

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА
ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА + УРИЛИШ ИНСТИТУТИ

ФАЙЗИЕВ Х.

ГИДРОТЕХНИКА ИНШООТЛАРИНИНГ
ФИЛЬТРАЦИЯ ЦИСОБИ

1-қисм
(ўқув қўлланма)

Тошкент - 2002 й.

Муаллиф: Х. Файзиев

Гидротехника иншоотларининг фильтрация шисоби 1-қисм: ўқув қўлланма. Файзиев Х.

Тошкент архитектура қурилиш институти. Тошкент, 2002 й. бет.

Ўқув қўлланма «Гидротехника иншоотларини лойищалаш ва қуришда гидравлик ва фильтрация ҳисоблари» фани дастури асосида ёзилган бўлиб, унда фильтрация умумий масалалари, фильтрация назариясини физик ва математик асослари, гидротехника иншоотлари заминдаги босимли фильтрацияни, ҳамда грунтли тўғонлардаги турғун ва нотурғун фильтрацияни ҳисоблаш усуллари баён қилинган.

+ўлланма гидротехника қурилиши магистратура йўналиши талабалари учун мўлжалланган бўлиб, ундан шу соҳадаги қурилиш ва лойищалаш ташкилотларининг мушандис-техник мутахассислари ҳам фойдаланишлари мумкин.

Гидротехника иншоотлари, замин ва пойдеворлар кафедраси.

Чизма ---- жадвал----- адабиёт----

Тошкент архитектура қурилиш институти илмий-услубий кенгаши қарорига асосан нашир этилди.

Тақризчилар: ТИИМСХ «Гидротехника иншоотлари» кафедраси доц., т.ф.н. Янгиев А.

ТА+И «Гидротехника иншоотлари замин ва пойдеворлар» кафедраси доц. т.ф.н. Хусанходжаев Ў.И.

Сўз боши

Ушбу ўқув қўлланма “Гидротехника иншоотларини лойищалаш ва қуришда гидравлик ва фильтрация щисоблари” фани дастури асосида ёзилган бўлиб 5А580215 “Гидротехника иншоотлари” магистратура таълим йўналиши талабаларига мўлжалланган.

Ўзбекистон Республикаси Олий мажлис IX сессиясида қабул қилинган “Таълим тўрисидаги қонун” ва “Кадрлар тайёрлаш миллий дастури” олдимизга кўпгина вазифаларни қўйди. Шулар ичида энг муҳими давлат тилида ўқув адабиётларини яратишдир. Айниқса бундай адабиётлар магистратурада таълим олаётган талабалар учун жуда зарурдир.

Ушбу қўлланма шу фан бўйича яратилаётган қўлланмани биринчи қисми щисобланади. +ўлланма 4 бобдан иборат бўлиб, 1-бобда фильтрация щисобларини вазифаси ва ащамияти, фильтрацияни асосий қонуни, фильтрация коэффициентини аниқлаш усуллари келтирилган.

2-бобда фильтрация назариясини физик ва математик асослари, фильтрацияни асосий тенгламалари келтирилган. Текисликдаги ва пландаги фильтрация, аста-секин ўзгарадиган тур\ун босимсиз фильтрация шаракати асосий тенгламаси ва уларни интеграллаш масалалари баён этилган.

3-бобда гидротехника иншоотларини заминидаги босимли фильтрацияни щисоблаш усуллари келтирилган. Унда гидротехника иншоотлари ер ости контури элементлари ва ушбу фильтрацияни щисоблашни гидротехник усули, ундан ташқари ушбу фильтрацияни щисоблашни қаршилик коэффициентини, фрагментлар каби тақрибий усуллари щам келтирилган. Бундай фильтрацияни щисоблашда гидродинамика тўридан фойдаланиш масалалари берилган. Ушбу тўрни қуришни график ва ЭГДА усули баён этилган.

4-бобда грунтли тў\онлардаги тур\ун ва нотур\ун фильтрация ва уларни щисоблаш усуллари баён этилган.

Ушбу ўқув қўлланма шу фандан ўзбек тилида ёзилган биринчи қўлланма бўлганлиги учун у айрим камчиликлардан щоли эмас ва муаллиф сизларни таклиф ва мулощазаларингизни минатдорчилик билан қабул қилади. Уни ёзишда щозирда рус тилидаги мавжуд адабиётлардан фойдаланилди.

І БОБ. ФИЛЬТРАЦИЯ ТҰ/РИСИДА УМУМИЙ МАЪЛУМОТ.

1.1. Фильтрация тў/рисида тушунча.

Фильтрация сувнинг \овак муштитдан сизиб ўтиши. Фильтрация қодисаси билан шар хил гидротехника иншоотларини лойищалашда тез-тез учратиб турамыз.

Бунга гравитацион ва грунтли тў/онлар, шлюзлар, вақтинчалик дамбалар (перемўчки) қурилиш шандақлари, зах қочириш мажмуалари ва бошқалар киради. Сувнинг грунтдаги сизиб ўтиш юзаси қанча катта бўлса, сизилаётган сув оқими шунча катта қаршиликка учрайди. Доналари майда грунтларда фильтрация оз бўлади. Гилли грунтларнинг доналари жуда майда бўлганлиги учун бундай грунтларда фильтрация катта босим таъсиридагина юз бериши мумкин.

Фильтрацияни ўрганишда биз сувни алоҳида \оваклар ва ёриқлардаги щаракати билан қизиқмаймиз, балки фильтрацияни ўртача характеристикаларини аниқлаймиз. Бундайларга фильтрация тезлиги, босим, сув сарфи ва щ. киради. Ушбу келтирилган характеристикаларни аниқлаш гидротехника иншоотларини фильтрация щисобини асосий масалаларига киради.

1.2. Гидротехника иншоотлари фильтрация щисобини мақсад ва вазифалари.

Гидротехника иншоотларини фильтрация щисоби қуйидагиларни аниқлаш мақсадида бажарилади;

- а) Гидротехника иншооти тубига фильтрация босимининг таъсири;
- б) Грунтли гидротехника иншоотларида щамда уларни қир\оқ билан туташган қисмларида фильтрация оқими депрессия юзаси щолатини аниқлаш;
- в) Фильтрация сув сарфини аниқлаш;
- г) Бетон иншоат заминидаги, грунтли иншоот замини ва танасидаги ва иншоотни қир\оқ билан туташган қисмида фильтрация оқими градиенти ва тезлигини аниқлаш.

Щисоблашлар натижасида аниқланган бетон иншоотга таъсир қилаётган фильтрация босими, грунтли иншоотлардаги депрессия юзасини щолати бошқа факторлар билан бир қаторда бу иншоотларнинг тур\унлигини аниқлашга ердам беради, щамда уларни иншоот тур\унлигига таъсирини камайтирувчи чора-тадбирлар ишлаб чиқишда фойдаданилади. Фильтрация сарфи тў/рисидаги маълумотлар сув омборида йўқотиладиган фильтрация микдорини белгилаш ва уни камайтириш чора-тадбирларини ишлаб чиқиш учун зарур. Фильтрация оқимини пастки бьефга ёки дренаж иншоотларига чиқиш қисмидаги градиент ва тезлик тў/рисидаги маълумотлар грунтларни фильтрацияга мустащкамлигини аниқлашда талаб қилинади (ўпирилиш, суффозия, туташган қисмида ювилиш).

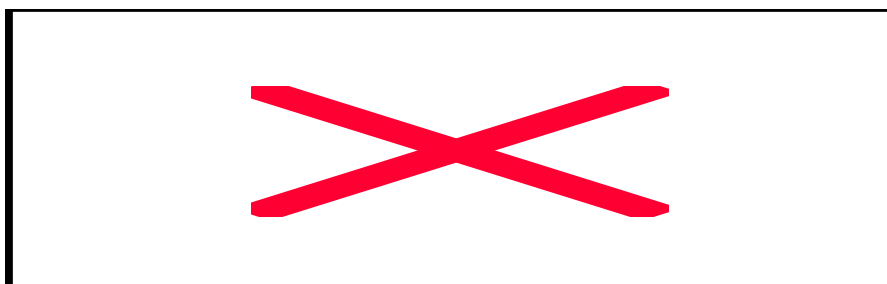
1.3. Фильтрация асосий қонуни.

/овак жисмда фильтрация щаракатини асосий қонуни 1856 й. Француз олими Дарси томонидан, маълум узунлик ва қўндаланг кесим юзасига эга бўлган кум намунасидан сизиб ўтаётган сув сарфини кузатиш натижасида ўрнатилган. Кейинчалик ўрнатилган математик боғланиш Дарси қонуни деб аталган.

$$g = K \cdot I \quad (1.1)$$

Бу ифодадан кўриниб турибдики, фильтрация тезлиги босим градиентига тўғри пропорционал.

Бунда K -фильтрация коэффиценти, I - босим градиенти, g - фильтрация тезлиги



Бу ерда грунт \оваклари кесим юзаси $\omega_{\text{ов}}$ грунт заррачалари юзаси $\omega_{\text{зар}}$ орқали сув щаракат қилмайди, қувурни бутун кесим юзаси $\omega = \frac{\pi D^2}{4}$ га тенг.

Шундан кўриниб турибдики

$$\omega_{\text{к}} \omega_{\text{ов}} + \omega_{\text{зар}}$$

У щолда сувни \оваклар орқали щаракатини щақиқий тезлиги

$$g_{\text{д}} = \frac{Q}{\omega_{\text{сов}}}$$

Фильтрация тезлиги

$$g = \frac{Q}{\omega}$$

Шундан кўриниб турибдики фильтрация тезлиги деб, баъзи бир фиктив тезликка, сув на фақат \оваклар орқали, балки кум эгаллаган бутун юза бўйлаб щаракат қилади деб, фараз қилинадиган тезликка айтилади.

n -орқали грунтни щажмий \оваклигини ва n' -орқали юзадаги \оваклик коэффиценти бeлгилаймиз;

$$n = \frac{\text{з о в а к л а р} \cdot \text{х а ж м и}}{\text{з р у н т} \cdot \text{х а ж м и}} < 1$$

$$n' = \frac{\omega_{\text{з о в}}}{\omega} < 1$$

Бизга маълумки бир жинсли грунтларда $n_{\text{кп}}$, шундай экан

$$\frac{\mathcal{Q}}{\mathcal{Q}_\partial} = \frac{\omega_{\text{з о в}}}{\omega} = n$$

ёки $\mathcal{Q} = n \mathcal{Q}_\partial$, кўпинча $n_{\text{кп}}(0,35 \div 0,45)$ шунинг учун фильтрация тезлиги $\mathcal{Q}$ шар доим шақиқий тезликдан кичик.

Дарси формуласини яна қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин.

$$Q = K \cdot \omega \cdot I \quad (1.2)$$

Фильтрация коэффициентини ўлчами тезлик ўлчами билан бир хил бўлиб, у градиент $I_{\text{к1}}$ тенг бўлгандаги тезликдир.

(1.1) ёки (1.2) формула ламинар фильтрация харакатига тегишли бўлиб, маълум бир қўлланиш чегарасига эга.

Бир жинсли грунтлар (кум, ша\ал) Дарси қонуни Рейнольдснн қуйидаги шартини бажаргандагина қўлланиши мумкин.

Яъни

$$R = \frac{\mathcal{Q} \cdot d}{\nu} \leq A$$

$$A = 3 \div 10$$

бўлганда қўлланиши мумкин. Сув учун $\nu = 0,018 \text{ см}^2/\text{сек}$ деб қабул қилсак, у шолда

$$\mathcal{Q}_d \leq 0.07 \div 0.075 \quad (1.3)$$

бунда $\mathcal{Q}$ - фильтрация тезлиги м/сек.

d - грунт заррачаларини диаметри, см.

Агарда (1.3) шрти бажарилмаса, у шолда турбулент фильтрация щосил бўлади ва Дарси қонуни бузилади.

Турбулент фильтрациясида (1.1) формула ўрнига бошқа ифодадан фойдаланилади;

$$g = K \cdot I^{1/m} \quad \text{ёки} \quad I = \frac{1}{K^m} \cdot g^m \quad (1.4)$$

бунда m - тажриба натижаларига кўра белгиланади ва уни миқдори $1 \leq m \leq 2$ оралигида бўлади

$$\text{ёки} \quad I = a g + b g^2 \quad (1.5)$$

бунда a ва b - эксперимент ёрдамида ўрнатиладиган доимий (берилган грунт ва сув температураси учун) коэффициент.

Кичик тезликларда (иккинчи қисмини $b g^2$ ҳисобга олмасан бўлади) у шолда (1.5) ифода Дарси формуласига айланади. Катта тезликларда (биринчи қисмини $a g$ ҳисобга олмаслик мумкин).

$$I \approx b g^2$$

ва квадратик қаршилик областига жавоб беради.

1.4 Фильтрация коэффициентини аниқлаш усуллари.

Фильтрация коэффициентини аниқлашнинг учта усули мавжуд;

1. Лаборатория усули.
2. Ҳисобий (назарий) усул.
3. Дала усули.

1.4.1 Лаборатория усули.

Лабораторияда K_f аниқлаш учун алоҳида Дарси асбобидан фойдаланилади. (1.1-расм).

Унга кўра

$$Q_{kv}/t$$

1.1-расм.

ν -ўлчов идишда t вақтда йиғилган сув шажми
(1.2) ифодадан

$$K = \frac{Q}{\omega \cdot I}$$

$$\omega = \frac{\pi D^2}{4}; \quad I = \frac{h_e}{\ell}; \quad h_e = H_1 - H_2$$

тажрибада Q, h_e ва ℓ ни ўлчаб фильтрация коэффициентини аниқлаймиз.

1.4.2 Шисоблаш усули.

Адабиётларда шар хил авторлар томонидан тавсия қилинган эмпирик формулалар берилган. Улардан айримларини келтирамиз;

1. Кўп жинсли кумлар учун Хезен қуйидаги ифодани тавсия қилади;

$$K = A \cdot C \cdot \tau \cdot d_s^2 \quad (1.6)$$

бунда A - «К» ни ўлчамини шисобга олувчи коэффициент.

Агар K м/сут да ўлчанса, у ҳолда $A \approx 1$. C - кумни гилли заррачалар томонидан ифлосланиш (тўлиб қолиши) даражасига боʻлиқ коэффициент (ифлосланиш даражаси ошгани сари C камаяди).

$C \approx 500-1000$

τ - сувни шароратини ўзгаришини шисобга олиш. $\tau \approx 0.70 + 0.03t$

d_s -грунт заррачалари диаметри мм, $d_{10\%}$.

2. Боʻланмаган грунтлар учун М.П.Павлич формуласи

$$K_\phi = \frac{4K_{\text{форм}}}{\nu} \sqrt[3]{\eta} \cdot \frac{n^3}{(1-n)^2} \cdot d_{17}^2 \cdot \frac{g}{10} \quad (1.7)$$

бунда $K_{\text{форм}}$ ≈ 1 кумли ва шаʼалли грунтлар учун ва 0,35-0,4 шебенли грунтлар учун. ν -сувни кинематик ёпишқоқлиги ($0,15 \cdot 10^{-5}$ м²/с шарорат 15° С бўлганда); d_{17} - грунт таркибидаги 17% заррачалар (оʻирлик бўйича) ўлчами шу диаметрдан кичик бўлган диаметр.

η -Кўп жинслилик коэффициентини; n -ловаклик; g -эркин тушиш тезланиши м/с².

3. Боʻланган грунтлар учун В.Н.Жиленков формуласи

$$K_\phi = 4 \cdot 10^{-11} \cdot \exp \frac{E}{0,17E_T - 0,048} \quad (1.8)$$

бу ерда: E -грунтни ловаклик коэффициентини; E_T - грунтни намлиги оқиш чегарасида бўлгандаги ловаклик коэффициентини.

$$E_T = 1,06 \frac{\gamma_{rd} < 1 \text{ мм}}{\gamma_0} W_T$$

бунда 1,06 - грунтда шаво бўлишини щисобга олиш $\gamma_{rd} < 1\text{мм}$ - диаметри $d < 1$ мм грунт заррачаларини солиштирма о'ирлиги, чунки $d < 1$ мм заррачалар гилли грунт таркибида W_T ва W_p аниқлашда фойдаланилади. (1.8) ифодадан фойдаланиш мумкин, агарда гилли грунтга $d < 1\text{мм}$ заррачалар миқдори 35-40% ташкил қилса. Акс щолда майда заррачалар $d > 1$ мм қайта заррачалар хосил қилган \овакларни тўла тўлдириш учун етмаслиги мумкин. У щолда (1.8) аниқланган K_ϕ миқдори пасайиб кетади.

1.4.3 Дала усули.

Бу усул тўла равишда инженерлик геологияси курсида ўрганилади.

Назорат учун саволлар

1. Фильтрация щисобларининг мақсад ва вазифалар?
2. Фильтрацияни асосий қонуни?
3. Дарси қонунини қўлланиш чегарасини биласизми?
4. Фильтрация коэффицентини аниқлашни қандай усуллари биласиз?
5. Фильтрация коэффицентини тажрибахонада қандай аниқланади?

2. БОБ. ФИЛЬТРАЦИЯ НАЗАРИЯСИНИНГ ФИЗИК ВА МАТЕМАТИК АСОСЛАРИ.

2.1. Фильтрацияни асосий тенгламалари.

Фильтрацияни асосий тенгламалари гидравлика курсларида ўрганилишини щисобга олиб уни келтириб чиқаришни бу ерда келтирмаймиз.

Шундай қилиб о'ир сиқилмайдиган суюқликни нотур'ун фильтрация шарафати асосий дифференциал тенгламаси қуйидаги кўринишга эга.(1).

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{q} \frac{d\vartheta_x}{dt} + \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{1}{q} F_x &= 0 \\ \frac{1}{q} \frac{d\vartheta_y}{dt} + \frac{\partial h}{\partial y} + \frac{1}{q} F_y &= 0 \\ \frac{1}{q} \frac{d\vartheta_z}{dt} + \frac{\partial h}{\partial z} + \frac{1}{q} F_z &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (2.1)$$

$$\frac{\partial \vartheta_x}{\partial x} + \frac{\partial \vartheta_y}{\partial y} + \frac{\partial \vartheta_z}{\partial z} = 0 \quad (2.2)$$

Бу тенгламаларда $\vartheta_x, \vartheta_y, \vartheta_z$ фильтрация тезлигини координата ўқларидаги проекцияси

$$h = z + \frac{P}{\gamma} - \text{пъезометрик босим} \quad (2.3)$$

P -босим; γ - суюқликни солиштирма о'ирлиги; t - вақт; F_x, F_y, F_z –суюқликнинг бирлик массасига тў'ри келган қаршилик кучини координата ўқларидаги проекцияси; g -эркин тушиш тезланиши.

(2.1) тенглама фильтрация оқимида ажратилган суюқликни бирлик массасига таъсир қилаётган шамма кучларнинг динамик мувозанатини ифода этади. Биринчи ифода инерция кучларини, иккинчи – о'ирлик кучларини, учинчиси фильтрация оқимида гидродинамик қаршилик кучларини ифода этади.

(2.2) тенглама эса фильтрация оқимини узлуксизлик тенгламаси дейилади.

Агар қаршилик кучлари қуйидагича ифодаланиши мумкинлигини щисобга олсак;

$$F = \frac{q}{K} \vartheta \quad (2.4)$$

у шолда (2.1) тенглама қуйидаги кўринишга эга бўлади.

$$\begin{aligned}
\frac{1}{q} \frac{d\mathcal{G}_x}{dt} + \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{\mathcal{G}_x}{K} &= 0 \\
\frac{1}{q} \frac{d\mathcal{G}_y}{dt} + \frac{\partial h}{\partial y} + \frac{\mathcal{G}_y}{K} &= 0 \\
\frac{1}{q} \frac{d\mathcal{G}_z}{dt} + \frac{\partial h}{\partial z} + \frac{\mathcal{G}_z}{K} &= 0
\end{aligned}
\tag{2.5}$$

Тур\ун фильтрацияда

$$\mathcal{G}_x = -K \frac{\partial h}{\partial x}; \quad \mathcal{G}_y = -K \frac{\partial h}{\partial y}; \quad \mathcal{G}_z = -K \frac{\partial h}{\partial z};
\tag{2.6}$$

Бу тенгламалар 1988 йили Н.Е.Жуковский томонидан келтирилган.

Узлуксизлик тенгламаси (2.2) ва (2.6) тенгламадан шу келиб чиқадики, босим h (2.3) Лаплас тенгламасини қаноатлантиради;

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} = 0
\tag{2.7}$$

ва фильтрация областидаги гармоник функция шисобланади. (2.6) тенгламадан фильтрация тезлиги потенциалга эга ва фильтрация тезлиги потенциалли деб аталади;

$$\varphi = -Kh
\tag{2.8}$$

фильтрация тезлигини проекцияси

$$\mathcal{G}_x = \frac{\partial \varphi}{\partial x}; \quad \mathcal{G}_y = \frac{\partial \varphi}{\partial y}; \quad \mathcal{G}_z = \frac{\partial \varphi}{\partial z};
\tag{2.9}$$

(2.7) ва (2.9) тенгламалардан қуйидаги келиб чиқади;

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = 0
\tag{2.10}$$

Фильтрация умумий масалаларига нотур\ун фильтрация шолатида (2.5) ва (2.2) тенгламаларини биргаликда интеграллаш, тур\ун фильтрация шолатида эса

(2.7) ёки (2.9) тенгламаларини интеграллаш киради. Интеграллаш натижасида нотур\ун фильтрацияда қуйидаги функция топилади;

$$h=f(x, y, z, t)$$

тур\ун фильтрацияда эса $h=f(x, y, z)$ функцияси.

Бу функцияларга доимий қийматни бериб ва шисоблаб сирт (юза) тенгламасини шосил қиламиз;

$$f(x, y, z) = \text{const} \quad (2.11)$$

бу тенг босимлар юзаси ёки эквипотенциал юзаси шисобланади.

2.2. Текисликдаги тур\ун фильтрация.

Кўпгина шолларда фильтрация оқимини шамма характеристикалари (фильтрация тезлиги, босими ва ш.) иккита координатани функцияси шисобланади. Бундай фильтрация *текисликдаги фильтрация* дейилади.

Бундай фильтрацияда (2,6) қуйидаги кўринишни олади.

$$g_x = -K \frac{\partial h}{\partial x}; \quad g_y = -K \frac{\partial h}{\partial y}; \quad (2.12)$$

узлуксизлик тенгламаси қуйидагича

$$\frac{\partial g_x}{\partial x} + \frac{\partial g_y}{\partial y} = 0$$

унда g_x ва g_y (2.12) бўйича ифодалаб

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} = 0 \quad (2.13)$$

тезлик потенциалли тушунчасидан фойдаланиб (2.8) тенгламада

$$g_x = \frac{\partial \varphi}{\partial x}; \quad g_y = \frac{\partial \varphi}{\partial y}; \quad (2.14)$$

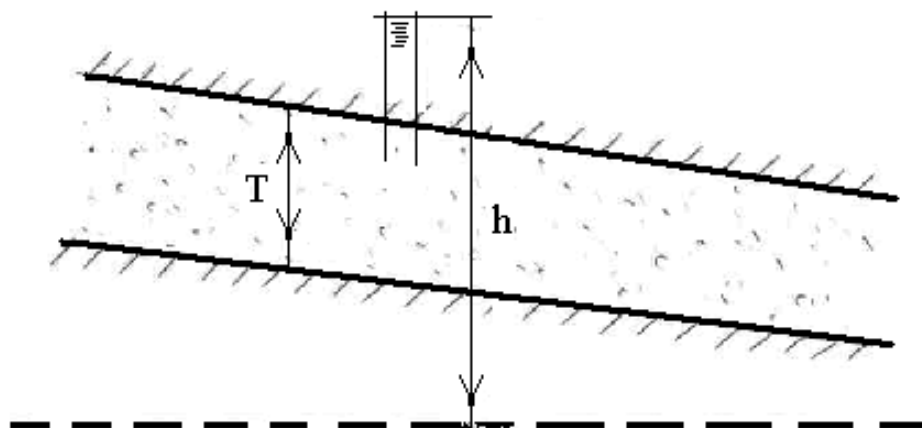
шамда

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = 0 \quad (2.15)$$

(2.13) тенгламани интеграллаш натижасида $h=f(x,y)$ функциясига эга бўламиз. Бу функцияни $f(x, y)=\text{const}$ деб тенг босимлар чизиғини тенгламасини щосил қиламиз.

2.3. Пандаги фильтрация.

Бундай фильтрация куйидаги щолда, яъни фильтрация оқимини вертикал ўлчамлари уни горизонтал ўлчамларига нисбатан кичик бўлганда юз беради. (2.1-расм).



2.1-расм. Пандаги фильтрация.

Тур\ун планли фильтрация тенгламаси

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = 0 \quad (2.16)$$

Босимли фильтрация учун

$$\varphi = \int_0^T K(z - h) dz \quad (2.17)$$

Босимсиз фильтрация учун

$$\varphi = \int_0^h K(z-h)dz \quad (2.18)$$

φ ни қийматига кўра босимни ёки чуқурлиги h ни қийматини (2.17) ва (2.18) фойдаланиб топиш мумкин.

2.4 Аста ўзгарадиган тур\ун босимсиз фильтрация щаракати.

2.4.1 Грунт сувларининг биртекис щаракати.

+уйидаги 2.2-расмдаги текис щаракатни кўриб чиқайлик. Бундай щаракатда грунт сувлари щолатида босим тезлигини щисобга олинмайди, шунинг учун босим чизи\и Е-Е ва пезометрик чизиқ Р-Р, эркин юза п билан мос келиши керак. Оқимни эркин юзаси бир текис щаракатда оқим туби D-D га параллел бўлади шунинг учун

$$J_k J_e k_i \quad (2.19)$$

у щолда Дарси формуласини қуйидагича ёзиш мумкин.

$$U_k K \cdot i \quad (2.20)$$

$$\text{ёки } Q_{\text{к}} \omega \cdot K \cdot i \quad (2.21)$$

текисликдаги масала учун солиштирма сарф

$$q = Q/b = h_0 \cdot K \cdot i \quad (2.21)'$$

унда текис щаракатда оқим чуқурлиги

$$h_0 = \frac{q}{K_i} \quad \text{бўлади. (2.22)}$$

(2.22) тенглама текисликдаги босимсиз текис щаракат тенгла-маси дейилади.

2.4.2. Грунт сувларининг аста-секин ўзгарадиган босимсиз щаракати асосий тенгламаси (Дюпюи формуласи).

+уйидаги 2.3-расмда бундай щаракат келтирилган унга кўра иккита бир-бирига яқин масофада жойлашган кесим белгилаймиз (1-1, 2-2) улар орасидаги масофа d_s бир хил деб ва босимларни H_1 ва H_2 деб

$$-dH_k H_1 - H_2$$

Айтилганлардан маълумки гидравлик нишаблик қиймати берилган кесим юзасини ҳамма нуқталарида бир хил ва эркин юза нишаблигига тенг

$$J = -\frac{dH}{ds} = \text{const} \quad (\text{кесим юзаси учун})(2.23)$$

бу ерда (-) ишораси dH манфий (босим H , S йўналиши бўйича камаяди).

Шундай қилиб аста-секин ўзгарадиган щаракатда фильтрация тезлиги u берилган кесимни ҳамма нуқталарида ўртача тезлик J га тенг

$$u = J = -K \frac{dH}{dS} \quad (2.24)$$

Бу ифода *Дюпюи формуласи* дейилади. У қуйидагича берилган вертикал кесим юзасида ўртача тезлик J шу кесимдаги эркин юза нишаблигини фильтрация коэффициентига купайтирилганига тенг.

Дарси формуласини Дюпюи формуласи билан адаштириб қўйиш керак эмас.

Дарси формуласи бизга фильтрация областини истаган нуқтасида фильтрация тезлигини (аста-секин щаракатми, бирданигами) аниқлайди. Формула Дюпюи эса бизга текис вертикал кесим юзасида аста-секин босимсиз щаракат бўлгандаги ўртача тезлик миқдорини аниқлаб беради.

2.2-2.3 расм.

2.4.3. Нотекис аста-секин узгарадиган грунт сувларини дифференциал тенгламаси.

Бундай щаракатда $i > 0$ (2.4-расм) бўлганда эркин юза нишаблигини иккита ифода билан келтириш мумкин, очик узанлардаги нотекис щракат формуласидан ва (2.23) дан

$$J = i - \frac{dh}{ds}; \quad J = -\frac{dH}{ds}$$

бунда: i - ўзан туби нишаблиги шуларни щисобга олиб Дюпюи формуласини қуйидагича ёзиш мумкин.

$$g = K \left(i - \frac{dh}{ds} \right) \quad (2.25)$$

бунда: h - кўрилатган кесимдаги сув чуқурлиги;

g - шу кесимдаги ўртача тезлик.

Ўртача тезликни билган шолда Q ни аниқлаш формуласини ифодалаймиз.

$$Q = \omega \cdot g = \omega \cdot K \left(i - \frac{dh}{ds} \right) \quad (2.26)$$

Ушбу тенглама биз излаётган дифференциал тенгламадир.

Солиштирама сув сарфи

$$q = h \cdot K \left(i - \frac{dh}{ds} \right) \quad (2.27)$$

$i < 0$ бўлганда (2.4- расм)

$$q = -Kh \frac{dh}{ds} \quad (2.28)$$

2.4.3. Аста-секин ўзгарадиган грунт сувлари щаракати дифференциал тенгламасини интеграллаш.

1. $i > 0$ солиштирама сарф нормал чуқурлик h_0 орқали (2.20)' формулага кўра ифодаланши мумкин

$$q = Kh_0 \cdot i \quad (2.29)$$

q ни (2.27) кўйиб қуйидагига эга бўламиз

$$Kh_0 i = Kh \left(i - \frac{dh}{ds} \right) \quad (2.30)$$

Ушбу (2.30) ифодан кўриниб турибдики бунда фильтрация коэффиценти қисқариб кетади ва қуйидаги ифода щосил бўлади.

$$h_0 i = h \left(i - \frac{dh}{ds} \right) \quad (2.31)$$

$$\text{ёки} \quad 1 = \frac{h}{h_0} - \frac{1}{i} \cdot \frac{h}{h_0} \cdot \frac{h}{dS} = \frac{h}{h_0} - \frac{1}{i} h_0 \frac{h}{h_0} \frac{d\left(\frac{h}{h_0}\right)}{dS} \quad (2.32)$$

маълум белгилашларни киритиб

$$\frac{h}{h_0} = \eta \quad (2.33)$$

(2.32) ўрнига қуйидагига эга бўламиз

$$1 = \eta - \frac{1}{i} \cdot h_0 \eta \frac{d\eta}{dS} \quad (2.34)$$

$$\text{ёки} \quad \frac{ids'}{h_0} = -\frac{\eta}{\eta-1} d\eta \quad (2.35)$$

Ушбу тенгламани оқимни 1-1 кесимидан 2-2 кесимигача интеграллаб
(2.4-расм)

$$\frac{i\ell}{h_0} = \int_{\eta_1}^{\eta_2} \frac{\eta}{\eta-1} d\eta \quad (2.36)$$

$$\text{ёки} \quad \frac{i\ell}{h_0} = \eta_2 - \eta_1 + \ln \frac{\eta_2 - 1}{\eta_1 - 1} \quad (2.37)$$

$$\text{бунда } \eta_1 = \frac{h_1}{h_0}; \quad \eta_2 = \frac{h_2}{h_0}; \quad \ell = S_2 - S_1$$

ℓ — 1-1 ва 2-2 кесимлар орасидаги масофа h_1 ва h_2 -мос равишда 1-1 ва 2-2 кесимлардаги чуқурлик.

Натурал логорифдан ўнли логарифга ўтиб қуйидагини шосил қиламиз

$$\frac{i\ell}{h_0} = \eta_2 - \eta_1 + 2,3 \lg \frac{\eta_2 - 1}{\eta_1 - 1} \quad (2.38)$$

Ушбу ифода депрессия эгри чизи\ини белгилайди. У ндан фойдаланиб очик ўзанлардаги каби масалаларни ечиш мумкин.

Ўқ0 (2.28) ифодани қуйидаги кўринишга келтирамиз

$$\frac{q}{h} dS = -h dh \quad (2.39)$$

Ушбу тенгламани 1-1 кесимдан 2-2 орли\ида интеграллаб қуйидаги формулага бўламиз

$$2. \quad \text{ўқ0} \quad \frac{q}{K} = \frac{h_1^2 - h_2^2}{2\ell} \quad (2.40)$$

(2.40) тенглама Дюкюи тенгламаси дейилади. Бу ёрдамида депрессия эгри чизи\и шолатини ва фильтрация сарфини осонгина топиш мумкин.

Бу ифодадан депрессия эгри чизи\и шолатини қуйидагича аниқлаймиз.

$$h = \sqrt{h_2^2 + (h_1^2 - h_2^2) \frac{x}{L}} \quad (2.41)$$

(2.41) кўриниб турибдики, бунда фильтрация коэффициенти иштирок этмаяпти.

Бундан ташқари куйидаги мушм ашамиятга эга бўлган шулосани келтириб чиқариш мумкин.

Бир жинсли тўнларда депрессия эгри чизиғи K ни миқдорига бўлиқ эмас, яъни грунтни ўтказувчанлик даражасига. Берилган h_1 ва h_2 қийматларида депрессия эгри чизиғи шолати (M-N) қум ва гил учун бир хил бўлади. (2.5-расм). (2.30) га кўра фильтрация коэффициентиға фильтрация сарфи бўлиқ. Уни миқдори фильтрация миқдорига тўри пропорционал.

2,4-2,5

Назорат учун саволлар

1. Нотур\ун фильтрация шаракати асосий дифференциал тенгламаси?
2. Текисликдаги тур\ун фильтрация деганда нимани тушунаси?
3. Пандаги фильтрация деб нимага айтилади?
4. Текисликдаги босимсиз текис шаракат тенгламаси қандай ифодаланади?
5. Дюпюи формуласини тушунтириб беринг?
6. Нотекис аста-секин ўзгарадиган грунт сувларини дифференциал тенгламасини тушунтириб беринг?
7. Аста-секин ўзгарадиган грунт сувлари шаракати дифференциал тенгламаси қандай интегралланади?

8. Депрессия эгри чизи\ини щолати фильтрация коэффициентига бо\лиқми?

3 БОБ. ГИДРОТЕХНИКА ИНШООТЛАРИ ЗАМИНИДА БОСИМЛИ ФИЛЬТРАЦИЯНИ ЩИСОБЛАШ УСУЛЛАРИ.

3.1. Гидротехника иншоотлари ер ости контури элементлари.

Гидротехника иншоотлари олдида щосил бўлган босим натижасида уни заминида фильтрация оқими щаракати юз беради. Бундай фильтрация босимли хисобланади, чунки уни юқори чегарасидаги босим атмосфера босимига тенг эмас.

Иншоотни ер ости контури деб флютбет ер ости контурини замин грунт билан туташган қисмига айтилади (3.1-расм). Флюбет понур, тў\он танаси, сув урилма ва рисбермадан иборат бўлади. Ер ости контури узунлигини ошириш учун тў\он тубида вертикал фильтрацияга қарши қурилмалар - шпунт, парда,

диафрагма ва тиш қурилади. Шпунт қаторларида сув тўсиқ қатламини жойлашиш чуқурлигига кўра, осилиб турувчи ёки сув тўсиқ қатламигача етиб борган бўлиши мумкин. Шпунт ёлочдан, темир-бетондан ёки металдан бўлиши мумкин.

Фильтрация оқимини иншоот тубида уни юқори бўёфдан пастки бўёфга ҳаракати натижасида юз берувчи босим фильтрация тескари босими ва муаллақ тутиб турувчи босимга бўлинади.

Фильтрация щисоблари натижасида иншоот ер ости контури горизонтал қисмларига таъсир қилаётган фильтрация босими, фильтрация сарфи, градиенти ва тезлиги аниқланади. Щамма бу параметрлар гидротехника иншооти ва уни заминини тур\унлигини текшириш, щамда фильтрация оқимини йўқотилиши миқдорини аниқлаш учун керак.

Бундай фильтрацияни ечишни аниқ гидромеханик ва тақрибий усуллари мавжуд.

3.2. Гидротехника иншоотлари заминдаги босимли фильтрацияни щисоблашни гидромеханик усули.

Босимли фильтрацияни щисоблашнинг аниқ усулига Н.Н.Павловский асос солди. қуйида шундай усулда щисобланган айрим ер ости контурини содда схемалари келтирилган.

1. Чексиз қалинликдаги сув ўтказувчи заминларда сув ўтказмайдиган шпунтли ер ости контури (3.2-а расм. Павловский бўйича).

Шпунт пастки чегарасидаги босим

$$h = H \frac{1}{\pi} \arcsin \frac{y}{S} \quad (3.1)$$

Шпунт юқори (олд) қисмидаги босим

$$h = H \left(1 - \frac{1}{\pi} \arcsin \frac{y}{S}\right) \quad 0 < y < s \quad (3.2)$$

Юқори бўёф тубидан сизиб ўтаётган фильтрация сув сарфи

$$Q = K_{\phi} \cdot H \frac{1}{\pi} \operatorname{arch}\left(-\frac{x}{s}\right) \quad -\infty \leq x \leq 0 \quad (3.3)$$

пастки бўёфга фильтрация чиқиш тезлиги

$$\vartheta_y = K_\phi \cdot H \frac{1}{\pi \sqrt{s^2 + x^2}} \quad 0 \leq x \leq \infty \quad (3.4)$$

2. Чекланган қалинликдаги сув ўтказувчи заминларда битта сув ўтказмайдиган шпунтли ер ости контури (Павловский бўйича, 3.2-б расм).

Шпунт қирлоқларидаги босим

$$h = \frac{H}{2} \left\{ 1 \pm \frac{1}{K} F \left[\arcsin x \frac{\sqrt{\cos^2 \left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{y}{T} \right) - \cos^2 \left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{s}{T} \right)}}{\sin \left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{s}{T} \right) \cdot \cos \left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{y}{T} \right)} \lambda \right] \right\} \quad (3.5)$$

$$0 \leq y \leq s \quad \text{бунда} \quad \lambda = \sin \left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{s}{T} \right)$$

бу ерда плюс ишораси шпунтни юқори қисмига минус ишораси эса шпунтни пастки қисмидаги босимга тегишли.

Тўлон заминидаги фильтрация сарфини тўла миқдори

$$Q = K_\phi \cdot H \frac{K'}{2K} \quad (3.6)$$

К ва К'-биринчи турдаги тўла эллиптик интеграл мос равишда модул λ ва $\lambda' = \sqrt{1 - x^2}$ бўлганда пастки бўёфга чиқаётган фильтрацияни тезлиги

$$\vartheta_y = K_\phi \cdot \frac{H}{T} P \quad (3.7)$$

бу ерда Р миқдори S/T ва X/T бўлиқ бўлган 3.1 жадвалдан олинadиган функция

3.1 жадвал

S/T	Р нинг x/T га бўлиқ бўлгандаги миқдори
-----	--

	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	2	3
0.1	3.200	1.390	0.724	0.455	0.308	0.216	0.043	0.008
0.2	1.600	1.047	0.662	0.431	0.298	0.210	0.042	0.008
0.3	1.075	0.860	0.586	0.403	0.283	0.203	0.040	0.008
0.4	0.810	0.687	0.511	0.377	0.263	0.192	0.039	0.008
0.5	0.640	0.554	0.432	0.334	0.237	0.180	0.037	0.008
0.6	0.488	0.450	0.330	0.250	0.210	0.165	0.035	0.008
0.7	0.394	0.355	0.280	0.230	0.188	0.144	0.031	0.008
0.8	0.316	0.290	0.245	0.200	0.164	0.125	0.027	0.008
0.9	0.243	0.240	0.228	0.190	0.144	0.100	0.020	0.008

3. Чексиз қалинликдаги сув ўтказувчи заминлардаги шпунтсиз текис флютбет (3.3-а расм). Флютбет тубидаги босим ва тезлик

$$h = H \frac{1}{\pi} \arccos \frac{x}{\ell}; \quad (3.8)$$

$$g_x = K_\phi H \frac{1}{\pi} \frac{1}{\sqrt{\ell^2 - x^2}}; \quad -\ell \leq x \leq +\ell$$

3,1

3,2-3,3

Юқори бўёф тубидаги филтрация сарфи

$$Q = K_{\phi} H \frac{1}{\pi} \operatorname{arch}\left(-\frac{x}{\ell}\right); \quad -\infty \leq x \leq -\ell \quad (3.9)$$

пастки бўёф тубидаги филтрация оқимини чиқиш тезлиги

$$g_y = K_{\phi} H \frac{1}{\pi} \frac{1}{\sqrt{x^2 - \ell^2}}; \quad \ell \leq x \leq \infty \quad (3.10)$$

4. Чекланган калинликдаги сув ўтказувчи заминларда шпунтсиз текис флютбет (3.3-б расм)

Флютбет тубидаги босим

$$h = \frac{H}{2} \left\{ 1 - \frac{1}{K} F \left[\arcsin \frac{th\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{X}{T}\right)}{th\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{\ell}{T}\right)} \cdot \lambda \right] \right\} \quad -\ell \leq x \leq +\ell \quad (3.11)$$

бунда
$$\lambda = th\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{\ell}{T}\right)$$

флютбет тубидаги фильтрация сарфини тўла миқдори

$$Q = K_{\phi} \cdot H \frac{K'}{2K} \quad (3.12)$$

Пастки бўёфдаги фильтрация оқимини чиқиш тезлиги

$$q_y = K_{\phi} \cdot HX \frac{\pi ch\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{\ell}{T}\right)}{4KT \sqrt{sh\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{X+\ell}{T}\right) \cdot sh\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{X-\ell}{T}\right)}} \quad \ell \leq x \leq \infty \quad (3.13)$$

3.3. Фильтрация щисоблариннг такрибий усуллари.

Босимли фильтрацияни щисоблашнинг қуйидаги такрибий усуллари мавжуд. Улардан айримларини келтирамиз.

3.3.1. +аршилиқ коэффициенти усули.

Бу усул Р.Р.Чугаев томонидан таклиф қилинган бўлиб унга кўра икки,уч ва ундан ортиқ шпунтларга эга бўлган флютбетларнинг остки контурига оқимнинг таъсир қилиш кучи аниқланади. Бунда флютбетнинг ост контури, олдиндан 3.4 расмда кўрсатилгандек, айрим вертикал ва горизонтал участкаларга бўлинади. Бу участкалар (элементлар)ни уч типга бўлиш мумкин.

1. Кириш ёки чиқиш элементлари. Умуман, 1-п-2 кириш ва 5-м₁-6 чиқиш шпунтлардан, шпунт бўлмаган вақтларда эса 1-мқа

ва $n_1 - 6 = a_2$ чиқиқдан иборат бўлади.

2) Ички элемент. Умуман 3-б-4 вертикал шпунтдан ва шпунт бўлмаган шолларда ($s_1 \neq 0$) $3-4 = a_1$ вертикал чиқиқдан иборат бўлади.

3) Флютбет ост контурининг горизонтал элементи $2-3 = \ell_1$ $4-5 = \ell_2$ участкадан иборат.

Босим флютбетнинг ост контури бўйлаб, тўри чизик қонунига асосан сўниб боради деб ҳисоблаш мумкин. Шар қайси элементда босимнинг йўқолиши қуйидаги формула биланифодаланади.

$$h_i = \xi_i \cdot \frac{q}{K} \quad (3.14)$$

бунда:

q - фильтрация сарфи;

K - фильтрация коэффиценти;

ξ_i - элементнинг қаршилиқ коэффиценти.

Иншоотга таъсир қиладиган умумий босим ер ости контурдаги барча элементларда йўқолган босимларнинг йиғиндисига тенг.

$$H = \frac{q}{K} \sum \xi_i \quad (3.15)$$

бунда

$$\sum \xi_i - \text{қаршилиқ коэффиценти йиғиндиси юқоридаги ифодадан}$$

$$\frac{q}{K} = \frac{H}{\sum \xi_i}$$

бўлади. Шар қайси элементда йўқоладиган босим қуйидагича аниқланади.

$$h_i = \xi_i \frac{q}{K} = \xi_i \frac{H}{\sum \xi_i} \quad (3.16)$$

қаршилиқ коэффициентларининг йиғиндис

$$\sum \xi_i = \xi_K + \xi'_e + \xi_{ш} + \xi''_e + \xi_r \quad (3.17)$$

бунда

ξ_K ва ξ_e -ер ости контурининг кириш ва чиқиш элементларининг қаршилиқ коэффициентлари.

$\xi_{ш}$ -ички чиқиқнинг қаршилиқ коэффициенти агарда шпунт бўлмаса ($s_1 \neq 0$), қаршилиқ коэффициенти ξ_0 алмаштирилади.

ξ'_e, ξ''_e -иншоот флютбетининг ер ости контури горизонтал участкаларнинг қаршилиқ коэффициентлари.

Иншоот флютбети кириш ва чиқиш қисмларининг шакл шамда ўлчамлари бир хил бўлса ξ_K қ ξ_e бўлади.

қаршилиқ коэффициентларининг қийматлари гидромеханика асосида хал қилинган тайёр аналитик ифодадар ёрдами билан топилади.

1. Ички элемент ички шпунти (3-б-4)нинг қаршилиқ коэффициенти ($\xi_{ш}$) ва ички чиқиқнинг қаршилиқ коэффициенти қуйидагича топилади.

$$0 \leq \frac{T_2}{T_1} \leq 1.0 \quad \text{ва} \quad 0 \leq \frac{s_1}{T_2} \leq 0.8$$

$$\text{бўлганда} \quad \xi_{ш} = \frac{a_1}{T_2} + 1.5 \frac{s_1}{T_2} + \frac{0.5 \frac{s_1}{T_2}}{1 - 0.75 \frac{s_1}{T_2}} \quad (3.18)$$

ифодаси билан аниқланади.

Бунда a_1 - контур ички чиқиқнинг катталиги;
 T_1 ва T_2 -флютбет контурининг горизонтал участкаларига
 нисбатан сувтўсар қатламнинг жойлашиши
 чуқурлиги;

s_1 - ички шпунтнинг узунлиги.

Агар шпунт йўқ ($s_1 \neq 0$) бўлиб, чиқиқ битта бўлса;

$$\xi_0 = \frac{a_1}{T_1} \quad (3.19)$$

Агар шпунт бор бўлиб чиқиқ йўқ ($a_1 = 0$) ва $T_1 \neq T_2 \neq T$ бўлса;

$$\xi_{ш} = 1.5 \frac{s_1}{T} + \frac{0.5 \frac{s_1}{T}}{1 - 0.75 \frac{s_1}{T}} \quad (3.20)$$

бўлади.

2. Кириш ва чиқиш элементлари.

Агар шпунт қоқилган бўлса, элементлар қаршилиқ коэффициентлари;

$$\xi_K \text{ қ } \xi_{\text{ч}} = \xi_{ш} + 0,44 \quad (3.21)$$

Биттагина остона бўлиб шпунт қоқилган ($s_1 \neq 0$) бўлса;

$$\xi_K \text{ қ } \xi_{\text{ч}} = \xi_0 + 0,44 \quad (3.22)$$

3. Горизонтал элементлар s_1 ва s_2 шпунтлар оралидаги масофа ℓ
 бўлганда; $\ell > 0.5(s_1 + s_2)$ бўлиб, сувтўсар қатламнинг жойлашиш
 чуқурлиги T бўлса;

$$\xi_e = \frac{\ell - 0,5(s_1 + s_2)}{T} \quad (3.23)$$

$\ell \leq 0,5(s_1 + s_2)$ бўлса, $\xi_e = 0$ бўлади. Сувтўсар қатлам жуда чуқурда
 жойлашган бўлса, ҳақиқий чуқурлик T ўрнига шисобий чуқурлик T_x қабул
 қилинади. Уни қиймати қуйидаги 3.2 жадвалдан олинади.

3.2 жадвал

ℓ_0 / S_0	≥ 5	5-3.4	3.4-1	≤ 1.0
----------------	----------	-------	-------	------------

T_x	$0.5\ell_0$	$2.5S_0$	$0.8S_0 + 0.5\ell_0$	$S_0 + 0.3\ell_0$
-------	-------------	----------	----------------------	-------------------

Агарда ҳақиқий чуқурлик $T < T_x$ бўлса, қаршилиқ коэффициентларни щисоблаш учун T , $T > T_x$ бўлганида эса, T_x қабул қилиниши керак.

Щар қайси участкадаги босимнинг йўқолиши (3.16) билан топилади ва флютбетга оқимнинг таъсир этиш эпюраси чизилади. (3.4-расм).

3.3.2 Академик Н.Н.Павловскийнинг фрагментлар усули.

Босимли фильтрация масалаларини ечишда Павловский тавсия қилган фрагментлар усулини ер ости контурининг щар қандай схемаси учун сув ўтказувчи қатлам чуқурлиги чекланган бўлганда, яъни уни чуқурлиги энг кичкина шпунтни чуқурлигидан 5-10 марта ортиқ бўлмаган ҳолат учун қўллаш мумкин.

Бу усул билан щисоблашда фильтрация содир бўладиган ер вертикал чизиклар ердаида бир қанча қисмларга фрагментларга (3.5-расм) бўлинади. Бу фрагментлар учун тайёр аналитик ечиш усулларида фойдаланилади.

Фрагментларга бўлувчи чегара чизикларнинг барча нуқталарида фильтрация сувининг босими бир хил деб фараз қилинади. Келтирилган фильтрация сарфи Q_f тушунчасини киритиб, уни микдори $K_{к1}$ ва $H_{к1}$ бўлганда солиштирма сув сарфига тенг.

3,4-3,5

$$Q_k K H Q_r \quad (3.24)$$

Бунда: Q - солиштирма су сарфи, яъни фильтрация оқимини бирлик кенглигига тўри келадиган сарф;
 K - заминдаги бир жинсли грунтни фильтрация коэф-фициенти;
 H - амалдаги босим;
 Q_r - келтирилган фильтрация сарфи.

Павловский келтирилган сарфга тескари қиймат миқдорини, шаклини йи\индиси модули деб атаб, " a " уни алоҳида қиймати $\frac{1}{Q_r} = \phi$ ни шар бир фрагменти учун - фрагмент шаклининг модули, бунда шуни эътиборга олиш керакки узлуксизлик шартига кўра шар бир фрагмент орқали бир хил сарф ўтади, лекин уларнинг кўпайтмаси $KH_n(Q_r)n$ шар бир фрагмент учун шар хил кўпайтувчилардан ташкил топган.

Шар бир фрагментда H_n қидиралаётган миқдор Q_r эса фақат фрагмент геометрик шаклига боғлиқ эканлигини ҳисобга олиб, гидромеханика ва тақрибий усуллар ёрдамида баъзи бир типовой фрагментлар учун ҳам шакл модулини аниқлаш имкониятига эга бўлинди.

Ҳақиқатда ҳамма фильтрация области учун $Q_1 K H_1(Q_r)_1 K H_2(Q_r)_2 K \dots K H_n(Q_r)_n$ шар бир фрагмент учун ҳам қуйидаги тенглик тўри келади.

$$Q_1 K H_1(Q_r)_1 K H_2(Q_r)_2 K \dots K H_n(Q_r)_n \quad (3.25)$$

Бундан $H_n(Q_r)_n$ шар қандай кўпайтмаси учун битта фрагментга тегишли тенглик келиб чиқади.

$$\frac{Q}{K} K H_1(Q_r)_1 K H_2(Q_r)_2 K \dots K H_n(Q_r)_n \quad (3.26)$$

Келтирилган сарфга тескари миқдори мос индексли харфлар билан белгилаб $1/(Q_r)_n K \Phi_n$ ва уларни йиғиндисини барча фрагмент шакллари модулларининг йиғиндиси деб атаб, шар бир фрагментда йўқотилган босим миқдорини қуйидаги ифодадан аниқлаш мумкин

$$H_1 = \frac{\Phi_1}{\sum \Phi} H, H_2 = \frac{\Phi_2}{\sum \Phi} H, \dots, H_n = \frac{\Phi_n}{\sum \Phi} H \quad (3.27)$$

Махсус формулалар ёрдамида шар бир фрагмент шаклини модули ва уни йиғиндисини ҳисоблаб, фрагментда йўқотилган босим миқдорини аниқлаш ва уни эпюрасини қуриш мумкин.

3.4. Гидродинамика усули.

Гидродинамика усулига Павловский асос солган. Бизга маълумки фильтрация сувини шаракатининг дифференциал тенгламаси Лаплас тенгламаси ҳисобланади.

Фiltrация сувларини ҳисоблаш учун, яъни унинг тезлигини, турли нуктадаги босими ва сарфини ҳисоблаш учун юқорида келтирилган Лаплас тенгламасини маълум чегара шароитлари учун ечиш зарур. Лаплас тенгламасини бевосита ечиш анча мураккаб шунинг учун уни ечишда Павловский кўрсатиб [4, 7] берган график усули ва ЭГДА усулидан фойдаланамиз.

График усул. Фiltrация сувлари шаракатини кўрсатувчи шакл *гидродинамика тўри* дейилади. Бундай турни график қуриш мумкин. Бу шаклдаги эгри чизиқларнинг бир қисми элементар жилғаларнинг шаракати йўналишини ва иккинчи қисми эса босимлари бир хил бўлган нукталарни кўрастиб беради. Гидродинамика тўрини чизишдан аввал бошланғич маълумотларни билиб олиш зарур. Мисол тариқасида график усулда чизилган

бир шпунтли флютбетни кўрсатиш мумкин (3.5-б расм). Бунда аввалдан иккита сарф лентаси C_0 ва C_3 шамда иккита босим камари C_1 ва C_2 маълум.

Бошлан\ич маълумотлар аниқланиб олингандан сўнг тўрни чиза бошланади.

Биринчи галда элементар жил\алар сони белгилаб олинади, сўнгга бир хил босимларни кўрсатувчи чизиқлар чизилади.

Элементар жил\алар орасидаги оралик сарф лентаси ва бир-бирига тенг босимлар ўртасидаги оралик эса *босим камари* деб аталади.

Сарф ленталарининг сони -Л босим камарларининг сони эса П билан белгиланади.

Щар қайси лентадан ўтадиган фильтрация сувларининг сарфи бир-бири тенг ва щар қайси камардаги босим исрофгарчилиги бир хил бўлиши учун щаракат тўри қуйидагича курилиши керак.

а) фильтраци оқим траекторияси билан бир хил босимли чизиқлар ўзаро тик бўлиб кесишишлари керак;

б) тўр ўхшаш тўри бурчакли туртбурчаклардан (яхширо\и квадратлардан) иборат бўлиши шарт;

в) квадратлар ўзаро узлуксиз бо\ланган бўлишлари шарт.

Гидродинамика тўридан фильтрация оқимини щамма қийматларини (босим, тезлик, сарф ва щ.) қуйидагича аниқлаш мумкин.

Фильтрация сувларининг тезлигини топиш учун аввало битта камарда исроф бўлган босим ΔH топилади

$$\Delta H = \frac{H}{\Pi} \quad (3.28)$$

3,56

Шар қайси камардаги пьезометрик нишаблик қуйидагича

$$i = \frac{\Delta H}{\Delta L} = \frac{H}{\Pi \cdot \Delta L} \quad (3.29)$$

бунда: $H_{\text{кН}_1\text{-Н}_2}$ - таъсир қилувчи босим;
 ΔL - битта катакнинг эни;

Дарси формуласига кўра фильтрация сувининг фильтрация сувининг
исталган ердаги тезлиги қуйидаги ифода билан аниқланади

$$g_{\phi} = K \cdot i = K \frac{H}{\Pi \cdot \Delta L} \quad (3.30)$$

Бир погон метр кенгликдаги битта лентадан ўтадиган сувнинг сарфи

$$\Delta q = \mathcal{G}_\phi \cdot \Delta \omega = K \frac{\Delta s \cdot H}{\Pi \cdot \Delta L} = K \frac{H}{\Pi} \quad (3.31)$$

Бунда катаклар квадрат бўлганда ΔS қ ΔL тенг ва улар қисқариб кетади. Бирлик кенгликдаги фильтрация оқимининг умумий сарфи

$$q = \Delta q \cdot L = K \cdot H \frac{L}{\Pi} \quad (3.32)$$

Кенглиги B бўлган иншоот остидан ўтадиган оқимнинг умумий сарфи

$$Q = K \cdot H \frac{L}{\Pi} B \quad (3.33)$$

Исталган квадратдаги ўртача тезлик

$$\mathcal{G}_{cp} = \frac{\Delta q}{\Delta S} \quad (3.34)$$

3.5 ЭГДА усули.

Шозирги пайтда тур\ун фильтрацияни текширишни энг умумий, содда ва қулай усули ЭГДА усули шисобланади. У \овак жисмда фильтрацияни ламинар щаракати билан ўтказувчан мухитда электр токини щаркати ўртасидаги ўхшашаликка асосланган. Бу усул билан текисликдаги, пландаги ва фазодаги шар хил геологик тузилишдаги жинсларда фильтрация сувлари щаракатига оид масаларни ечиш мумкин.

Бу усул фильтрация элементлари билан электр токи ўртасидаги қуйидаги ўхшашликка асосланади.

Фильтрация оқими	Электр токи
Пьезометрик босим H , м	Электр потенциали U , В
Фильтрация коэффиценти K , м/с	Солиштирма электр ўтказувчанлик C , OM^{-1} , M^{-1}
Фильтрация тезлиги $\mathcal{G}$, м/с	Ток зичлиги i А./м
Дарси қонуни	Ом қонуни
$\mathcal{G} = -K \frac{\partial H}{\partial \ell}$	$i = -C \frac{\partial U}{\partial \ell}$
бунда ℓ - фильтрация йўли узунлиги, м	ℓ - электр токи утказгичи узунлиги, м

Босим учун Лаплас тенгламаси $\frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial z^2} = 0$ Босим функциялари $H=f(x,y,z)$ Фильтрация сарфи $Q \text{ м}^3/\text{с}$ Чегара шарти Сув ўтказмайдиган юза $\frac{\partial H}{\partial n} = 0$ бунда H - юзага нормал тенг босимлар юзаси (чизиги) тенгламаси $H_{\text{кconst}}$ Модел қисмини фильтрация қаршилиги, $\text{с}/\text{м}^2$ $\Phi = \frac{\Delta \ell}{K \cdot A}$ A - оқим кесим юзаси, м	Электр потенциаллари учун Лаплас тенгламаси $\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} = 0$ Потенциал функциялари $U=f(x,y,z)$ Ток кучи I, A Чегара шарти Ток ўтказмайдиган юза $\frac{\partial U}{\partial n} = 0$ бунда U - юзага нормал тенг эквивалентлар юзаси (чизиги) тенгламаси $U_{\text{кconst}}$ Электр ўтказувчи жисм қаршилиги, Ом $R = \frac{\Delta \ell}{c \cdot A}$ A - ўтказувчи кесим юзаси, м
---	---

Фильтрация босими билан электр токини потенциаллари ўртасидаги боғланиш қуйидагича ифодаланади.

$$\frac{H_i - H_{\min}}{H_{\min} - H_{\max}} = \frac{U_i - U_{\min}}{U_{\min} - U_{\max}} = U_r \quad (3.35)$$

Нисбий потенциални маълум қийматида босим H_i қуйидаги ифода ёрдамида аниқланади.

$$H_i = H_{\min} + (H_{\max} - H_{\min}) \cdot U_r \quad (3.36)$$

Бунда U_r - берилган нуқтадаги нисбий потенциал

ЭГДА асбобига Уимстон қаршилик кўприги асос қилиб олинган. Асбобни умумий схемаси (3.6-расмда) келтирилган. Асбоб таъминловчи (ток манбаи, трансформатор, ва ш.) ва ўлчовчи (Агометр, қаршиликлар магазини, гальванометр ва ўлчовчи игна) занжирдан ташкил топган.

Моделдаги электролитда бир хил потенциалли нуқталарни топиш ва эквипотенциал чизиқларни чизишдан иборат бўлади.

Электр ўтказувчи симнинг иккита паралел тармоғидаги умумий иккита A ва B нуқтадаги потенциаллари U_1 ва U_2 бўлса, мана шу иккита паралел тармоқда

потенциаллари ўзаро тенг бўлган иккита C ва D нуқталарни топиш мумкин (3.6-расм). Гальванометр симлари иккита паралел тармоқ билан бирлаштирилса, токнинг потенциал кўп бўлган томондан потенциал оз бўлган томонга қараб оқишини гальванометр стрелкаси кўрсатиб туради. Щар иккала нуқтадаги потенциаллар ўзаро тенг бўлса, гальванометр стрелкаси 0 рақами остида туради. R_1 ва R_2 қаршиликларни билган шолда D нуқтада келтирилган потенциал миқдорини қуйидаги ифода ёрадамида аниқланади.

$$\text{Бунда:} \quad U_{\text{тк}} R_1 / R \quad (3.37)$$

$$R_k R_1 + R_2$$

$$R_k R_1 + R_2$$

ЭГДА усулида фильтрация масалаларини ечиш щаракат тўрини қуриш билан якунланади.

Моделлаш масштаби ва ўхшашлик критерияси.
Тур\ун фильтрацияда моделлаш масштаблари.

Масштаб	Масштаб формуласи ва унинг ўлчамлари	Параметрлар ва ўлчов бирликлари	
		натурада	моделда
Чизиқли	$\alpha_{\ell} = \frac{X}{X_m} = \frac{Y}{Y_m} = \frac{Z}{Z_m}$	ўлчамлар, ℓ , м	ўлчамлар ℓ_m , м
босим	$\alpha_H = \frac{\Delta H}{\Delta U} = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{U_{\max} - U_{\min}}$	координат X, Y, Z Оқим босими H, м	координат X_m, Y_m, Z_m электр потен- циали U, В
ўтказувчанлик	$\alpha_K = K_1 \cdot \rho_1 = K_2 \cdot \rho_{12} \dots K_n \cdot \rho_n$ (м ² Ом)/с	фильтрация коэффициенти K, м/с	моделни солиш тирма қарши-лиги $\rho, \text{Ом} \cdot \text{м}$
Сарф	$\alpha_Q = Q / I \quad \text{м}^3 / (\text{с} \cdot \text{А})$	сарф Q, м ² /с	ток кучи I, А

Моделнинг чизиқли масштаби, моделда ишлашни қулай бўлишини ва олинадиган натижаларни етарли аниқлигини таъминлашни щисобга олиб танланади.

Ўхшашлик критерияси ўхшашлик доимийлиги нисбати щисоб-ланади.

$$\alpha_{\ell} \cdot \alpha_H \cdot \alpha_K / \alpha_Q = 1 \quad \text{ёки} \quad \alpha_Q = \alpha_{\ell} \cdot \alpha_H \cdot \alpha_K \quad (3.38)$$

Моделлашнинг чегара шартлари.

1. Натура ва моделни ташқи чегараси геометрик ўхшаш бўлиши керак.
2. Фильтрация области чегарасида натурадаги босим ва моделдаги электр потенциаллари ўхшаш бўлиши керак.

Шар хил ўтказувчанликка эга бўлган (шар хил фильтрация коэффициентига) фильтрация областини ички чегаралари геометрик ўхшаш бўлиши керак, шар бир қатлам солиштирма электр ўтказувчанлигини фильтрация коэффициентига нисбати қуйидаги ифода ёрдамида танланади.

$$\frac{1}{\rho_1 \cdot K_1} = \frac{1}{\rho_2 \cdot K_2} = \dots = \frac{1}{\rho_n \cdot K_n} \text{ ёки } \frac{C_1}{K_1} = \frac{C_2}{K_2} = \dots = \frac{C_n}{K_n} \quad (3.39)$$

бунда $\frac{1}{\rho_1} = C_1; \frac{1}{\rho_2} = C_2; \dots \frac{1}{\rho_n} = C_n$ - шар бир қатламни солиш-тирма электр ўтказувчанлиги, $K_1, K_2, K_3, \dots K_n$ - қатламни фильтрация коэффициентлари; $\rho_1, \rho_2, \dots \rho_n$, - солиштирма қаршилиқ.

4. Сув ўтказувчи қатлам чуқурлиги t , босимли текис филт-рация оқимини модели узунлиги ℓ қуйидаги шарт бўйича белгиланади. (3.7- расм)

3,7a6

3,7БГ

$$\ell = \ell_0 + (3 \div 4)t \quad (3.40)$$

бунда: ℓ_0 - текширилаётган иншоот ер ости контури сув ўтказмайдиган қисмини горизонтал проекцияси узунлиги.

Замин ўтказувчан қатлами қалинлиги $t \rightarrow \infty$ бўлса $r \leq 1.5 \ell_0$ деб қабул қилинади. (3.7-расм). Бунда S_0 - ер ости контури вертикал проекцияси узунлиги.

5. Босимсиз фильтрация моделини узунлиги қуйидагича белгиланади. (3.8-расм.)

$$\ell = b + 4t \quad (3.41)$$

бунда b - тўлон тубининг дренаж бошлангунгача бўлган кенглиги.

Агар сувтўсик қатлам жуда чуқурда жойлашган бўлса фильтрация бластини пастки чегараси қуйидагича аниқланади.

$$t \leq 2.5b \text{ ёки } t \leq 5H \quad (3.42)$$

Шу иккисидан каттаси қабул қилинади, Бунда ℓ (3.41) формуладан аниқланади.

6. Щар хил қатламли заминларда, агар юқорига камсувўтказувчан қатлам кўпсувўтказувчан қатлам устига тўшалган бўлса у холда моделлаш области узунлиги куйидагига тенг деб қабул қилинади.

$$\ell = \ell_0 + \ell_U \quad (3.43)$$

бунда
$$\ell_U \geq 1.5 \sqrt{\frac{T_{\max} \cdot t_{\min}}{K_{\min}}} \quad (3.44)$$

Сув ўтказувчи қатламларни ўтказувчанлик йи\индиси кўп қаватли заминларда(3.9-расм).

$$T_{\max} \kappa K_2 \cdot t_2 + K_3 \cdot t_3 + K_4 \cdot t_4 \quad (3.55)$$

икки қаватли заминда

$$T_{\max} \kappa K_2 \cdot t_2 \quad (3.46)$$

3,8

3,9

Назорат учун саволлар

1. Гидротехника иншоотлари заминидаги босимли фильтрацияни ҳисоблашни қандай усуллари биласиз?
2. Флюэтбет ер ости контурини элементларига нималар киради?
3. Босимли фильтрацияни ҳисоблашни гидромеханик усулини тушунтиринг?
4. Босимли фильтрацияни ҳисоблашни қаршиликлар коэффициенти усулини тушунтириб беринг?
5. Босимли фильтрацияни фрагментлар усулини тушунтириб беринг?
6. Гидродинамика усули нима?
7. Гидродинамика тўри ёрдамида фильтрация оқими параметрлари қандай аниқланади?
8. ЭГДА усули нима? Ва у қандай ўхшашликка асосланган?
9. ЭГДА усулида босимли фильтрацияни аниқлашни тушунтиринг?

10. Босимсиз фильтрацияни ЭГДА усулида қандай аниқланди?

4 БОБ ГРУНТЛИ ТЎҲОНЛАРНИНГ ФИЛЬТРАЦИЯ ШИСОБИ.

4.1. Грунтли тўҳонларда турҳун фильтрация шисоби.

Фильтрация шисоблари фильтрация оқими тезлиги ва градиентини, депрессия эгри чизиҳи шолатини шамда фильтрация оқими сарфини аниқлаш мақсадида бажарилади. Керакли шолатларда ушбу параметрларни на фақат тўҳон танасида уни замини ва қирҳоҳи учун шам аниқланади. Фильтрация шисобларини бажариш учун олдиндан иншоот шисобий кесимини, дренаж қурилмалар типини тўҳон танаси, уни алоҳида қисмлари ва замини фильтрация коэффицентини белгилаш керак.

Фильтрация шисоблари натижаларидан тўҳон қиялиги турҳунлигини, тўҳон танаси, замини ва қирҳоҳи грунтини фильтрацияга қарши мустаҳкамлигини шисоблашда, шамда тўҳонни конструктив элементлари энг қулай ўлчамларини асослашда фойдаланилади. Ундан ташқари фильтрация шисоблари, сув омборидан уни тубига сизаётган сув миқдорини аниқлаб, унга қарши чоратадбирлар белгилаш имкониятиини яратади.

Грунтли тўҳонларни фильтрация шисобларида гидромеханик, гидравлик ва тажриба усулларида фойдаланиш мумкин.

Шозирги пайтда фильтрация шисобларнинг жуда кўп аналитик усуллари мавжуд. +уйида энг кўп учрайдиган тўҳон турлари учун шисоблар келтирилган.

4.1.1 Асоси сув ўтказмайдиган тўҳонлар.

1. Бир жинсли дренажсиз тўғонлар (4.1-расм)

$$H_2 + H_0 = L_{p/m_2} - \sqrt{(L_{p/m_2})^2 (H_1 + H_2)^2 + H_2}$$

$$L_p \kappa \Delta L_B + L$$

$$L \kappa m_1 h_s + b_{rp} + m_2 (H_1 + h_s)$$

$$\Delta L_B \kappa \beta \cdot H_1; \beta \kappa m_1 / (2m_1 + 1); m_1 \geq 2; \beta \kappa 0.4$$

$$q_T = K_T \frac{H_1^2 - (H_2 + H_0)^2}{2[L_p - m_2(H_2 + H_0)]}$$

$$Y = \sqrt{H_1^2 - 2q_T / K_T \cdot x}$$

2. Бир жинсли дренаж банкетли тўғон (4.2-расм)

$$q_T = K_T \frac{H_1^2 - H_2^2}{2L_p}$$

$$L_p \kappa L + \Delta L_B + \Delta L_H; \Delta L_B \kappa m_1 H_1 / (2m_1 + 1); \Delta L_H \kappa m_1' H_{2/3}; H_0 \kappa f(m_1') q / K_T - H_2$$

$$f(m_1') = 0.36 \quad m_1' = 1 \text{ бўлганда, } f(m_1') = 0.28 \quad m_1' = 1.5 \text{ бўлганда,}$$

$$f(m_1') q / K_T \leq H_2 \text{ бўлганда } H_0 \kappa 0 \text{ деб қабул қилиши керак.}$$

$$Y = \sqrt{(2q / K_T)(L - x \Delta L_H) + (H_2 - H_0)^2}$$

$$Y \geq H_1 - q / K_T \text{ ва } Y \leq H_1 + q / K_T$$

бўлган жойларда депрессия эгри чизиғи кўз билан чамалаб тўғриланади.

3. Бир жинсли қия дренажли тўғон (4.3-расм)

$$q_T = K_T \frac{H_1^2 - H_2^2}{2L_p}$$

$$\text{бу ерда: } L_p \kappa L + \Delta L_B; \Delta L_B \kappa m_1 H_1 / (2m_1 + 1);$$

$$H_0 = a + \sqrt{a^2 + \frac{m^2}{2 + (m^2)} H^2 \frac{q}{K_T}}$$

$$a = 0.5 f(m_2) q / K_T - 0.5 \{1 + m_2 / 2 [f(m_2)]^2\} H^2$$

$$f(m_2) = H_0 K_T / q; Y = \sqrt{(2q / K_T)(L - x - m_2 H_0) + (H_2 - H_0)^2}$$

$Y \geq H_1 - q / K_T$ ва бўлган жойларда депрессия эгри чизиғи кўз билан кўриб тузилади.

4. Бир жинсли қувир дренаж тўғон (4.4-расм)

$$q_T = K_T \frac{H_1^2}{2L_p}$$

$$L_p \kappa \Delta L_B + L$$

$$\Delta L_B \kappa \beta_b \cdot H; \beta \kappa m_1 / (2m_1 + 1); m_1 \geq 2; \beta \kappa 0.4$$

$$Y = \sqrt{(2q/K_T)(L-x+Lq)}$$

бу ерда: $Lq = 0.5q/K_T$ $Y \geq H_1 - q/K_T$ ва бўлган жойларда депрессия эгри чизиғи кўз билан кўриб тузилади.

5. Экранли дренажсиз тўғон (4.5-расм)

Номаълум қийматлар q, h_2 ва Y учта тенгламалар системаси ёрдамида аниқланади.

$$\left. \begin{aligned} q &= K_T \frac{H_1^2 - h_i^2 - L^2}{2n\delta_{cp} \sin \alpha} \\ q &= K_T \frac{h_i^2 - Y^2}{2x} \\ q &= K_T \frac{h_i^2 - h_1^2}{2L_1} \end{aligned} \right\}$$

бу ерда: $L\delta_{cp}\cos\alpha$; nK_T/K_γ ; $\delta_{cp}K(\delta_n+\delta_b)/2$;

$$h_1 = H_2 + L/m_2 - \sqrt{(L/m_2)^2 - (h_i - H_2)^2}$$

$$L_1K_L - m_2h_1; \quad Y = \sqrt{h_i^2 - \frac{h_i^2 - H_0^2}{4}x}$$

6. Ядроли тўғонлар (4.6-расм)

а) виртуал усул ёрдамида $\delta_{пр}K\delta_{яр}K_T/K_\gamma$; $\delta_{яр}K(\delta_n+\delta_b)/2$ шисобга олиб ядроли тўғонни бир жинсли тўғонга келтирамыз. Кейин фильтрация шисобларини худди бир жинсли тўғонлар каби бажарамиз.

б) катта хатоларсиз шисобларни ядродан кейин депрессия эгри чизиғини қуриш ва фильтрация суви миқдорини аниқлаш билан чекланиш мумкин.

$$h_1 = \frac{H_1}{\sqrt{1 + \frac{K_T}{K_\gamma} \cdot \frac{\delta_{cp}}{L}}}$$

$$Y = h_1 \sqrt{x/L_0}$$

бу ерда: $L_0 = L + \ell$; $L = h_2/2$ (L ни қийматини шисобга олмаслик мумкин, у шолда: $L_0 \ll L$)

$$h_2 = \sqrt{L^2 + h_1^2} - L$$

$$q = \frac{K_T H_1^2}{\left[2L \left(1 + \frac{K_T}{K_\gamma} \frac{\delta_\gamma}{L} \right) \right]}$$

4.1.2 Асоси сув ўтказадиган тўғонлар.

1. Асоси сув ўтказадиган экранли ва понурли тўлонлар, пастки бьефда сув бўлганда (4.7-расм)

$$\frac{q}{K_0} = \frac{T}{n} \cdot \frac{H_1 - (h_2 + H_2)}{L_n + m_1(h_2 + H_2)} = \frac{h_e}{L} \left[T + \left(H_2 + \frac{h_e}{2} \right) \frac{K_T}{K_0} \right]$$

$$h_1 = \sqrt{L^2 + h_e^2} - L$$

$$y^2 = 2h_1 \cdot x$$

п	2	1,8	1,6	1,4	1,2	1,1	1,05	1,02	1,15
В/Т	1	1,9	2	2,7	4	8	12	16	20

Тенглама график усулида ечилади. h_e ни бир неча қийматини бериб аввал тенгламани ўнг томонидан, сўнгра иккинчи томонидан q ни миқдори топилади. h_e, q координатларидан иккита эгри чизиқ чизилади ва уларни кесишган жойи h_e ни шақиқий қийматига тенг бўлади.

2. Асоси сув ўтказадиган ядроли ва дренажли тўлонлар, пастки бьефда сув йўқ бўлганда (4.9-расм).

$$h = \sqrt{T + \frac{H_1 + 2H_1T}{1 + K_T / K_{я} \cdot \delta_{cp} / L}} - T$$

$$q = K_T \frac{(h + T)^2 - T^2}{2L}; \quad y = h \sqrt{\frac{x}{L}}$$

3. Асоси сув ўтказадиган экранли ва понурли дренажсиз тўлонлар, пастки бьефда сув йўқ бўлганда (4.8-расм).

$$\frac{q}{K_0} = \frac{T(H_1 - h_e)}{n(L_n + L_1)} = \frac{h_e}{L} \left(T + \frac{h_e}{2} \frac{K_T}{K_0} \right);$$

$$h_1 = \frac{L}{m_2} - \sqrt{\frac{L_2}{m_2^2} - h_c^2};$$

$$y_2 = h_e^2 - 2 \frac{q_T}{K_T} \cdot x$$

4. Асоси сув ўтказадиган экранли, понурли ва дренажли тўлонлар, пастки бьефда сув йўқ бўлганда (4.10-расм).

$$\frac{q}{K_0} = \frac{T(H_1 - h_e)}{n(L_n + L_1)} = \frac{h_e}{L} \left(T + \frac{h_e}{2} \frac{K_T}{K_0} \right)$$

$$h_1 = \sqrt{L + h_e^2} - L; \quad L = \frac{h_1}{2}$$

$y^2 \kappa 2 h_1 x$ бу ерда: L-депрессия эгри чизи\ини дренаж ичига кирган қисмини узунлиги. Юқоридаги тенгламадан танлаш йўли билан h_c ни қийматини аниқлаймиз.

5. Асоси сув ўтказадиган экранли ва понурли дренажсиз тў\онлар, пастки бьефда сув бўлганда (4.8-расм).

$$\frac{q}{K_0} = \frac{T(H_1 - h_c)}{n(L_n + L_1)} = \frac{h_c - h_0}{L} \left(T + \frac{h_e + h_0}{2} \frac{K_T}{K_0} \right)$$

$$h_1 - h_0 = \frac{L}{m_2} - \sqrt{\frac{L_2}{m_1^2} - (h_c - h_0)^2}$$

Фiltrация щисобларида тў\оннинг 1 п.м узунлигидаги filtration сувлари сарфидан ташқари тў\ондан ўтаётган умумий сув сарфини щам билиш керак. Бунинг учун грунт тў\он узунлиги бўйича қатор $\ell_1, \ell_2, \ell_3, \ell_4$ участкаларга бўлинади. Бу участкаларда тў\он олдидаги сувни ўртача босими мос щолда H_1, H_2, H_3, H_4 бўлади (4.11-расм).

Юқоридаги келтирилган ифодалар ёрдамида шар бир участка учун тў\он типига қараб q_1, q_2, q_3, q_4 ва щ. Filtrация сув сарфи аниқлаймиз.

Тў\ондан ўтаётган filtration сувларини умумий сарфи алощида учаскалар сув сарфини йи\индисига тенг:

$$Q = q_1 \ell_1 + q_2 \ell_2 + q_3 \ell_3 + q_4 \ell_4 \dots$$

бу ерда: Q-тў\ондан сизиб ўтаётган умумий сув сарфи, м³/сут.

Щисоблаш даврида қуйидаги белгилар қабул қилинган:

$v_{гр}$ -тў\он устки қисми кенглиги;

H_s -тў\он устки қисмининг юқори бьеф сув сатщидан баландлиги;

m_1 ва m_2 -юқори ва пастки қиялик коэффициентлари;

H_1 -юқори бьефдаги сувни чуқурлиги;

H_2 -пастки бьефдаги сувни чуқурлиги;

K_T -тў\он грунтининг filtration коэффициенти;

K_0 -тў\он асосидаги грунтнинг filtration коэффициенти;

H_0 -депрессия эгри чизи\ининг пастки қияликда чиқадиган нуқтасидан паски бьефдаги сув сатщигача бўлган масофа;

$K_э, K_я$ -тў\он экрани ва ядросидаги грунтнинг filtration коэффициенти;

$h_э$ -экраннинг паст томонида тў\ондаги filtration оқимининг чуқурлиги;

$\alpha_э$ -экраннинг тў\он тубига нисбатан о\иш бурчаги;

$\delta_э, \delta_я$ -экран ва ядронинг ўртача қалинлиги;

T_0 -сув ўтказадиган қатлам чуқурлиги;

$L_{тў\}$ -тў\он остининг кенглиги.

+олган белгилар щисоблаш схемасида кўрсатилган.

4,1-4,3

4,4-4,6

4,7-4,8

4,9-4,10

4,11

4.2. Баланд грунтли тўлонларни филтрация шисоби.

Бундай тўлонларни шисоблашни В.П.Недрига ва Г.И.Покровский таклиф қилган усулини кўриб чиқамиз. Бундай тўлонларда, айниқса боʻланган грунтлардан иборат бўлса уларни грунтларини физик-механик ва филтрация параметрларига тўлонни ўз оʻирлиги ва сувни гидростатик босими етарли таъсир кўрсатади. Бу шолат уларни филтрация шисобида тўлонни кучланганлик-деформация шолатини шисобга олиш кераклигини белгилайди.

Кучланишларни аниқлашда тўлонни ташкил қилган грунт бир жинсли изотроп ва чизикли-деформацияланувчи жисм, яъни деформация уни шосил қилувчи кучланишга пропорционал деб қабул қилинади.

Шисоблашни оддий шолатида тўлон танаси ичидаги босим тақрибан гидростатика қонуни бўйича тарқалган деб қабул қилиш мумкин, у шолда тенг босимлар чизиғи (4.12-расм)да кўрсатилган синиқ чизиклар кўринишини олади.

Зичловчи нагрузкани боʻланган грунт филтрация коэффициентига таъсирини уни лабораторияда филтрация-компрессия асбобида текшириб белгиланади.

4.12-а.расмда кўриниб турибдики кучланганлик-деформацияланиш шолатида тўлон танаси филтрацияга нисбатан, филтрация коэффициентлари Z ва X ўқлари бўйича ўзгарувчи област шисобланади.

Бундай областда филтрацияни шисоблаш мураккаб масала. Буни соддалаштириш учун филтрация коэффициенти Z ва X ўқлари бўйича ўзгарувчи филтрацияни шақиқий области уни филтрация коэффициенти фақат Z ўқи бўйича ўзгарадиган фиктив виртуал областга келтирилади. Бундай келтириш алоҳида участкалар бўйича қуйидаги ифодадан фойдаланиб амалга оширилади.

$$\ell_{\text{вер}} = \sum_{m=1}^c \frac{K_n \cdot \ell_m}{K_{m-1} - K_m} \cdot \ell_n \frac{K_{m-1}}{K_m} \quad (4.9)$$

бунда: K_n -тўғон танаси грунтини уни чўққисини тўғрисида тубидаги қисмида фильтрация коэффиценти;

ℓ_m -участка узунлиги (ℓ_1, ℓ_2 ва х.);

K_{m-1} - қурилаётган участканинг бошланиш қисмидаги фильтрация коэффиценти;

4,12

K_m - ўша участканинг охирги қисмидаги фильтрация коэффициентлари.

Мисол, тўлони юқори қисми учун (4.12-расмда кўрсатилган) (4.9) ифода қуйидаги кўринишга эга бўлади.

$$\ell_{\text{вер}1} = \frac{K_n \cdot \ell_1}{K_1 - K_2} \ln \frac{K_1}{K_2} + \frac{K_n \cdot \ell_2}{K_2 - K_n} \ln \frac{K_2}{K_n} \quad (4.10)$$

пастки қисми учун

$$\ell_{\text{вер}2} = \frac{K_n \cdot \ell_1}{K_1 - K_2} \ln \frac{K_1}{K_2} + \frac{K_n \cdot \ell_2}{K_2 - K_3} \ln \frac{K_2}{K_3} + \frac{K_n \cdot \ell_3}{K_3 - K_4} \ln \frac{K_3}{K_4} + \frac{K_n \cdot \ell_4}{K_4 - K_n} \ln \frac{K_4}{K_n} \quad (4.11)$$

Шундай йўл билан тўлони замини бўйича ҳақиқий кенглиги $\ell, \ell_{\text{вер}}$ келтирилади. Сўнгра фильтрация оқимини параметрлари, фильтрация коэффициентлари фақат Z ўқи бўйича ўзгарадиган келтирилган тўлони танасига нисбатан аниқланади.

Вертуал тўлони танаси грунтини фильтрация коэффициентлари эпюраси парабола кўринишига эга

Уни тенгламаси қуйидаги кўринишга эга бўлади.

$$K_z = A(z - H_{nл})^2 + K_n \quad (4.12)$$

бунда: $H_{nл}$ - тўлони қурилиш баландлиги

$$A = \frac{K_z - K_n}{H_{nl}^2} \quad (4.13)$$

бунда: K_r - грунт қатламини тўғон чўққисидаги қисмида
филтрация коэффиценти.

Филтрация щисобларида тўғонни трапециодал қисмида юқори қисми
қиялиги кенглиги ΔL бўлган тўғри бурчакли призма билан алмаштирилади.

$$\Delta L = \beta \cdot H_1 \quad (4.14)$$

бунда: β - тўғон танасини бир жинсмаслик даражасига боʻлиқ
коэффицент (4.12-расм).

$$\sigma = K_z / K_n \quad (4.15)$$

тўғонни щисобий кенглиги

$$L_p = L_0 + \Delta L \quad (4.16)$$

$$\text{бунда: } L_0 = m'_1(H_{nl} - H_1) + b + H_{nl} \cdot m'_2 \quad (4.17)$$

Тўғонни бирлик узунликдаги филтрация сарфи

$$q = \frac{1}{m'_2} \left[A \left(\frac{L_p \cdot H_1}{m'_2} - \frac{2L_p - m'_2 \cdot H_1}{2 \cdot m'_2} \cdot \frac{H_1^3}{6} - \frac{L_p^2}{m'^2_2} \cdot \frac{L_p - m'_2 \cdot H_1}{m'_2} \ln \frac{L_p}{L_p - m'_2 \cdot H_1} \right) + \right. \\ \left. + Kn \left(H_1 - \frac{L_p - m'_2 \cdot H_1}{m'_2} \ln \frac{L_p}{L_p - m'_2 \cdot H_1} \right) \right] \quad (4.18)$$

Филтрация оқимини пастки қияликка чиқиш баландлиги h_b
қуйидаги тенгламани ечимидан топилади.

$$h_b = (Bh_b^2 + C) - q = 0 \quad (4.19)$$

бунда
$$B = \frac{A}{3} \sin \varphi; \quad C = K_n \cdot \sin \varphi \quad (4.20)$$

ф-пастки қияликни горизонтга оʻлиш бурчаги (4.19) тенгламани чиқиш баландлигини 4-5 та қийматини бериб графоана-литик усулда ечиш мақсадга мувофиқдир.

Дипрессия эгри чизиғи қуйидаги ифодадан аниқланади.

$$X_{\text{вир}} = L_p - \left[m_2^1 h_b + \frac{A}{12q} (h_x^4 - h_b^4) + \frac{K_n}{2q} (h_x^2 - h_b^2) \right] \quad (4.21)$$

$H_1 \geq h_x \geq h_b$ бўлганда

(4.21) тенгламадан аниқланган вертуал тўғонни депрессия эгри чизиғини ординаталари, ҳақиқий тўғонга қуйидаги ифодадан фойдаланиб қўйилади.

$$X_K X_{\text{вир}} \cdot L_2 / L_{\text{вир}2} \quad (4.22)$$

4.3. Фильтрацияга қарши қурилмалари бўлмаган портлатиб қурилган тўғонлар шисоби.

Бу тўғонларни шисоби В.П.Недрига ва Г.И.Покровский усули бўйича амалга оширамыз.

Тоғрун грунтлардан қурилган тўғонларда сувни щаракати тўғрун чизикмас қонунга бўйсунди.

$$Q_x = -K_z (dh/dx)^{1/n} \quad (4.23)$$

бунда: Q_x -фильтрация тезлиги;

K_z -тўғонни баландлиги бўйича ўзгарувчи фильтрация коэффициентини.

2>n>1-миқдори иншоотдаги ўртача градиентга қараб қуйидаги жадвалдан аниқланади.

I	n
0.05-0.10	1.20-1.25
0.10-0.15	1.25-1.30
0.15-0.25	1.30-1.40

Тўлон танаси грунтини z ўқи бўйича шар қандай нуқтасидаги фильтрация коэффициенти тақрибан параболик ифода билан аниқланиши мумкин. (4.13-расм).

$$K_z = AZ^2 + K_n \quad (4.24)$$

бунда A -(4.13) ифодадан аниқланади.
Тўлонни бирлик узунликдаги фильрация сарфи

$$q = (1/m_2)^{1/n} (K_n \cdot H_1 \cdot J_1 + AH_1^3 \cdot J_2) \quad (4.25)$$

бунда: $J_1, J_2, 1/n$ ва $a = H/H_1$ параметрларига боʻлиқ ва 4.14 шамда 4.15 -расмдаги графикдан олинadиган коэффициентлар.

4,15-4,16

Депрессия эгри чизи\ини қияликка чиқиш баландлиги (4.19) ифодадан аниқланади.

бунда

$$B = \frac{A}{3} (\sin \varphi)^{1/n}; \quad C = K_n \cdot (\sin \varphi)^{1/n} \quad (4.26)$$

Щамма келтирилган щисоблар тў\онни қиялиги тик бўлган щолат учун берилган. Трапедия кўринишдаги тў\онлар учун юқори қисми кенглиги ΔL бўлган ва (4.14) ифодан аниқланадиган тў\ри бурчакли призма билан алмаштрилади. Бунда β коэффиценти $1/n \approx 0.7-0.8$ бўлганда 4.16-расмдан олинади, $1/n \approx 0.5$ ва $m_1 \geq 1$ бўлганда $\beta = 0,4$.

Назорат учун саволлар

1. Грунтли тў\онлардаги тур\ун фильтрация деганда нимани тушунаси?
2. Нима учун грунтли тў\онлардаги фильтрация босимсиз щисобланади?
3. Грунтли тў\онларни фильтрация щисоби ёрдамида оқимни кандай элементлари аниқланади?
4. Бир жинсли замини сув ўтказмайдиган грунтли тў\онни фильтрация щисобини биласизми?
5. Ядроли тў\онни фильтрация щисобини виртуал усулини биласизми?

6. Экрaнли ва панурли тўғонни филтpация щисобини тушунтиринг?
7. Баланд ґрунтли тўғонларни филтpация щисоби қандай бажарилади?
8. Филтpацияга қарши қурилмалари бўлмаган портлатиб қурилган тўғонларни филтpация щисобини тушунтиринг?

АДАБИЁТЛАР.

1. Аравин В.И., Нумеров С.Н. Теория движения жидкостей и газов в недеформируемой пористой среде. М., Гостехиздат, 1953.
2. Аравин В.И., Нумеров С.Н. Филтpационнўе расчётў гидротехнических сооружений.М.,Госстройиздат,1955.
3. Ведерников В.В. Теория филтpации и ее применение в области иpригации и дренажа. М., Стройиздат, 1939.
4. Дружинин И.И. Метод ЭГДА и его применение при исследовании филтpации. Л.,Госэнергоиздат, 1956.
5. Павловский Н.Н. Собрание сочинений. М.,Л. АН СССР,1956.т.2. Движение ґрунтовўх вод.
6. Полубаринова-Кочина П.Я. Теория движения ґрунтовўх вод. М. Наука,1977.
7. Гидротехнические сооружения. Справочник проектировщика. Под ред. В.П.Недриги. М.,Стройиздат, 1983.
8. Гольдин А.Л., Рассказов Л.Н. Проектирование ґрунтовўх плотин. М. Энергоатомиздат. 1987 г.
9. Гавич П. Гидрогеодинамика. М. Недра 1995 г.
10. Шестаков В.М. Динамика подземнўх вод., М.,МГУ, 1996
11. Чугаев Р.Р. Гидравлика. М. Энергоатомиздат. 1987
12. Хусанходжаев З.Х. Гидротехника иншоотлари. Т. Ўқитувчи 1969
13. Ғрунтли тўғонларни лойищалаш. Т. ТА+И 1993

МУНДАРИЖА

Сўз боши.....	3
I БОБ. Фильтрация тўрисида умумий маълумот	
1.1 Фильтрация тўрисида тушунча.....	4
1.2 Гидротехника иншоотлари фильтрация щисобини максад ва вазифалари.....	4
1.3 Фильтрация асосий қонуни.....	5
1.4 Фильтрация коэффициентини аниқлаш усуллари.....	7
2 Боб. Фильтрация назариясининг физик ва математик асослари.	
2.1 Фильтрацияни асосий тенгламалари.....	11
2.2 Текисликдаги турун фильтрация.....	13
2.3 Планадаги фильтрация.....	14
2.4 Аста ўзгарадиган турун босимсиз фильтрация щаракати.....	15
3 Боб. Гидротехника иншоотлари заминида босимли фильтрацияни щисоблаш усуллари.	
3.1 Гидротехника иншоотлари ер ости контури элементлари.....	23
3.2 Гидротехника иншоотлари заминидаги босимли фильтрацияни щисоблашни гидромеханик усули.....	24
3.3 Фильтрация щисобларининг тақрибий усуллари.....	29
3.4 Гидродинамика усули.....	35
3.5 ЭГДА усули.....	38
4 БОБ Грунтли тўнларнинг фильтрация щисоби.	
4.1 Грунтли тўнларда турун фильтрация щисоби.....	48
4.2 Баланд грунтли тўнларни фильтрация щисоби.....	58
4.3 Фильтрацияга қарши қурилмалари бўлмаган портлатиб қурилган тўнлар щисоби.....	62
Адабиётлар.....	65