



**“ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ
ХЎЖАЛИГИНИ МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ
МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ” МИЛЛИЙ
ТАДҚИҚОТ УНИВЕРСИТЕТИ**



ТИРҚИШ ВА НАЙЧАЛАРДАН ОҚИБ ЧИҚАЁТГАН СУЮҚЛИК САРФИНИ ҲИСОБЛАШ

**«Гидравлика ва гидроинформатика»
кафедраси мудири, т.ф.д., проф.**

А.М. Арифжанов

Такрорлаш учун саволлар

1. Суюқлик ҳаракатининг турлари;
2. Оқимнинг асосий гидравлик элементлари;
3. Идеал ва реал суюқликлар учун Д.Бернулли тенгламаси;
4. Д.Бернулли тенгламаси ҳадларининг энергетик ва геометрик маънолари;
5. Суюқлик ҳаракат режимлари. Рейнольдс мезони ва критик сони;
6. Қисқа қувурлар гидравлик ҳисоби;
7. Узун қувурлар гидравлик ҳисоби.

Тирқиш ва найчалардаги сувнинг ҳаракати



Тирқиш ва найчалардаги сувнинг ҳаракати



Тирқиш орқали майдонни суғориш

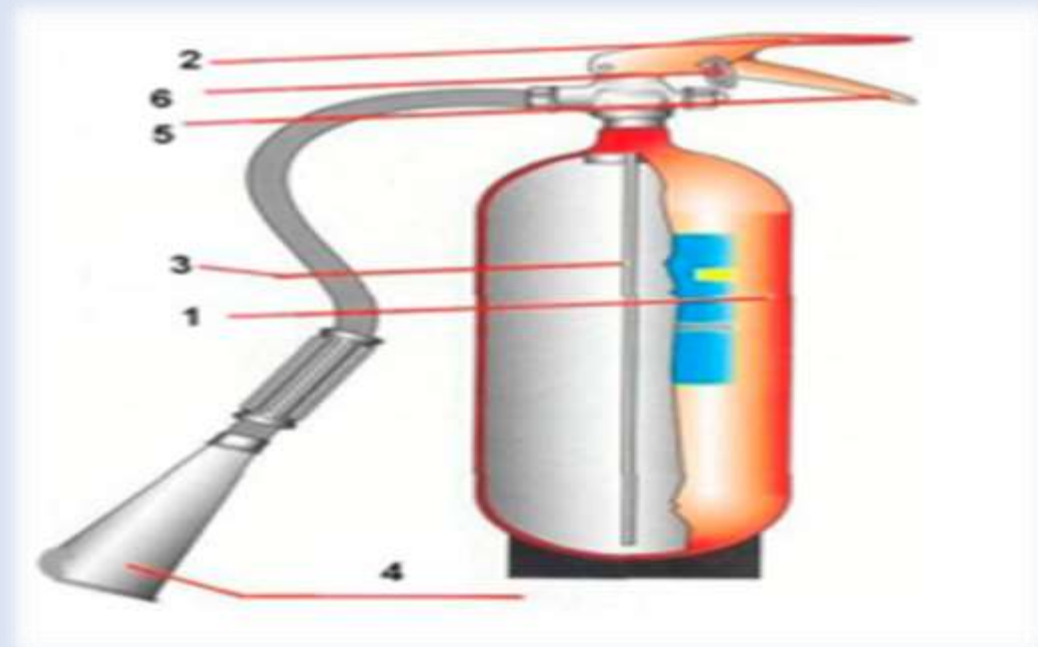


Найча орқали майдонни суғориш

Тирқиш ва найчалардаги сувнинг ҳаракати



Тирқиш ва найчалардаги сувнинг ҳаракати



Тирқиш ва найчалардаги сувнинг ҳаракати



Тирқиш орқали сувнинг баландликка
кўтарилиши



Найча орқали сувнинг баландликка
кўтарилиши

Тирқишдаги сувнинг ҳаракати



Найчалардаги сувнинг ҳаракати

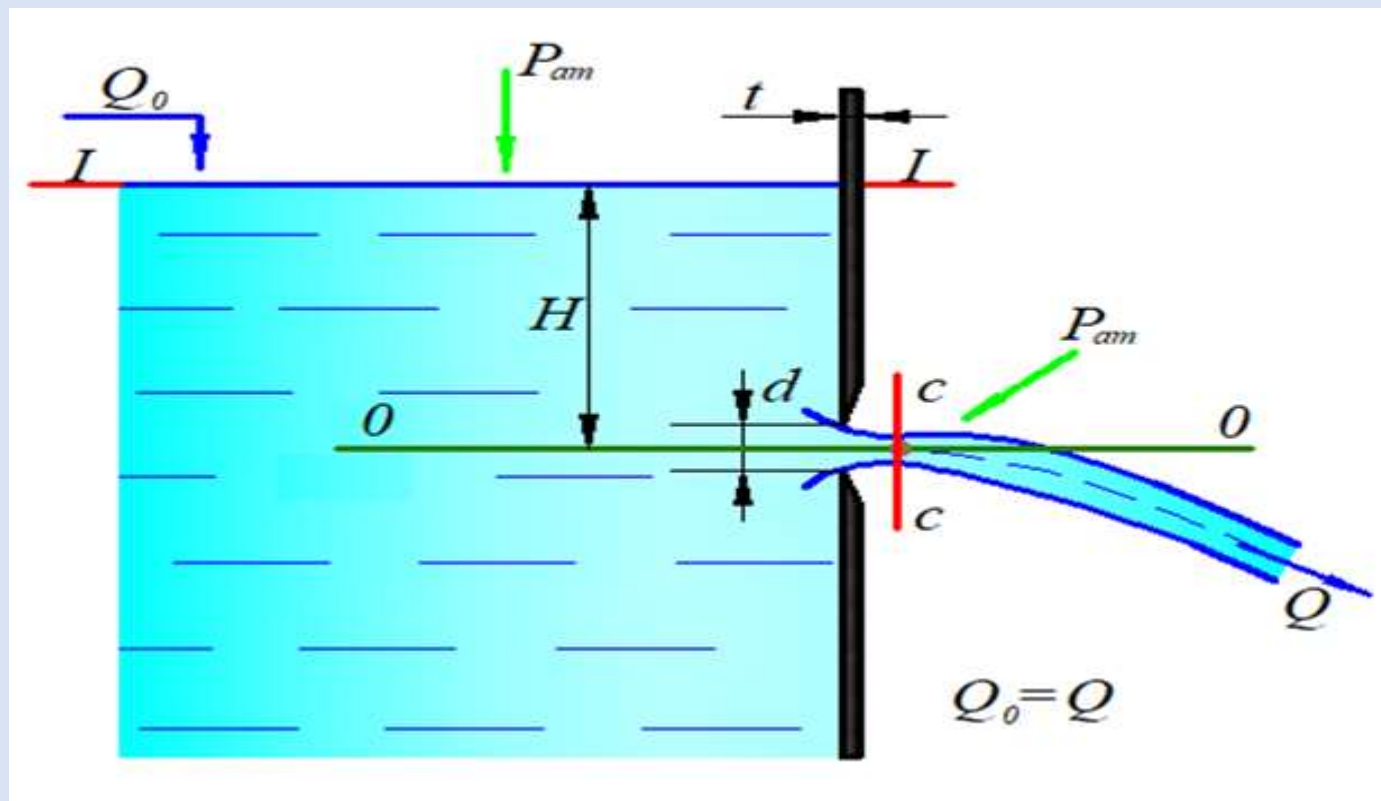


Найчалардаги сувнинг ҳаракати



I. Суюқликнинг юпқа девордаги кичик тирқишдан оқиб чиқиши

$d < 0,1H$ – кичик тирқиш; $t < 0,5d$ – юпқа девор.



$\varepsilon = \frac{\omega_c}{\omega}$ - сиқилиш
коэффициенти;

ω , ω_c - юпқа девордаги
тирқиш ва сиқилиш
юзалари

Цилиндрсимон ва квадрат
тирқишлар учун:

1-расм. Юпқа девордаги тирқишдан сувнинг
оқиб чиқиш схемаси

$$\varepsilon = 0,64$$

Тирқишлардан оқиб чиқаётган сарфни ҳисоблаш

1. Масалани ечиш учун Д.Бернулли тенгламасидан фойдаланамиз:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_f \quad (1)$$

2. Чизмадан **0-0** таққослаш текислигини, **I-I** ва **с-с** кесимларни белгилаб оламиз;

3. Тенглама ҳадларини аниқлаймиз: **I-I** кесим **с-с** кесим

$$\alpha_1 = \alpha_2 = 1$$

$$z_I = H;$$

$$p_I = p_{\text{ат}};$$

$$v_I = 0.$$

$$z_c = 0;$$

$$p_c = p_{\text{ат}};$$

$$v_c = v_c.$$

4. Аниқланган ҳадларни (1) тенгламага қўямиз:

$$H + \frac{p_{\text{ат}}}{\gamma} + 0 = 0 + \frac{p_{\text{ат}}}{\gamma} + \frac{v_c^2}{2g} + h_f \quad (2)$$

5. (2) тенгламадан v_c - оқимнинг сиқилган қисмидаги тезлигини аниқлаймиз:

$$H = \frac{v_c^2}{2g} + \xi_T \frac{v_c^2}{2g} \quad \longrightarrow \quad \boxed{v_c = \varphi \sqrt{2gH};} \quad \varphi = \sqrt{\frac{1}{1 + \xi_T}} \quad (3)$$

$\varphi=1$; $v_c = \sqrt{2gH}$; – Торричелли формуласи. φ - тезлик коэффициентини;

6. Оқим сарфини аниқлаймиз: $Q = \omega_c \cdot v_c$; \longrightarrow $Q = \varepsilon \cdot \varphi \cdot \omega \cdot \sqrt{2gH}$.

бу ерда: ε - сиқилиш коэффициентини; $\varepsilon = \frac{\omega_c}{\omega}$ $\boxed{\mu = \varepsilon \cdot \varphi}$

Юпқа девордаги кичик тирқишдан оқиб чиқаётган сарфни ҳисоблаш формуласи:

$$\boxed{Q = \mu \cdot \omega \cdot \sqrt{2gH}} \quad (4)$$

бу ерда: μ - сарф коэффициентини; ω - тешик юзаси; H – напор.

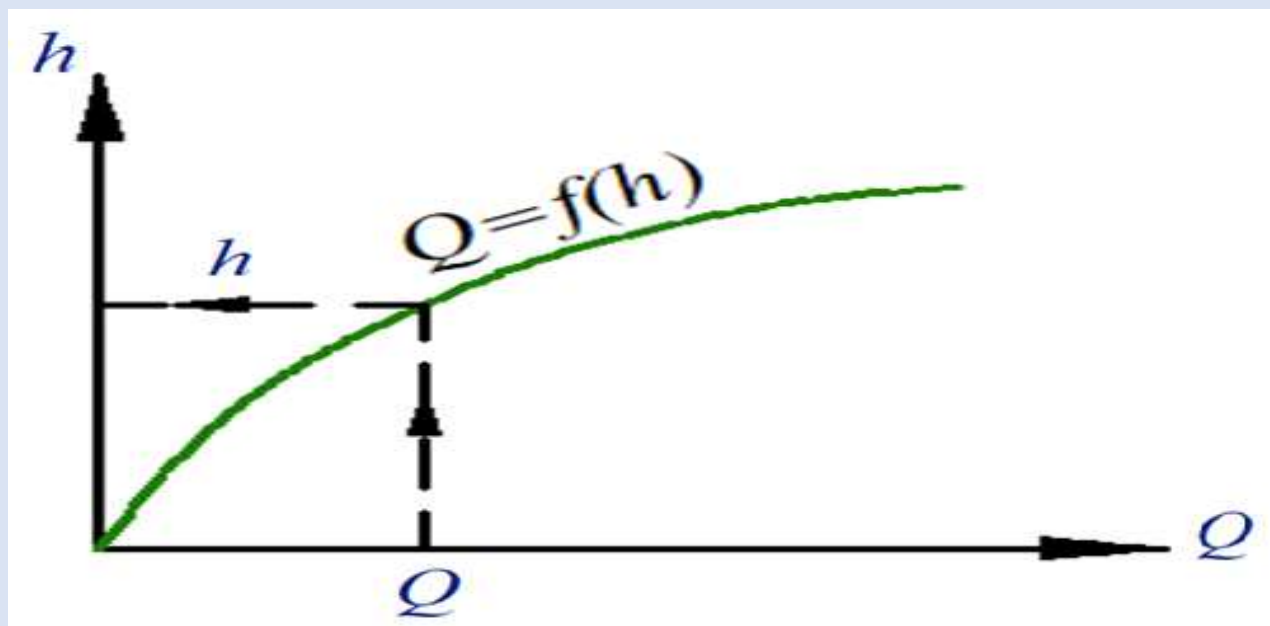
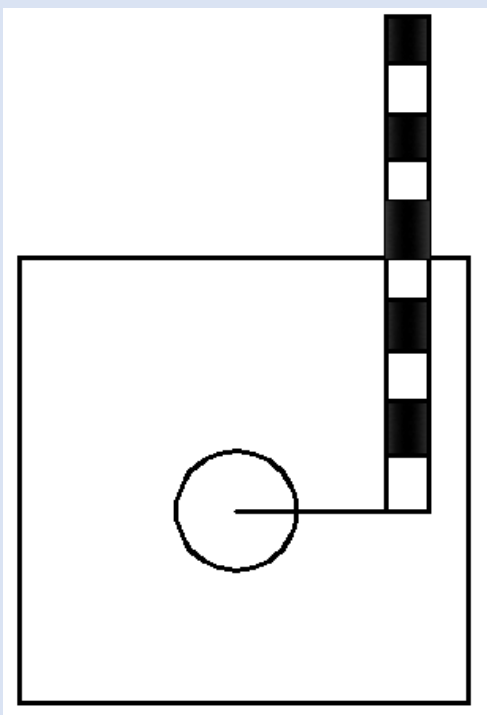
Сарф, тезлик ва сиқилиш коэффициентларини тажрибада аниқлаш

1. Сарф коэффициенти - μ

$$\mu = \frac{Q}{\omega \sqrt{2gH}}$$

2. Сиқилиш коэффициенти - ε

$$\varepsilon = \frac{\omega_c}{\omega}$$



2- расм. $Q=f(h)$ - графиги

3. Тезлик коэффициентлари - φ . Ҳаракат тенгламалари асосида аниқланади:

$$m\ddot{x} = 0$$

$$m\ddot{z} = mg$$

$$\dot{x} = C_1$$

$$\dot{z} = gt + C_2$$

$$x = C_1t + C_3$$

$$z = \frac{gt^2}{2} + C_2t + C_4$$

Бошланғич шартлардан: $t = 0; x = 0; v_x = v_c; v_z = 0$

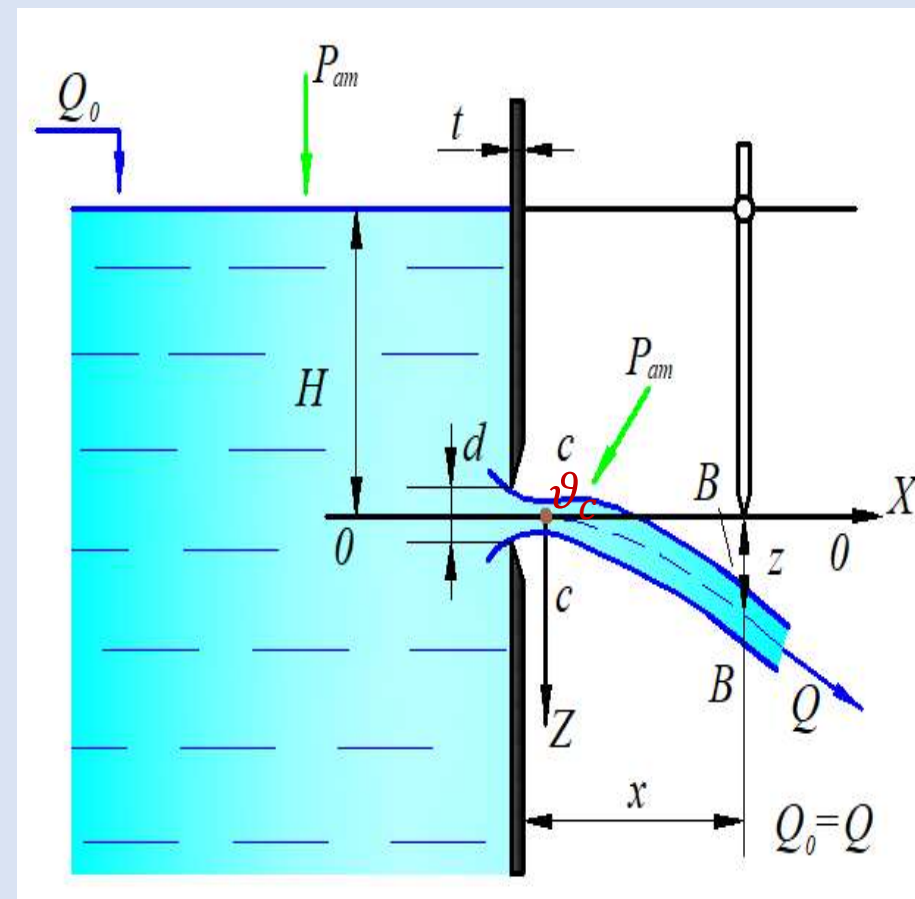
$$x = v_c t; \quad z = \frac{gt^2}{2} \quad v_c = x \sqrt{\frac{g}{2z}} \quad v_c = \varphi \sqrt{2gH}$$

Тезлик коэффициентлари: Оқимнинг чиқиш координаталари (x) ва (z) ўлчанади, тезлик коэффициентлари аниқланади:

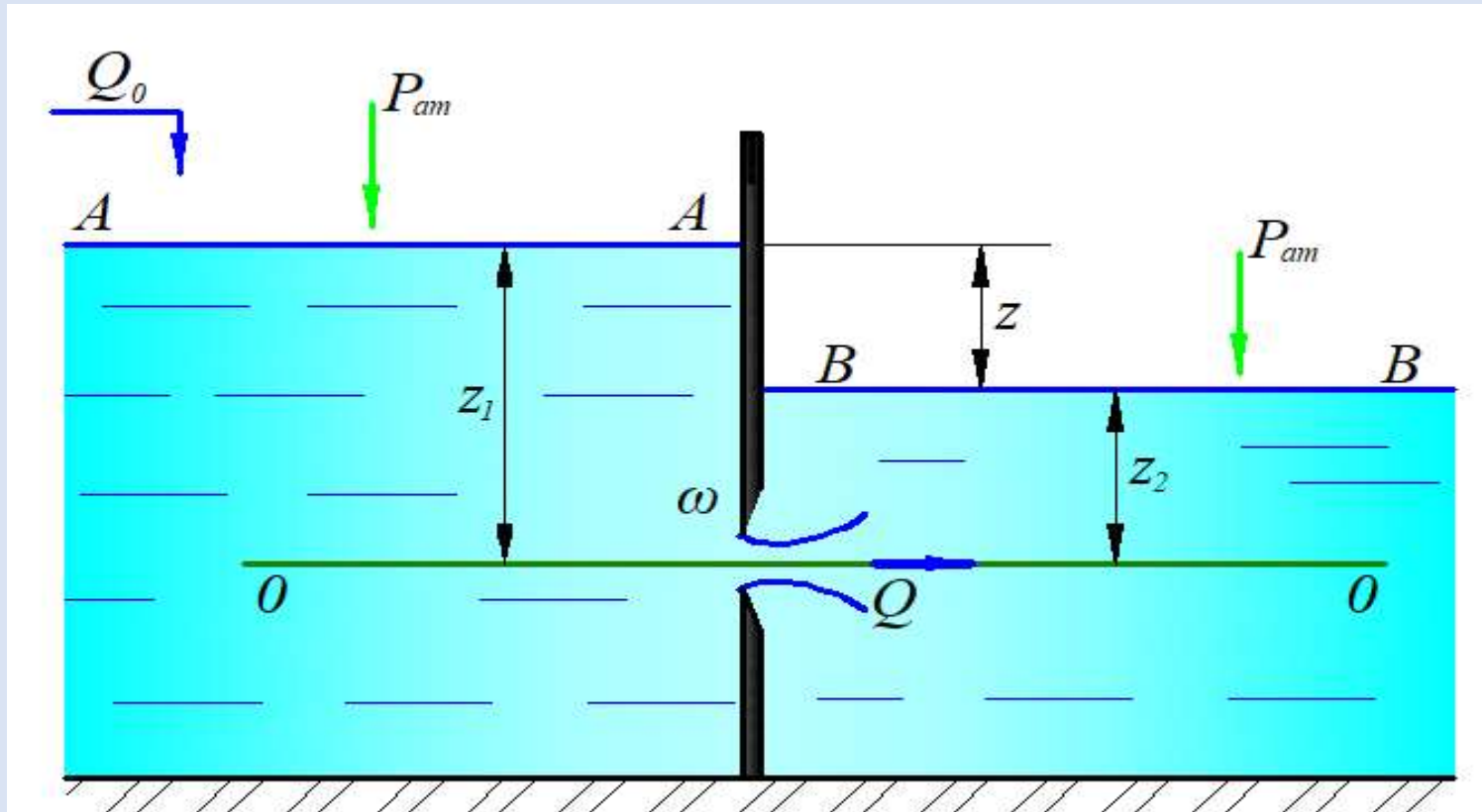
$$\varphi = \frac{v_c}{\sqrt{2gH}} = \frac{x}{2\sqrt{zH}}$$

Тажриба натижалари: $Re_H > 10^6; \mu = 0,62:$

$$\varphi = 0,97; \quad \varepsilon = 0,64; \quad \xi_T = 0,06$$



Кўмилган тирқишдан ўтаётган сарф:



$$Q = \mu \omega \sqrt{2gz}$$

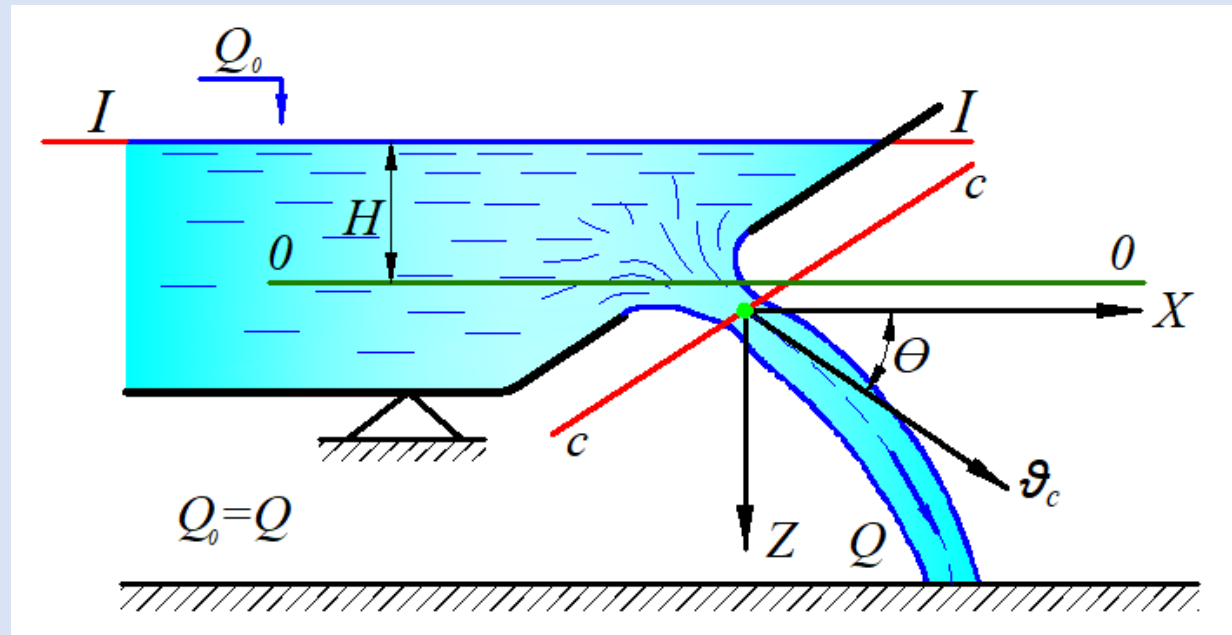
$$\mu = 0,60 \div 0,62$$

3-расм. Кўмилган ҳолатда тирқишдан сувнинг
оқиб чиқиш схемаси

Лоток (нов) деворига ўрнатилган тирқишдан оқиб чиқаётган сарфни аниқлаш:

Оқим тезлиги: $v_c = \varphi \sqrt{2gH \cos \theta}$;

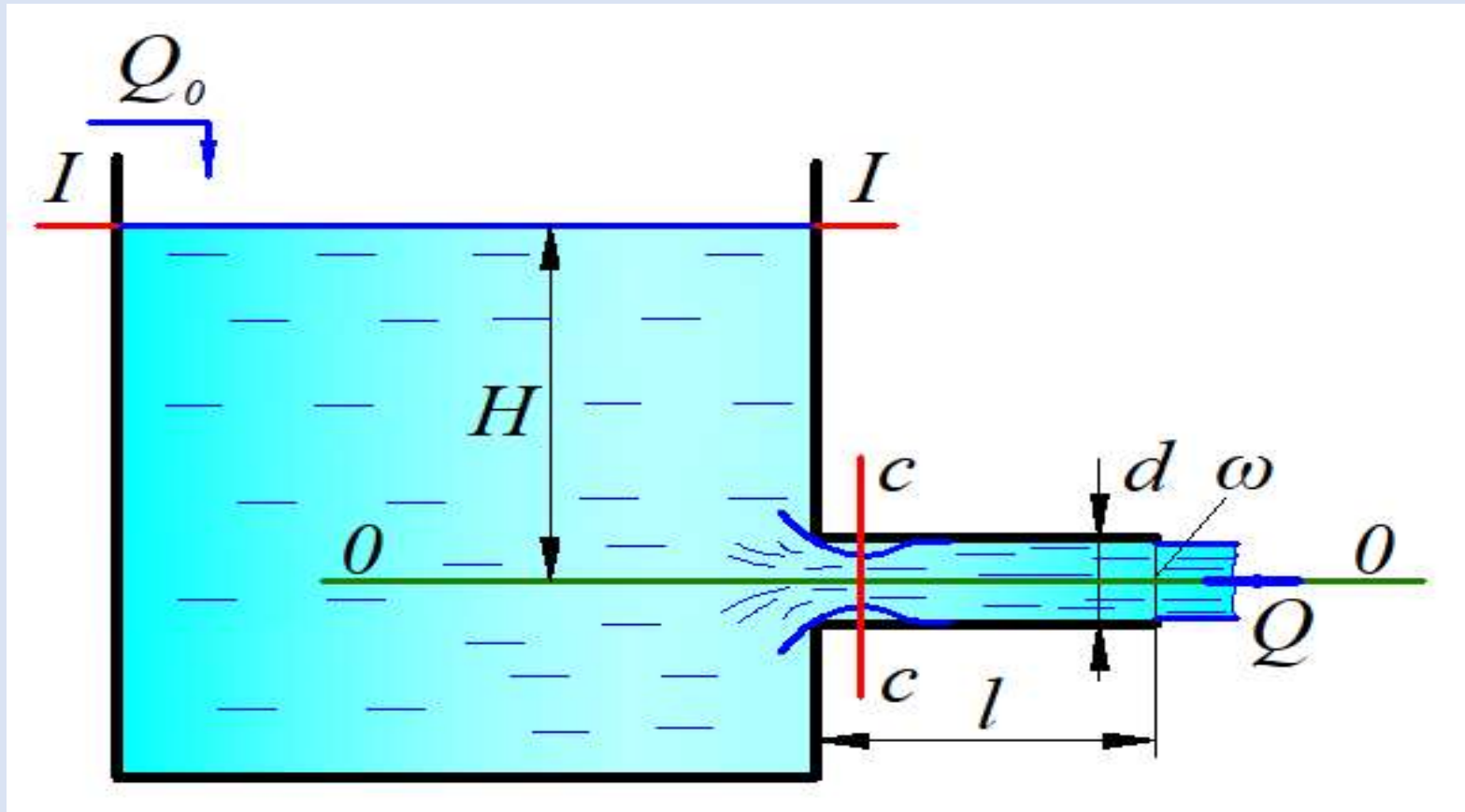
Сарф: $Q = \omega_c \cdot v_c = \mu \omega \sqrt{2gH \cos \theta}$.



4-расм. Лоток (нов) тирқишидан сувнинг оқиб чиқиши

II. Найчалардан оқиб чиқаётган суюқлик сарфини аниқлаш

Найча деб жуда қисқа қувурларга айтилади. Жуда қисқа қувурларда фақат маҳаллий қаршиликлар инобатга олинади. $(3 \div 4)d \leq l_H \leq (6 \div 7)d$



5-расм. Ташқи цилиндрсимон найча (Вентури найчаси)

Ташқи цилиндрсимон найчадан оқиб чиқаётган сарфни ҳисоблаш

1. Масалани ечиш учун Д.Бернулли тенгламасидан фойдаланамиз:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + h_f \quad (1)$$

2. Чизмадан **0-0** таққослаш текислигини, **A-A** ва **2-2** кесимларни белгилаб оламиз.

3. Тенглама ҳадларини аниқлаймиз:

$$\alpha_1 = \alpha_2 = 1$$

A-A кесим

$$z_A = H;$$

$$p_A = p_{\text{ат}};$$

$$v_A = 0.$$

2-2 кесим

$$z_2 = 0;$$

$$p_2 = p_{\text{ат}};$$

$$v_2 = v_c.$$

4. Аниқланган ҳадларни тенгламага қўямиз:

$$H + \frac{p_{\text{ат}}}{\gamma} + 0 = 0 + \frac{p_{\text{ат}}}{\gamma} + \frac{v_c^2}{2g} + h_f \quad (2)$$

(2) тенгламадан: $H = (1 + \sum \xi) \frac{v^2}{2g} \longrightarrow v = \varphi_H \sqrt{2gH}; \quad \varphi_H = \sqrt{\frac{1}{1 + \xi_H}}$

$\sum \xi = \xi_H = \xi_T + \xi_{к.к}$ – найчадаги умумий қаршилик коэффициентлари.

Кескин кенгайишда:

Тирқиш қаршилик коэффициентлари:

$$\xi_{к.к} = \left(\frac{\omega}{\omega_c} - 1 \right)^2$$

$$\xi_T = 0,06 \left(\frac{\omega}{\omega_c} \right)^2$$

Суюқлик сарфи:

$$Q = \mu_H \omega \sqrt{2gH};$$

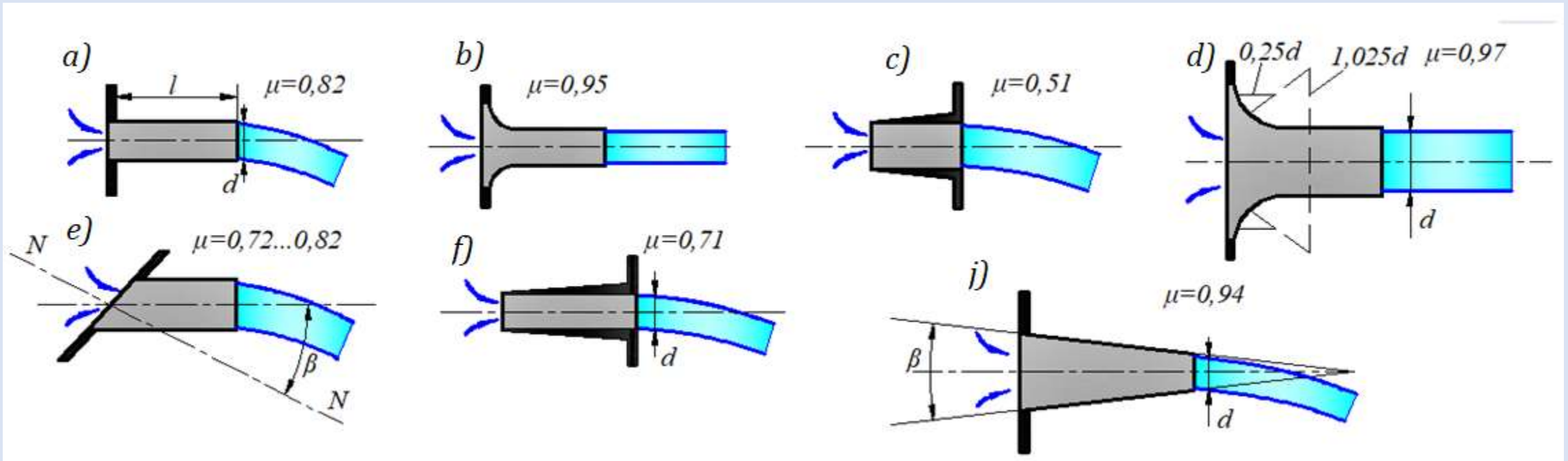
(3)

μ_H - найчанинг сарф коэффициентлари;

$$\mu_H = 0,7 \div 0,97$$

Вентури найчаси учун: $\xi_H = 0,5; \quad \varphi_H = 0,82; \quad \varepsilon = 1; \quad \mu_H = 0,82$

Найча турлари



6-расм. Найча турлари: **a)** ташқи цилиндрик; **b)** ташқи коноидал; **c)** ички коноидал; **d)** коноидал; **e)** бурчак остида цилиндрик; **f)** ички коноидал; **j)** ташқи тораювчи коноидал.

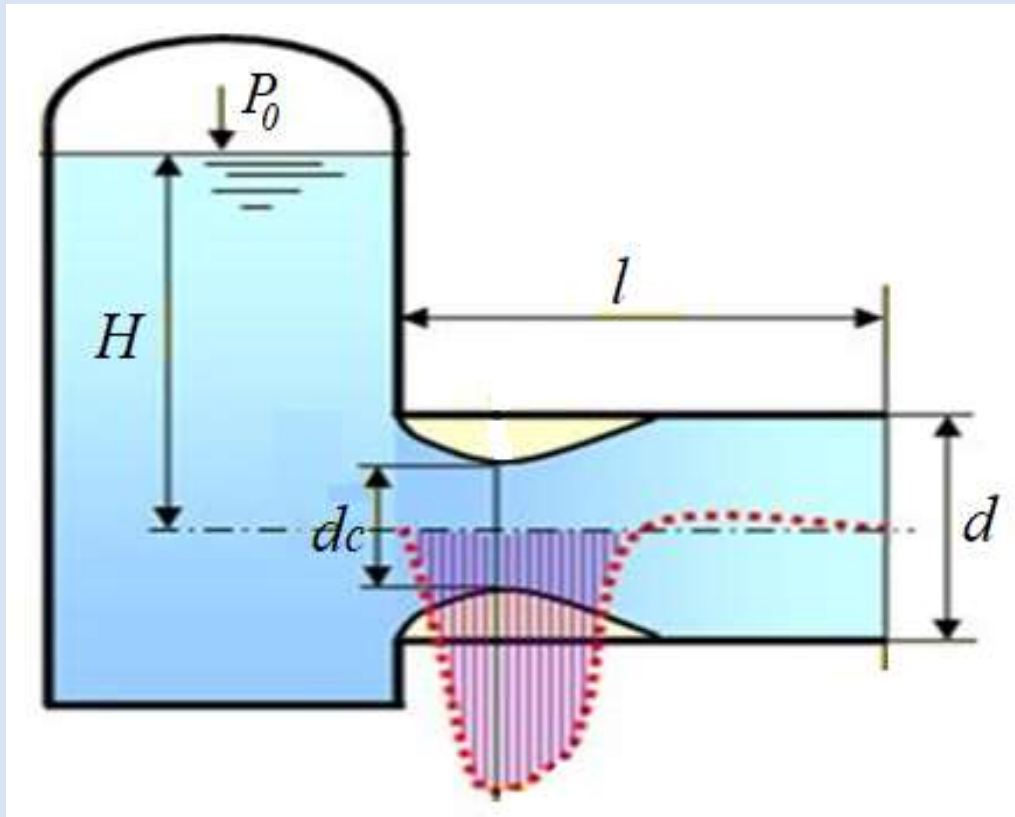
Ташқи коноидал найчада енг катта тезлик ва сарф коэффицентлари мавжуд бўлади

$\varphi_H = \mu_H = 0,97 - 0,99$ - коноидал найча;

$\mu_H = 0,5 - 0,54$ - ички цилиндрик;

Найчадаги вакуум

Сиқилган кесимдаги тезлик, чиқиш тезлигидан катта. Натижада сиқилиш кесимидаги босим, атмосфера босимидан кичик. Бу эса найчада вакуум мавжудлигини кўрсатади.



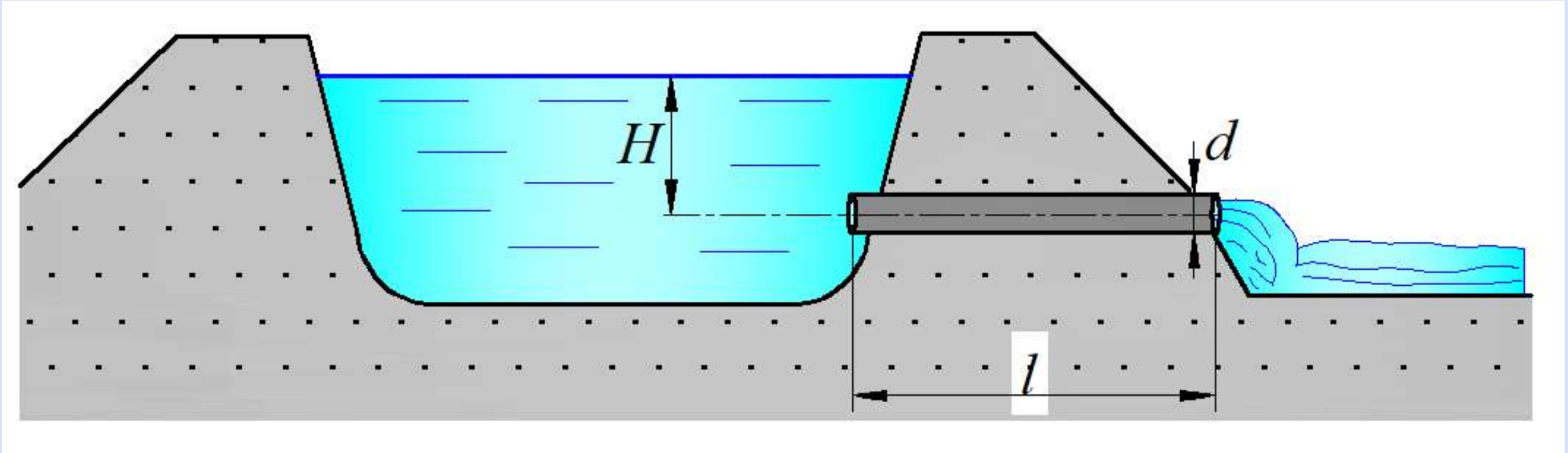
$$\varphi_H = \mu_H = 0,97 - 0,99$$

$$h_{\text{вак}} = 0,76H_0$$

7- расм. Суюқликнинг ташқи цилиндрик найчадаги ҳаракати

Масала 1

Берилган: Напор: $H = 1,5$ м; найча диаметри: $d = 0,3$ м;
узунлиги $l = 1,2$ м



Талаб қилинади:

Канал ён деворига ўрнатилган қувурдан ўтаётган сарфни (Q) аниқланг.

Ечиш тартиби:

1. Аввал қувур найча сифатида ишлаши мумкинлигини аниқлаймиз:

$$(3,5 \div 4)d \leq l \leq (6 \div 7)d \quad \longrightarrow \quad 1,2 \leq 1,2 \leq 2,1$$

Демак, «қувур» найча сифатида ишлайди.

2. «Найчадан оқиб чиқаётган сув сарфи: $Q = \mu_H \omega \sqrt{2gH};$

Цилиндрсимон найча учун: $\mu = 0,82.$

$$Q = \mu \omega \sqrt{2gH} = 0,82 \cdot 0,785 \cdot 0,3^2 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 1,5} = 0,31 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

Жавоб: $Q = 0,31 \text{ м}^3 / \text{с}.$

Сатх ўзгарувчан резервуардан суюқликнинг оқиб чиқиши

dt – вақт давомида тирқишдан оқиб чиқаётган сув хажми:

$$dW = Qdt = \mu\omega\sqrt{2gH}dt \quad (1)$$

Резервуарда сув хажмининг ўзгариши:

$$(Q_0 - \mu\omega\sqrt{2gH})dt$$

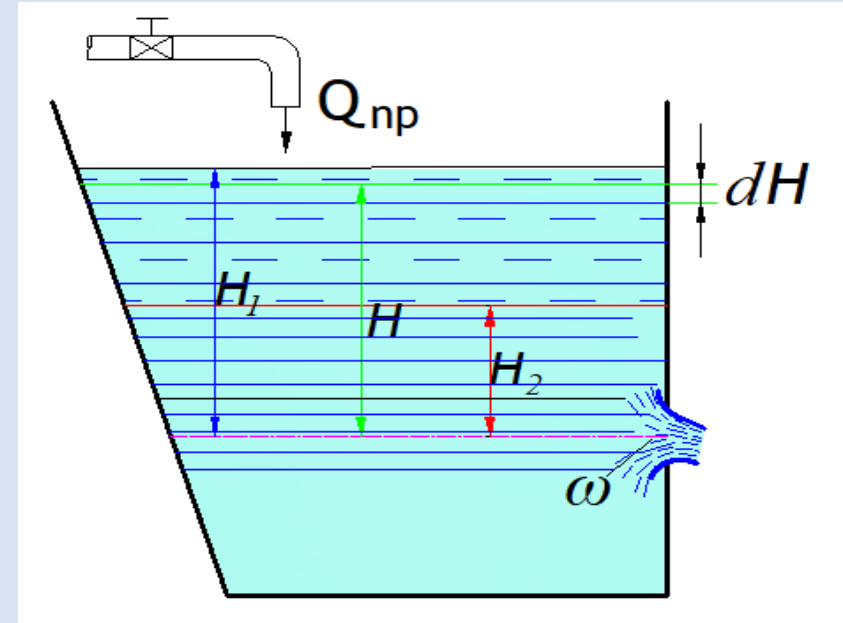
бу ерда: Q_0 - резервуарга кираётган сув сарфи:

$$\text{У ҳолда: } Q_0 = \mu\omega\sqrt{2gH_0} \quad (2)$$

$$\Omega dH = (Q_0 - \mu\omega\sqrt{2gH})dt \quad (3)$$

бу ерда: Ω – резервуардаги сув сатхининг юзаси:

$$\Omega dH = \mu\omega\sqrt{2g}(\sqrt{H_0} - \sqrt{H})dt \quad (4)$$



Резервуардаги сувнинг бўшаш вақти

$$\int_0^T dt = \int_{\sqrt{H_0}-\sqrt{H_1}}^{\sqrt{H_0}-\sqrt{H_2}} \frac{\Omega}{\mu\omega\sqrt{2g}} \frac{dH}{\sqrt{H_0}-\sqrt{H}}$$
 (5)

(5) тенгламанинг ечими сув сатхининг юзаси (Ω) ўзгаришига боғлиқ:

1. Агар $\Omega = const$ бўлса:

$$t = \frac{2\Omega}{\mu\omega 2g} \left(\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2} + \sqrt{H_0} \cdot \ln \frac{\sqrt{H_0} - \sqrt{H_2}}{\sqrt{H_0} - \sqrt{H_1}} \right)$$
 (6)

2. Агар $\Omega = f(H)$ бўлса: L – резервуар узунлиги; $D = 2r_0$ - резервуар диаметри;

$$Q_0 = 0; \quad H_0 = 0;$$

$$dt = \frac{\Omega}{\mu\omega\sqrt{2g}} \cdot \frac{dH}{\sqrt{H}}$$
 (7)

Сатх юзасини $\Omega = f(H)$ - чуқурлик орқали ифодалаб:

$$\Omega = 2L\sqrt{H(2r_0 - H)} \quad dH = d(2r_0 - H) \quad (8)$$

(7) ифодани интеграллаб:

$$T = \frac{2L}{\mu\omega\sqrt{2g}} \int_{2r_0}^0 \sqrt{2r_0 - H} d(2r_0 - H) \quad (9)$$

Резервуарнинг сувдан тўла бўшаш вақти:

$$T = \frac{4LD\sqrt{D}}{3\mu\omega\sqrt{2g}} \quad (10)$$

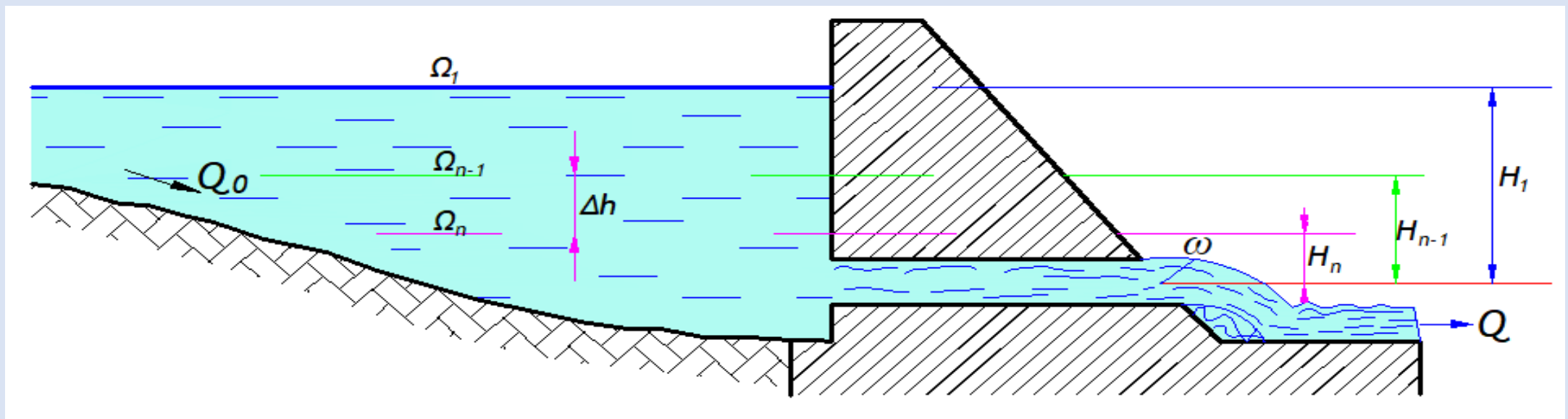
3. $\Omega \neq f(H)$. Сув омборлардаги жараён:

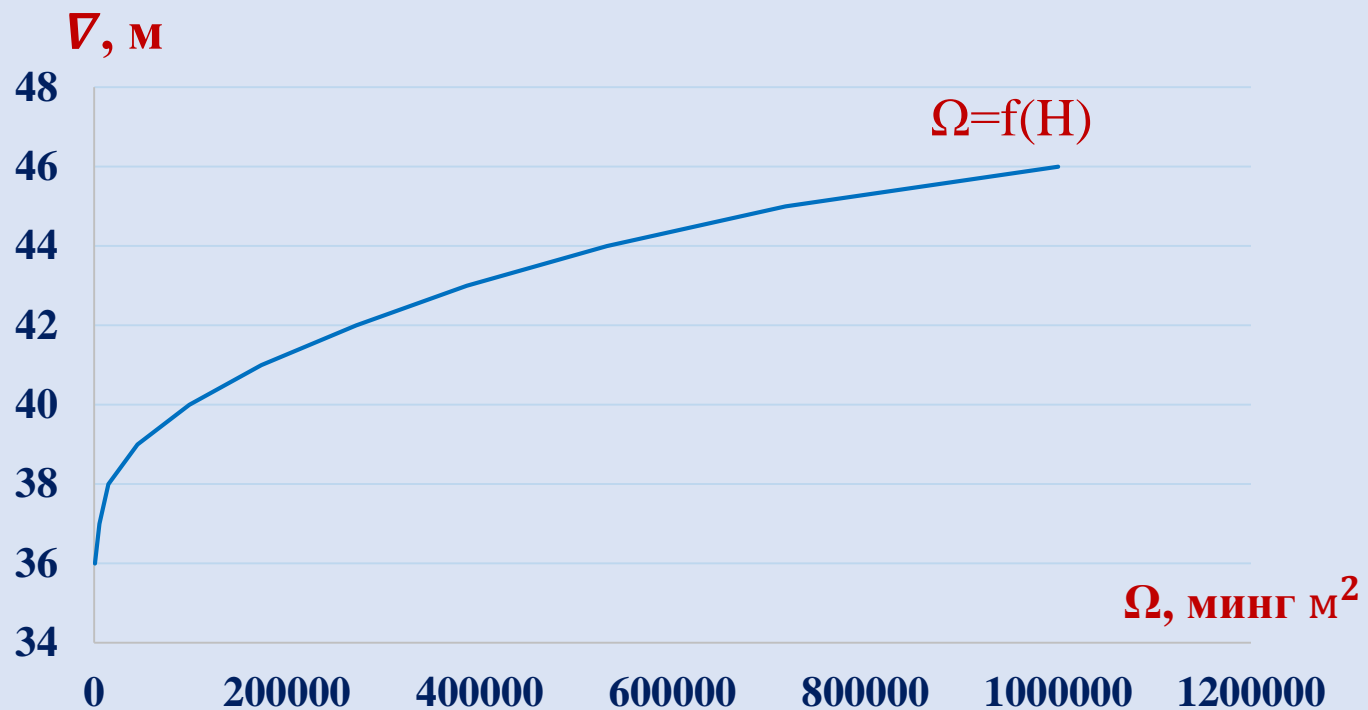
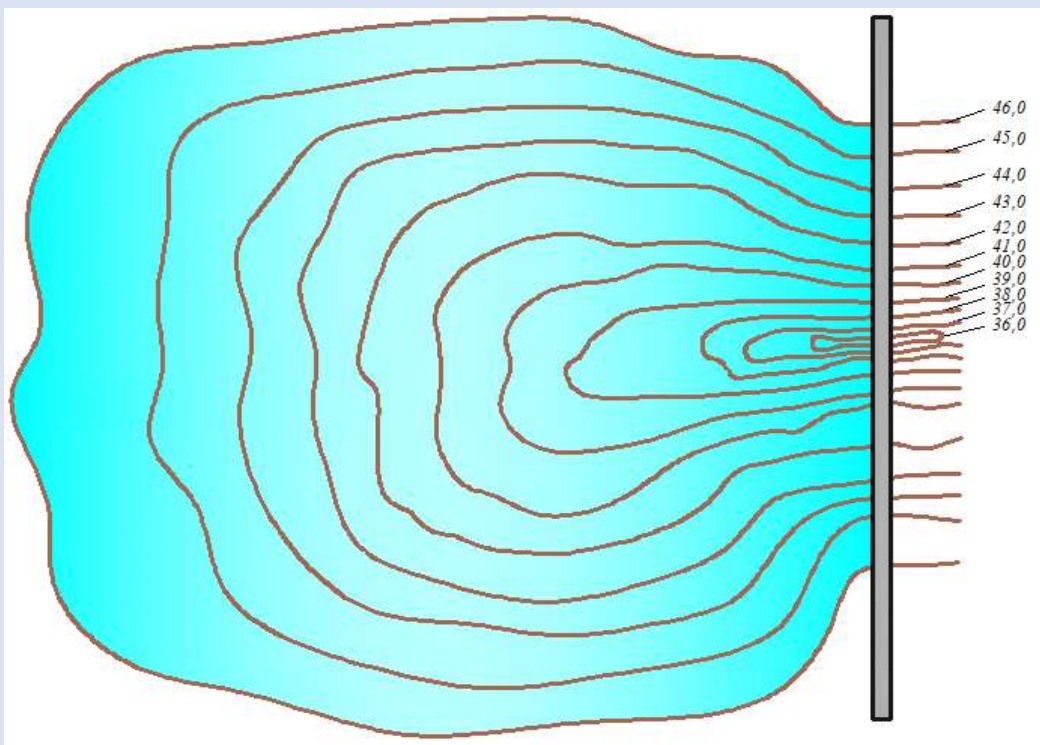
А) Бундай ҳолатда сув омбордаги сув хажми шартли равишда бир неча қисмларга ажратилади:

$$dW = \Omega dH = \frac{\Omega_{n-1} + \Omega}{2} \Delta H$$

В) Резервуарни бўшатиш вақти:

$$T = \frac{\Delta H}{2\mu\omega\sqrt{2g}} \left[\left(\frac{\Omega_1}{\sqrt{H_1} - \frac{Q_0}{\mu\omega\sqrt{2g}}} + \frac{\Omega_2}{\sqrt{H_2} - \frac{Q_0}{\mu\omega\sqrt{2g}}} \right) + \left(\frac{\Omega_2}{\sqrt{H_2} - \frac{Q_0}{\mu\omega\sqrt{2g}}} + \frac{\Omega_3}{\sqrt{H_3} - \frac{Q_0}{\mu\omega\sqrt{2g}}} \right) + \dots \right]$$





2-расм. Сув сатҳи юзасининг сув чуқурлигига боғлиқлик графиги

1-жадвал. Сув сатҳи юзасининг сув чуқурлигига боғлиқлиги

H	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
H	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ω минг. м ²	801	5426	14686	44934	98734	173469	271584	386712	532004	717026	1000000

Ечим:

1. Сув омбордан dt вақт давомида чиқадиган сув ҳажми dW :

$$dW = Qdt = \Omega dH \quad (1)$$

2. Сув омборининг сув чиқариш иншоотидан чиқадиган сув миқдори:

$$Q = \mu\omega\sqrt{2gH} \quad (2)$$

3. (1) ифодани (2) ифодага қўйиб:

$$\int_0^T dt = \int_{H_1}^{H_2} \frac{\Omega dH}{\mu\omega\sqrt{2gH}} \quad \text{ёки} \quad T = \frac{1}{\mu\omega\sqrt{2g}} \int_{H_1}^{H_2} \frac{\Omega dH}{\sqrt{H}} \quad (3)$$

4. Сув сатҳи юзаси ва чуқурлик ўртасида аналитик боғланиш маълум бўлмаганлиги учун, графикдан фойдаланиб сув омборининг ҳажмини қисмларга ажратамиз:

$$dW = \Omega dH = \frac{\Omega_{n-1} + \Omega_n}{2} dH \quad (4)$$

5. Ҳар бир қисмдаги сув сатҳи ўзгаришини алоҳида-алоҳида аниқлаб ва умумлаштириб, сув омборни сувдан бўшаш вақтини аниқлаймиз:

$$T = \frac{\Delta H}{2\mu\omega\sqrt{2g}} \left[\frac{\Omega_1}{\sqrt{H_1}} + \frac{2\Omega_2}{\sqrt{H_2}} + \frac{\Omega_3}{\sqrt{H_3}} + \dots + \frac{\Omega_n}{\sqrt{H_n}} \right] \quad (5)$$

4. 1-жадвалдаги қийматларни (5) тенгламага қўйиб, сув омборини бўшашга кетган вақтни аниқлаймиз.

$$H_n = 10 \text{ м}; \quad \Delta H = 1 \text{ м.}$$

$$T = \frac{1}{2 \cdot 0,7 \cdot 16 \sqrt{2 \cdot 9,81}} \left[\frac{542}{\sqrt{1}} + \frac{2 \cdot 14686}{\sqrt{2}} + \frac{2 \cdot 44934}{\sqrt{3}} + \dots + \frac{1000000}{\sqrt{10}} \right] = 23508 \text{ сек}$$

Жавоб: $T = 23508 \text{ сек} = 6 \text{ соат}, 31 \text{ минут.}$

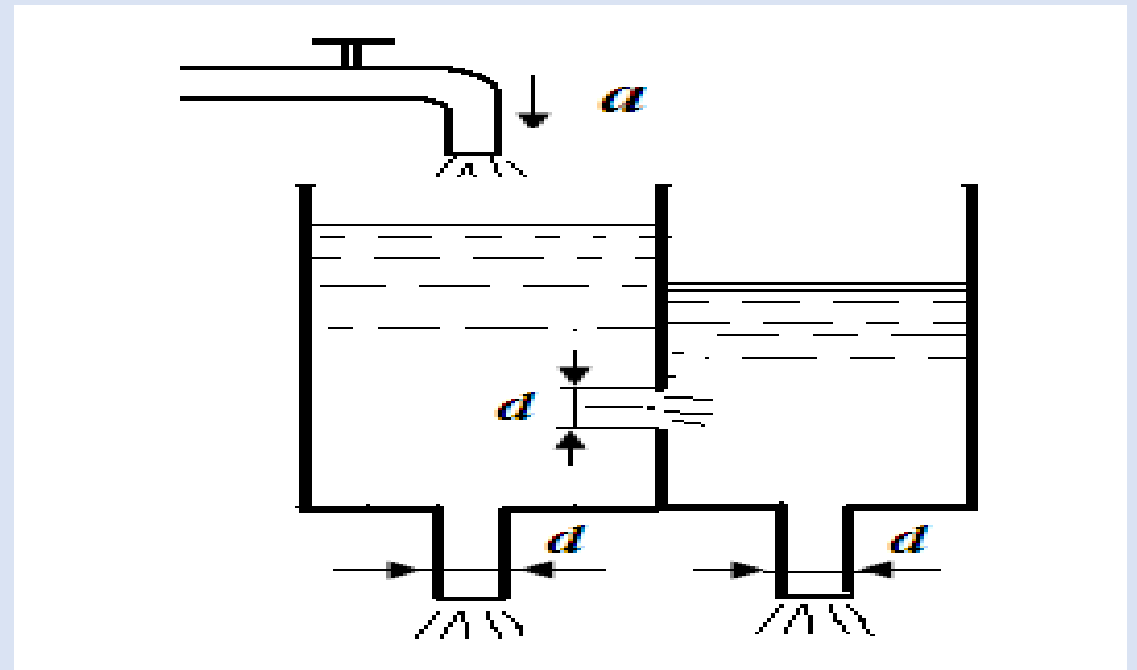
Мустақил топшириқ

Резервуар ўртаси юпқа девор билан тўсилган бўлиб, унда тирқиш очилган. Юпқа девордаги кичик тирқиш диаметри $d = 10 N_1$ мм. Резервуар тубига диаметри тешик диаметрига тенг иккита бир хил диаметрли найчалар ўрнатилган. Резервуардаги сув сатҳини ўзгармас деб қаралсин (барқарор ҳаракат). Резервуарга тушаётган сув сарфи $Q = 10 N_2$ л/с. Тирқишнинг сарф коэффициентини $\mu_T = 0,62$; найчанинг сарф коэффициентини: $\mu_H = 0,82$;

Бу ерда: N_1 - исмиздаги харфлар сони; N_2 - фамилиядаги харфлар сони.

Талаб қилинади:

1. Ҳар бир найчадан чиқаётган сув сарфини аниқланг.
2. Иккала найчадан бир хил сув чиқиши учун ўнг томондаги найча диаметри қанча бўлиши керак.





<https://www.youtube.com/channel/UCt66S9f4hI9-7jacZZLmEtAhttp://tiame.uz/>

Tel.: 71-237 19 71

Pochta: obi-life@mail.ru

www.gidravlika-obi-life.zn.uz

**«Гидравлика ва гидроинформатика»
кафедраси мудири, т.ф.д., проф.**

А.М. Арифжанов

ЭЪТИБОРИНГИЗ УЧУН РАХМАТ