{1,1 \cdot 47,66^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 37,44^2} = 2,49 \text{ m}.$$

2. $h_1=2,5\text{m}$ deb qabul qilamiz. Unda xuddi yuqorida ko'rsatilganidek:

$$\omega_1 = 39,38 \text{ m}^2; \quad g_1 = 1,21 \text{ m/s}; \quad \chi_1 = 21,0 \text{ m}; \quad R_1 = 1,87 \text{ m}; \quad \mathcal{E}_1 = 2,58 \text{ m}.$$

3. Chuqurligi $h_1=2,5\text{m}$ teng bo'lgan 1-1 kesimdan to chuqurligi $h_2=2,4\text{m}$ teng bo'lgan 2-2 kesimgacha solishtirma energiyalarning o'zgarishi bo'ladi:

$$\Delta \mathcal{E} = \mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1 = 2,49 - 2,58 = -0,091 \text{ m}.$$

4. Ko'rilayotgan uchastka uchun g va R o'rtacha qiymatlarni aniqlaymiz:

$$\bar{g} = \frac{g_1 + g_2}{2} = \frac{1,21 + 1,27}{2} = 1,24 \text{ m/s};$$

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2}{2} = \frac{1,87 + 1,81}{2} = 1,84 \text{ m.}$$

Demak,
$$\bar{I}_e = \left| \frac{\bar{g} \cdot n}{\bar{R}^{2/3}} \right|^2 = \left| \frac{1,24 \cdot 0,025}{1,84^{2/3}} \right|^2 = 0,00042.$$

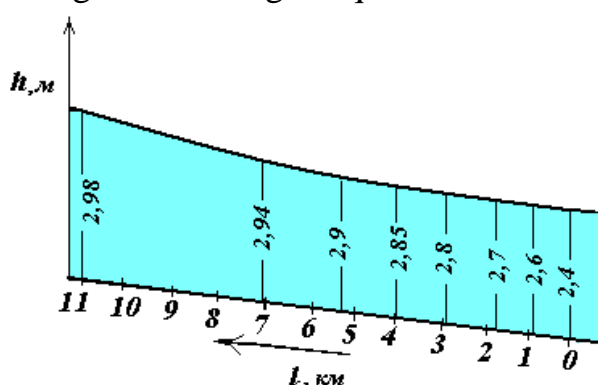
5. Tenglamadan $\Delta \ell$ ni aniqlaymiz:

$$\Delta \ell = -\frac{\Delta \mathcal{E}}{i - \bar{I}_e} = -\frac{0,091}{0,0002 - 0,00042} = 404 \text{ m.}$$

Suv chuqurligi uchun h_I bir necha qiymatlarni berib, hisoblashni yuqorida ko'rsatilgan tartibda olib borib, natijalarni jadvalga tushiramiz.

h	ω	g	\bar{g}	χ	R	\bar{R}	E	$\Delta \mathcal{E}$	$\bar{I}_e \cdot 10^{-4}$	$\Delta \ell$	ℓ
2,40	37,44	1,273		20,84	1,814		2,491				0
			1,242			1,845		-0,091	4,23	404	
2,50	39,38	1,120		21,00	1,875		2,582				404
			1,182			1,905		-0,092	3,65	554	
2,60	41,34	1,153		21,36	1,935		2,674				958
			1,127			1,965		-0,094	3,17	804	
2,70	43,34	1,100		21,72	1,995		2,768				1762
			1,076			2,025		-0,094	2,77	1221	
2,80	45,36	1,051		22,08	2,054		2,862				2989
			1,040			2,069		-0,047	2,50	940	
2,85	46,38	1,028		22,26	2,084		2,909				3923
			1,017			2,098		-0,048	2,35	1372	
2,90	47,42	1,005		22,44	2,113		2,957				5295
			0,997			2,125		-0,038	2,21	1810	
2,94	48,25	0,988		22,58	2,136		2,995				7105
			0,978			2,148		-0,038	2,10	3800	
2,98	49,08	0,971		22,73	2,100		3,033				10905

Jadval asosida erkin egri sath chizig'ini quramiz:



XV bob bo'yicha nazorat savollari

1. Barqaror notekis harakat differentsial tenglamasi
2. Erkin sirt egriligining shakli. Erkin egri suv sathi chizig'i
3. Notekis harakat differentsial tenglamasining (integrallash) tahlili
4. Charnomskiy usulida notekis harakat differentsial tenglamasini integrallash
5. Erkin sirt egri chizig'i uzunligini aniqlash

FOYDALANILGAN ADABIYOT

1. Bashta T. M., Rudnev S. S, Nekrasov B. I. va boshqalar, Gidravlika i gidravlicheskiye mashini M., "Mashinostroyeniye" 1980 g.1.
2. Latipov Q.SH. Gidravlika , gidromashinalar va gidroyuritmalar.- Toshkent: O'qituvchi, 1992 y.
3. Shtrenlixt D.V. Gidravlika. M., Energoatomizdat, 1992 g.
4. Kiselev P. G. Gidravlika osnovi mexaniki jidkosti. M., Energiya 1980 g.
5. Osipov P. Ye. Gidravlika i gidravlicheskiye mashini, M., "Lesnaya promishlennost, 1965 g.
6. Uginshus A. A. Gidravlika i gidravlicheskiye mashini, Xarkov, izd. Xarkovskogo Gosuniversiteta im. A. M. Gorkogo 1966g
7. Kostyushenko E.V.,Laptyev V.I., Xolodok L.A. Praktikum po gidravlike I gidromxanizatsii selskoxozyaystvennix protsessov.- Minsk urojay, 1991g.
8. Yufin A. P. Gidravlika, gidravlicheskiye mashini i gidroprivodi M., "Visshaya Shkola", 197 1965g
9. A.Arifjanov, I.Axmedxodjayeva, A.Fatxullayev. Suv resurslari.TIMI, 2008y.
10. Nekrasov B.B. Zadachnik po gidravlike, gidromashinam i gidroprivodu-M „Visshaya shkola“. 1995g.
11. Yesman I. G. Nasosi. Izd. Neftyanoy i Gorno-toplivnoy literaturi. M., 1954 g.
12. Tumarkin M. B. Gidravlicheskiye sledyashie privodi M., "Mashinostroyeniye", 1966 g.
13. Krivshyenko G.I., Gidravlicheskiye mashini, M., Energiya 1978 g.
14. Prokofyev V.N., Danilov Yu.A., Kondakov L.A., Luganskiy A. S., Syelin Yu. A. Aksialno-porshnevoy reguliruyemiy privod, M., "Mashinostroenie" M., 1969 g.
15. Geyyer V. G., Dumin V. S, Borsmenskiy A. G., Zorya A. N. Gidravlika gidroprivod "Nedra" M., 1970 g.
16. K.Sh. Latipov - Suyuqliklarda ichki ishqalanish kuchlanishi haqida UzSSR FA Axborotlari, texnika fanlari seriyasi, 1980 y. № 6. 43-47- bet.
17. K.Sh. Latipov - Gidravlik qarshilik koeffitsiyentini aniqlashga doir. UzSSR FA Doklidlari 1982 y. № 8; 16-19-bet.
18. Norkin P. K., Latipov K. Sh. Gidrodinamicheskiye peredachi i ob'yemniy gidroprivod (konspekt lektsiy) Izd-vo TashPI Tashkent - 1980 y.

MUNDARIJA

Kirish	4
XV bob. Suyuqlik oqimining barqaror notekis harakatining differentsial tenglamasi	7
15.1-§. Barqaror notekis harakat differentsial tenglamasi	7
15.2-§. Erkin sirt egriligining shakli. Erkin egri suv sathi chizig'i	9
15.3-§. Notekis harakat differentsial tenglamasining (integrallash) tahlili	12
15.4-§. Mashg'ulotlarda information va innovatsion texnologiyalardan foydalanish	14
15.4.1-§. To'suvchi to'g'on inshoot oldidagi erkin sirt egri chizig'i uzunligini aniqlash	14
15.4.2-§. Egri ko'tarilma chiziqning uzunligini aniqlash va qu	20
15.5-§. Charnomskiy usulida notekis harakat differentsial tenglamasini integrallash	27
FOYDALANILGAN ADABIYOT	30
MUNDARIJA	31

Arifjanov Oybek Muxammedjanovich
Rahimov Quдрat Toshbotirovich
Xodjiev Alisher Kuldoshevich

“GIDRAVLIKA”

/DARSLIK/

Ushbu o'quv qo'llanma O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2015 yil 21-avgustdagi “303”-sonli buyrug'iga asosan nashr qilishga ruxsat berilgan.

Ro'yxatga olish raqami: 303-058

Muharrir: **M. MUSTAFAYEVA**

Musahhih: **D. ALMATOVA**

Bosishga ruxsat etildi: 21.08.2015y. Qog'oz o'lchami 60x84 - 1/16

Hajmi ____ bosma taboq. ____ nusha. Buyurtma № ____

TIMI bosmaxonasida chop etildi.

Toshkent-100000. Qori Niyoziy ko'chasi 39 uy.

