Гидравлик қаршиликлар. Қувурларнинг гидравлик хисоби

«Гидравлика ва гидроинформатика»
кафедраси мудири, т.ф.д., проф. А.М. Арифжанов

Режа:

1. Қувурларда гидравлик қаршилик турлари.

2. Қувур узунлиги бўйича йўқолган энергия. Текис ҳаракат асосий тенгламаси. Дарси – Вейсбах формуласи.

3. Гидравлик ишқаланиш коэффициенти. Никурадзе тажрибалари.

4. Маҳаллий қаршиликларда энергиянинг йўқолиши. Вейсбах формуласи. Борда формуласи.

1. Қувурларда гидравлик қаршилик турлари

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 \vartheta_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 \vartheta_2^2}{2g} + \underline{\underline{h_f}}$$

$z;\ \frac{p}{\gamma};\ \frac{\alpha \vartheta^2}{2g}$ - ҳадларнинг маъносини такрорланг.

$$h_f = \sum_{i=1}^{n} h_l + \sum_{i=1}^{n} h_м$$

$\sum h_l$ - қувур узунлиги бўйича йўқолган энергия;

$\sum h_м$ - маҳаллий қаршиликларда йўқолган энергия.

1. Қувур узунлиги бўйича **нима учун** энергия йўқолади?

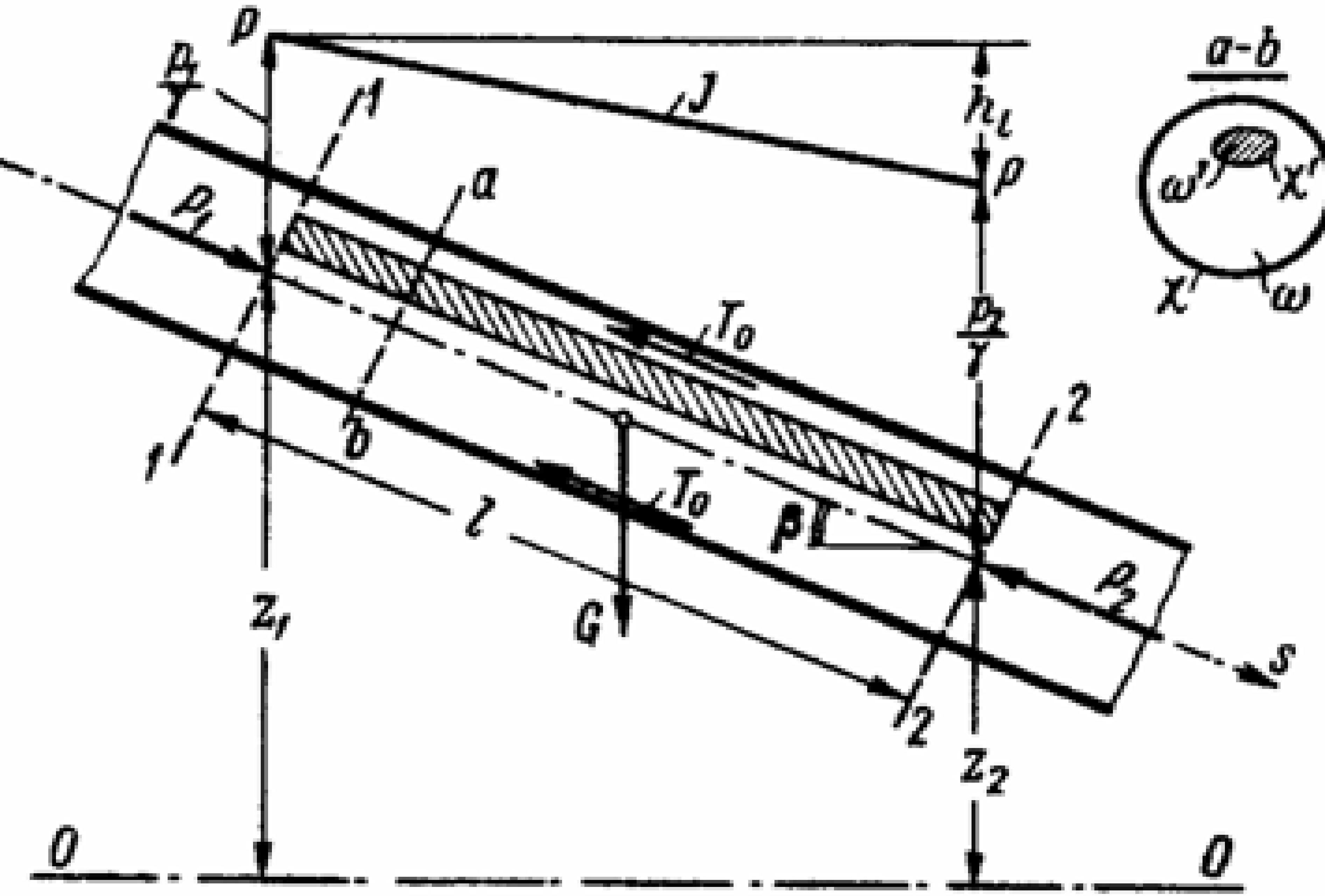
2. Маҳаллий қаршиликларда **нима учун** энергия йўқолади?

2. Қувур узунлиги бўйича йўқолган энергия. Текис ҳаракат асосий тенгламаси. Дарси – Вейсбах формуласи.

АСОСИЙ ШАРТЛАР:

1. Барқарор ҳаракат: $Q = ...$

2. Текис ҳаракат: $\vartheta = ...$



p
p_1
J
h_l
p
a-b
ω'
χ'
χ'
ω
1
1
a
b
p_1
T_0
p_2
2
2
T_0
β
l
G
z_1
z_2
p_2
s
0
0

Қаралаётган суюқлик оқимининг 1-1 ва 2-2 кесимлар оралиғидаги бўлагининг оғирлик кучи

$$G = \gamma \omega l \qquad (1)$$

унинг *S*-*S* ўқига проекцияси

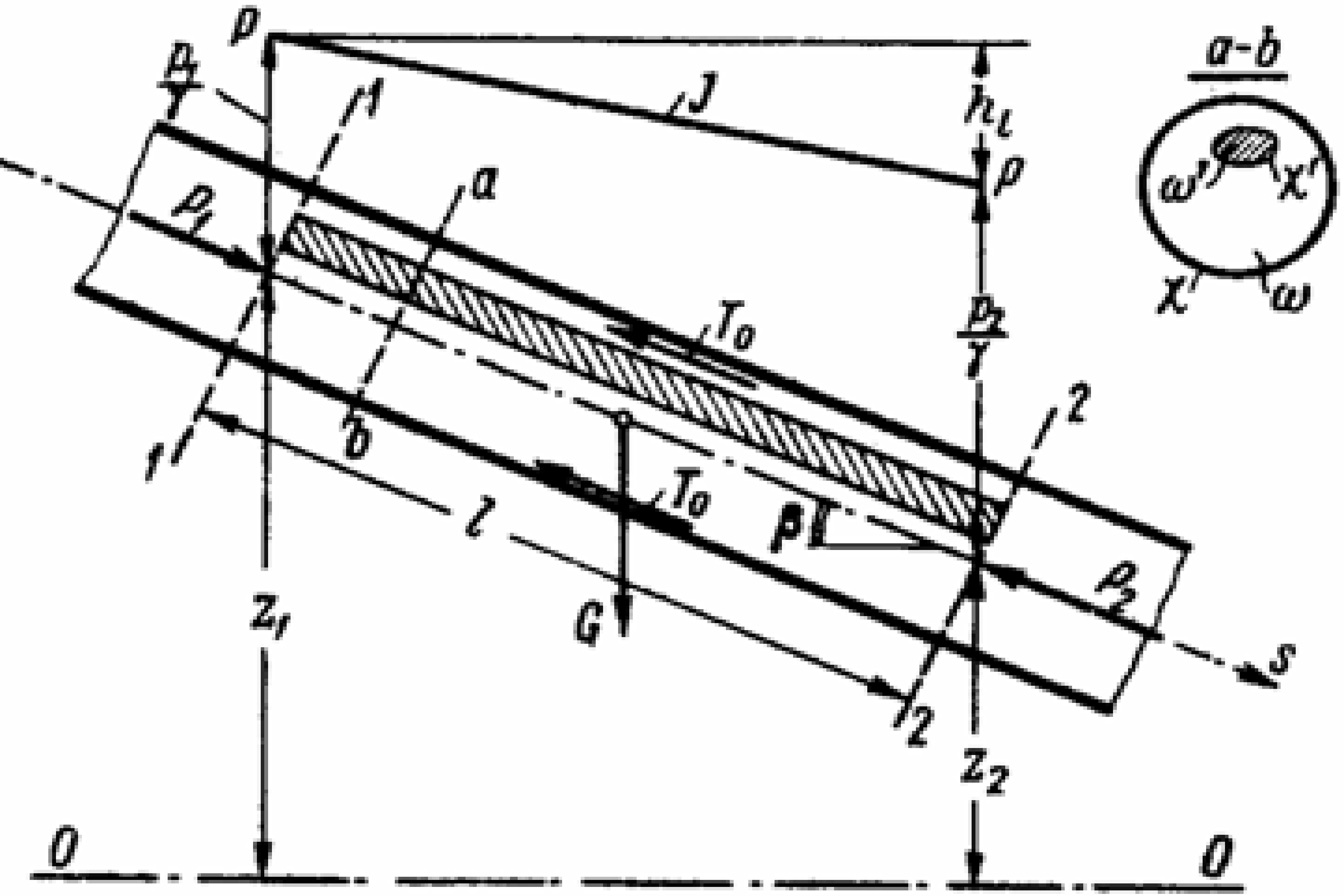
$$G_S = \gamma \omega l \sin \beta \qquad (2)$$

Расмдаги чизмадан

$$l \sin \beta = z_1 - z_2 \qquad (3)$$

(3) тенгламани (2) тенгламага қўйсак

$$\mathbf{G_S} = \gamma \omega \left(\mathbf{z_1} - \mathbf{z_2}\right) \qquad (4)$$



p
J
h_l
a-b
1
a
p_1
T_0
p_2
2
b
1
T_0
β
l
G
z_1
s
2
z_2
0
0

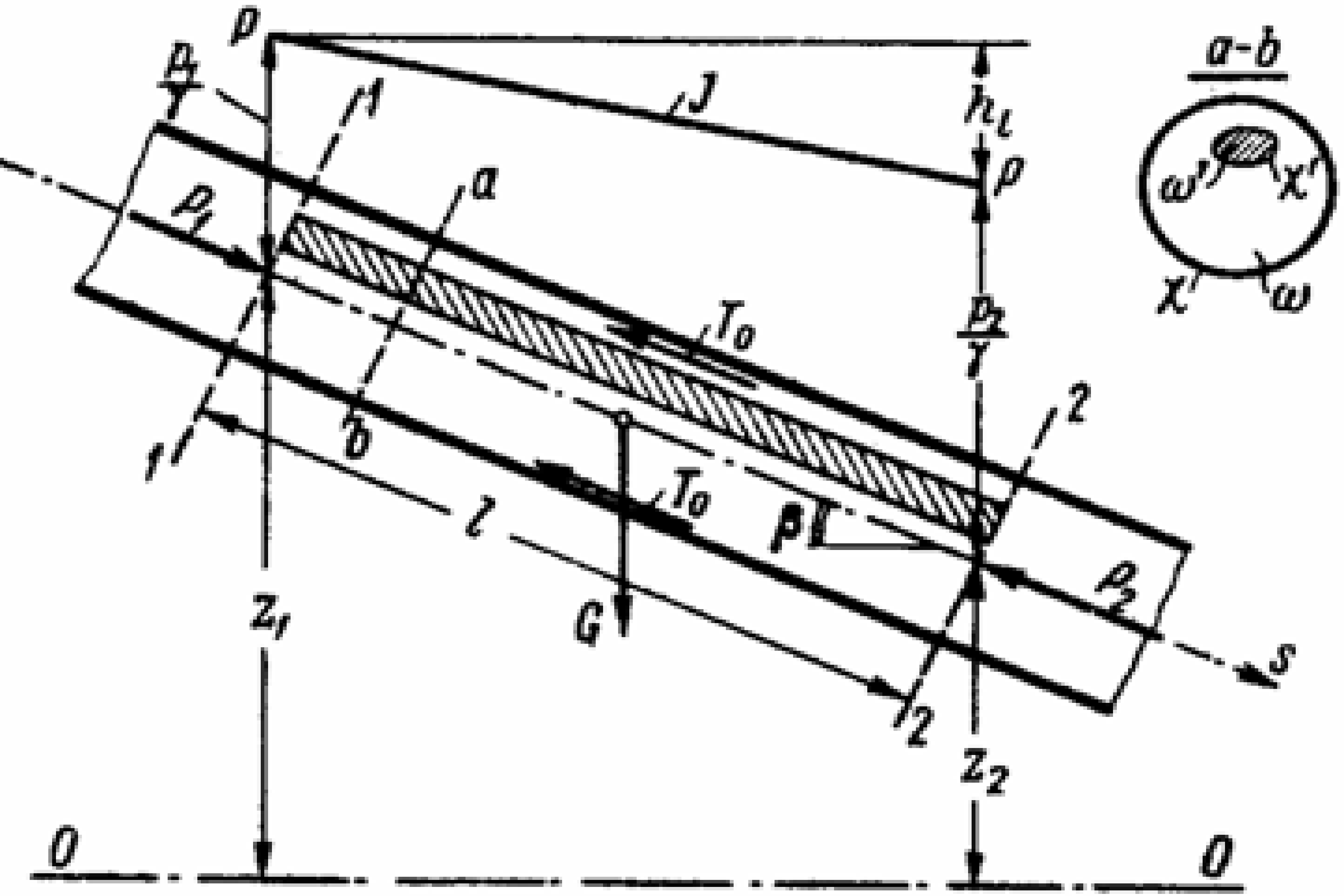
Суюқлик оқимининг 1-1 ва 2-2 кўндаланг кесимларидаги босим кучлари

$$P_1 = p_1\omega_1; \qquad P_2 = p_2\omega_2, \qquad (5)$$

бу ерда:

p_1 ва p_2 – оқимнинг 1-1 ва 2-2 кесимлари оғирлик марказига қўйилган босимлар;

$\omega_1 = \omega_2 = \omega$ – оқимнинг 1-1 ва 2-2 кесимлари юзаси.



p
p_1
1
J
h_l
a-b
ω'
χ'
χ'
ω
p
a
p_1
T_0
p_2
2
b
1
1
T_0
l
β
p_2
G
z_1
s
2
2
z_2
0
0

Ташқи ишқаланиш кучи - T_0 . Бу қувурнинг ички девори ва оқимнинг сиртќи юзасига нисбатан ишқаланиш кучи, у оқимга қарши йўналган, унинг *S*-*S* ўқига проекцияси ўзгармас бўлади.

Бундан ташқари яна ички ишқаланиш кучи мавжуд. Бу кучлар жуфт, бир-бирига тенг ва қарама-қарши йўналган бўлгани учун уларнинг йиғиндиси нолга тенг

$$\sum T = 0. \qquad (6)$$

Барча кучларни *S-S* ўқига проекциялаймиз:

$$G_S + P_{1S} + \left(-P_{2S}\right) + \left(-T_{0S}\right) = 0. \qquad (7)$$

(7) тенгламага (4) тенглама ва (5) тенгламадан қийматларини келтириб қўйсак

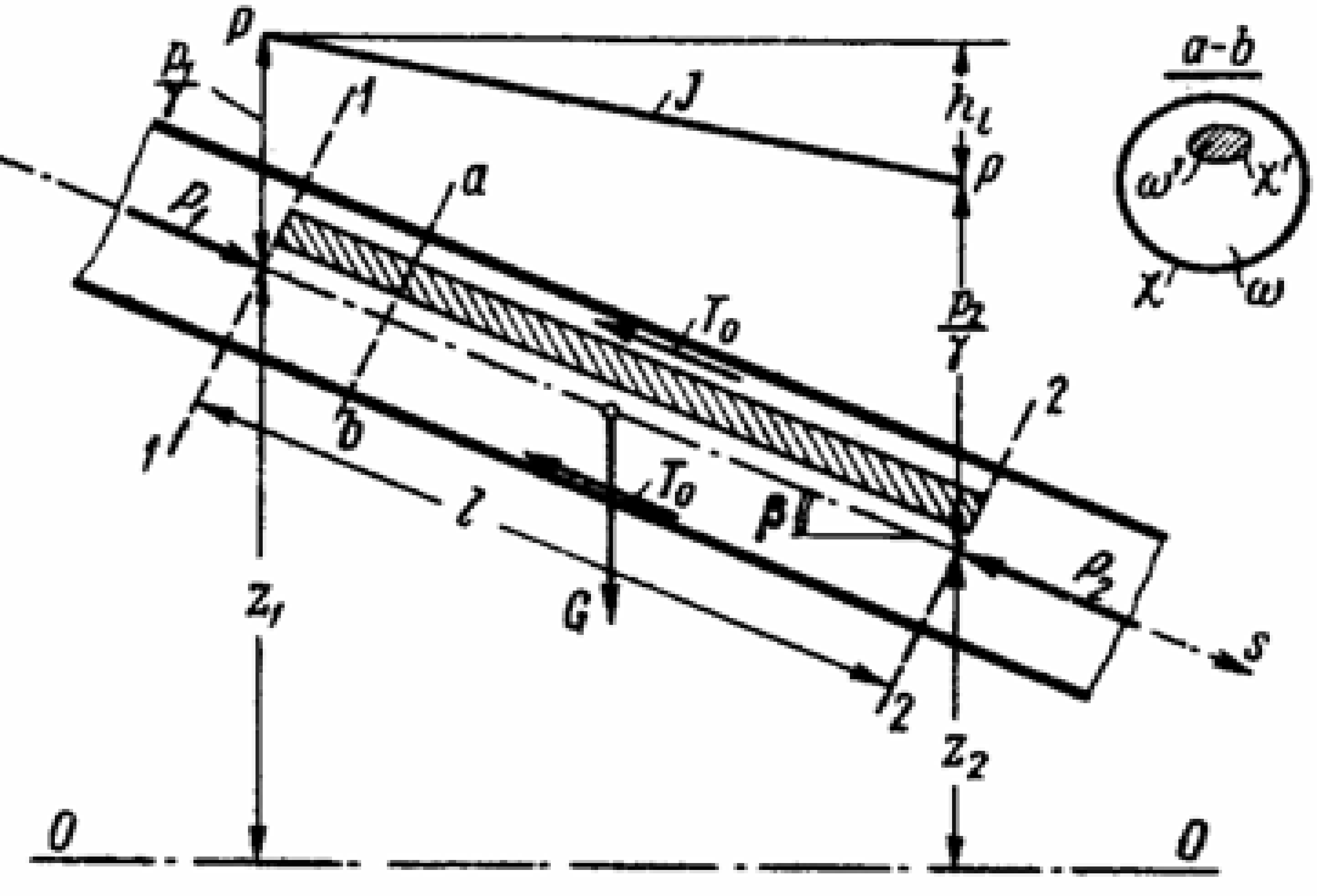
$$\gamma\omega\left(z_1 - z_2\right) + p_1\omega_1 - p_2\omega_2 - T_0 = 0. \qquad (8)$$

(8) ни $\gamma\omega$ га бўлиб чиқсак, шунингдек ни назарда тутсак $\omega_1 = \omega_2 = \omega$

$$\left(z_1 - z_2\right) + \frac{p_1 - p_2}{\gamma} - \frac{T_0}{\gamma\omega} = 0 \qquad (10)$$

ёки

$$\left(z_1 + \frac{p_1}{\gamma}\right) - \left(z_2 + \frac{p_2}{\gamma}\right) = \frac{T_0}{\gamma\omega}. \qquad (11)$$



p
p
h_l
p
p_1
p_2
p_1
p_2
J
a
b
1
1
2
2
T_0
T_0
l
G
β
z_1
z_2
0
0
s
a-b
ω'
χ'
χ'
ω

Расмдан қуринадики, (10) тенгламанинг чап томони оқимнинг узунлиги бўйича h_l йўқо-тилган напорга тенг

$$\left(z_1 + \frac{p_1}{\gamma}\right) - \left(z_2 + \frac{p_2}{\gamma}\right) = \underline{\underline{h_l}}. \tag{11}$$

Шундай экан, (10) тенгламанинг ўнг томони ҳам оқимнинг узунлиги бўйича йўқолган напорга тенг бўлади

$$h_l = \frac{T_0}{\gamma\omega}, \tag{12}$$

бу ерда T_0 – умумий (қувурнинг тўлиқ пириметри бўйича) ишқаланиш кучи

$$T_0 = \chi\, l\, \tau_0, \qquad (13)$$

бунда τ_0 - қувурнинг ички деворидаги ўртача уринма кучланиш. (13) тенгламани (12) тенгламага қўйсак

$$h_l = \frac{\chi\, l}{\omega} \cdot \frac{\tau_0}{\gamma}, \qquad (14)$$

ёки

$$\frac{h_l}{l} \cdot R = \frac{\tau_0}{\gamma}, \qquad (15)$$

$$\frac{\tau_0}{\gamma} = RJ\,. \qquad (16)$$

(16) тенглама суюқлик ***текис ҳаракатининг асосий тенгламаси деб аталади.***

Бу ерда:

$$R = ?;$$

$$J = ?;$$

(15) тенгламадан $$h_l = \frac{\tau}{\gamma} \cdot \frac{l}{R}$$

Тажриба асосида:
$$\frac{\tau}{\gamma} = ? = \frac{\lambda}{4} \cdot \frac{\vartheta^2}{2g}$$

Дарси-Вейсбах формуласи:
$$h_l = \frac{\lambda \cdot l}{d} \cdot \frac{\vartheta^2}{2g}$$

бу ерда: l - ....?; d - …?; λ - ...?.

$$h_l = \frac{\tau}{\gamma} \cdot \frac{l}{R}$$

3. Гидравлик ишқаланиш коэффициенти. Никурадзе тажрибалари.

Ламинар ҳаракатда узунлик бўйича йўқолган энергия қуйидагича ҳисобланади:

Ньютон гипотезасига асосан ички ишқаланиш кучи:

$$F = \mu S \frac{\partial u}{\partial r}$$ ёки $$\tau = \frac{F}{S} = \mu \frac{\partial u}{\partial r}$$

$\frac{\partial u}{\partial r}$ - нинг ўрнига ламинар ҳаракатдаги тезлик формуласини қуямиз:

$$\frac{\partial u}{\partial r} = \frac{P_1 - P_2}{2\mu l} r$$

У холда:

$$\tau = \frac{P_1 - P_2}{2l} r$$

Кесимлардаги босим фарқи $P_1 - P_2$ ни тезлик орқали ифодаласак:

$$P_1 - P_2 = \frac{32\mu l}{d^2}\vartheta$$

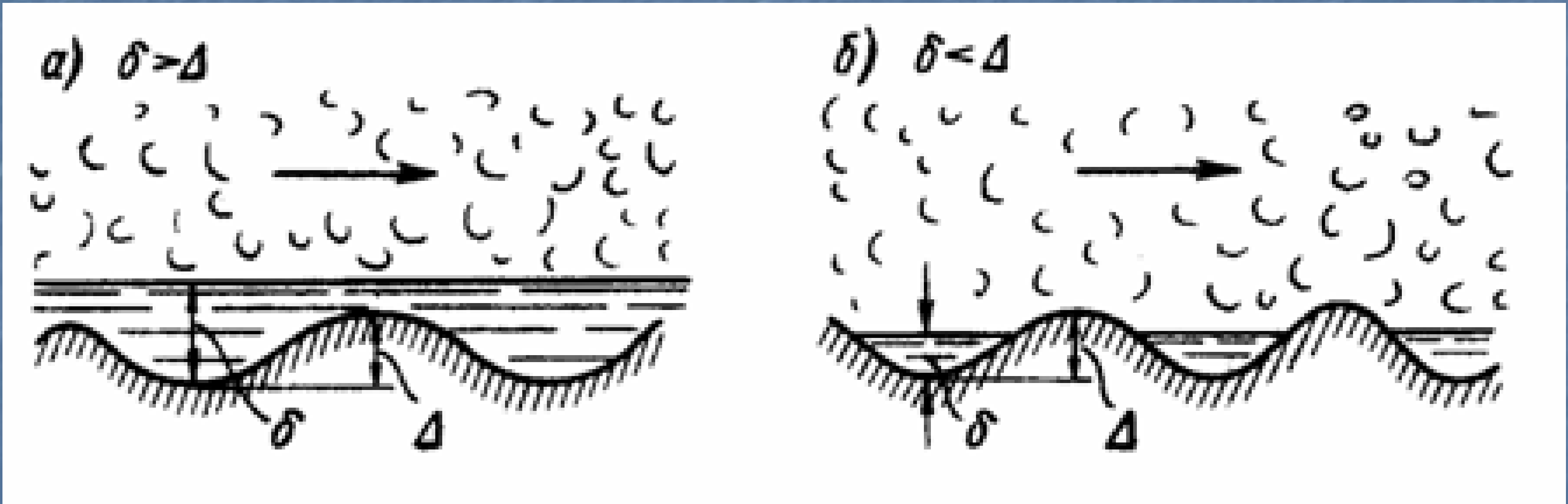
Ламинар ҳаракатда узунлик бўйича йўқолган энергияни қуйидагича ҳисоблаймиз:

$$h_l = \frac{64}{\mathrm{Re}} \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{\vartheta^2}{2g}$$

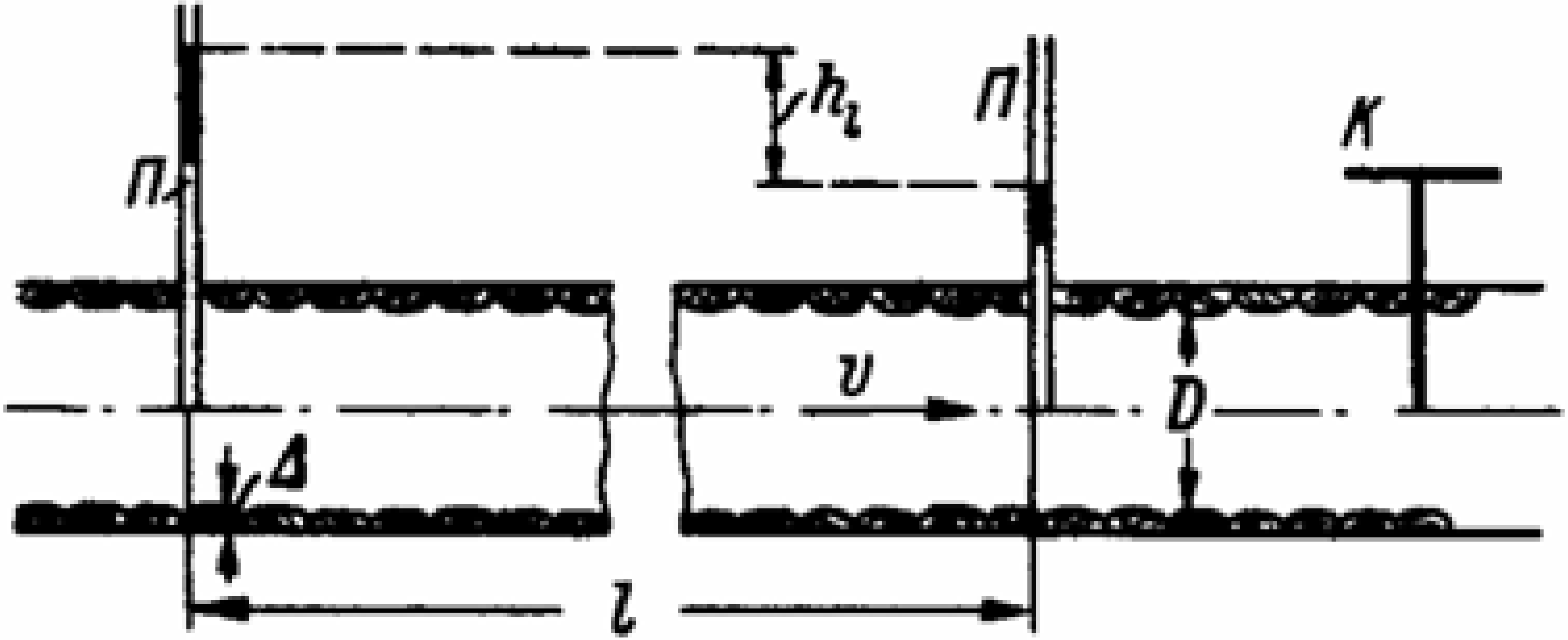
Бу ерда: $\lambda = \frac{64}{\mathrm{Re}}$ Пуазейль формуласи

$$\lambda = f\left(\mathrm{Re}; \overline{\Delta}\right) \qquad \overline{\Delta} = \frac{\Delta}{d}$$

Бу ерда: Δ - қувурнинг абсолют ғадир-будурлиги.



Силлиқ (а) ва ғадир-будир (б) сиртлар

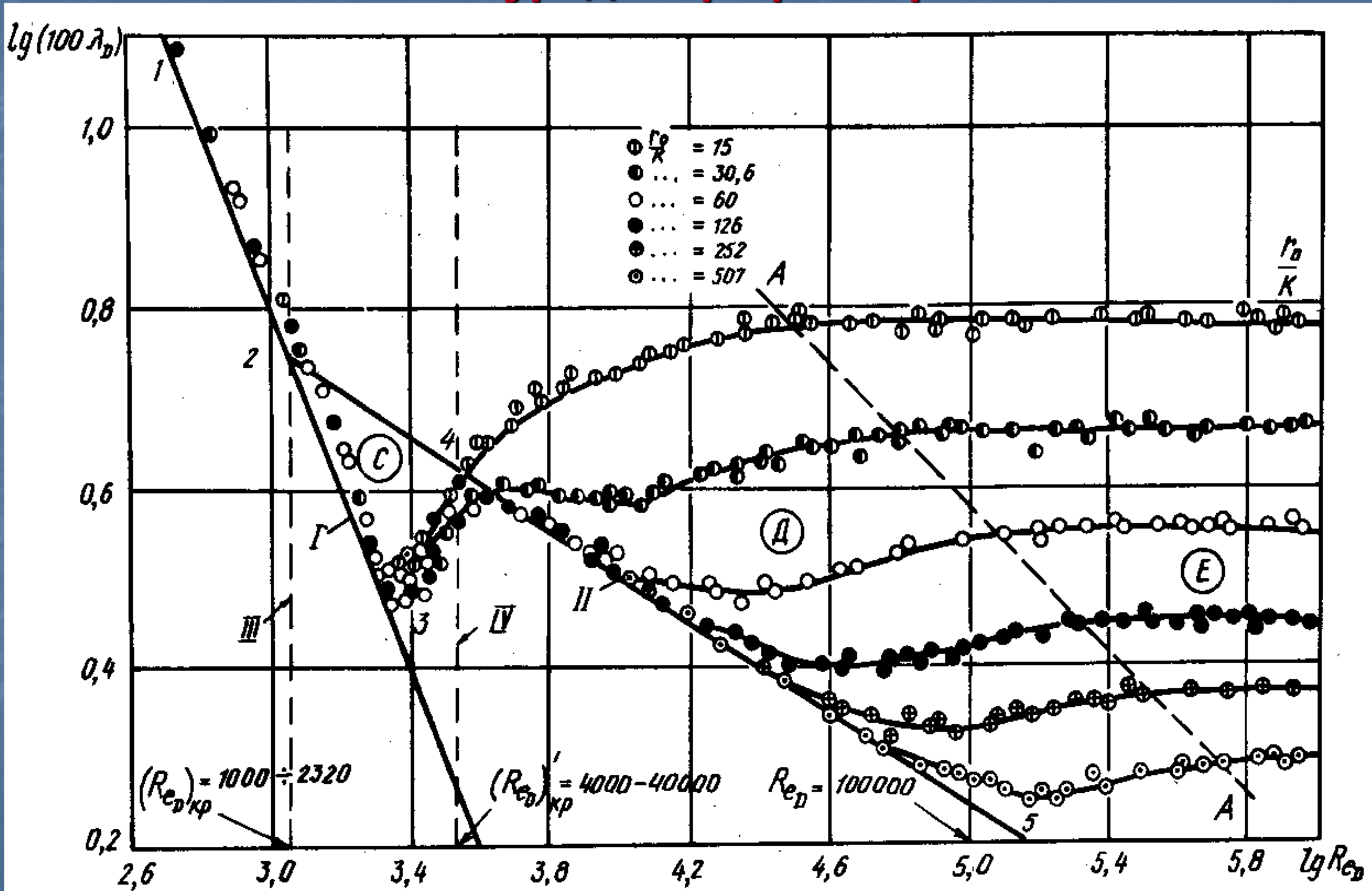


$$\vartheta_1 = \vartheta_2; \quad z_1 = z_2$$

$$\underline{\underline{h_l}} = \frac{p_1}{\gamma} - \frac{p_2}{\gamma}.$$

Никурадзе графиклари

$$\lambda = f\left(\mathrm{Re}; \overline{\Delta}\right)$$



Графикдан кўриниб турибдики, «λ» ва «Re» орасидаги боғланишда учта зона мавжуд.

<u>I-зона</u>. Ламинар ҳаракат зонаси бўлиб, Рейнольдс сони $\mathrm{Re} \le 2320$ $\lambda = f(\mathrm{Re})$. Пуазейль формуласи ёрдамида аниқланади:

$$\lambda = \frac{64}{\mathrm{Re}}$$

<u>II-зона</u>. Ўтиш зонаси дейилади. $2320 \le \mathrm{Re} \le 4000$. Бу зонада $\lambda = f(\mathrm{Re})$. Блазиус формуласидан топиш мумкин.

III-зона. Турбулент ҳаракат зонаси. Бу зонада учта соҳа мавжуд (расмда IV чизиқдан ўнг томонда):

а) Гидравлик силлиқ сирт қаршилик соҳаси дейилади; $4000 \leq \mathrm{Re} \leq 100000$ ёки .

. $\mathrm{Re} < \dfrac{10}{\overline{\Delta}}$ $\lambda = f(\mathrm{Re}; \overline{\Delta})$

Блазиус ёки Прандтль формулаларидан аниқланади:

$$\lambda = \frac{0{,}3164}{\sqrt[4]{\mathrm{Re}}}$$ (Блазиус формуласи)

б) Квадратик қаршиликкача бўлган соҳа.

$$100000 \leq \mathrm{Re} \leq \frac{500}{\bar{\Delta}}$$

Бу соҳада:

$$\lambda = f(\mathrm{Re}; \bar{\Delta})$$

Альтшуль формуласи ёрдамида аниқланади:

$$\lambda = 0{,}11 \cdot \left(\frac{\Delta}{d} + \frac{68}{\mathrm{Re}} \right)^{1/4}$$

в) Квадратик қаршилик соҳаси.

$$\mathrm{Re} \geq \frac{500}{\overline{\Delta}}$$

Бу соҳада:

$$\lambda = f(\overline{\Delta})$$

Шифринсон формуласи ёрдамида аниқланиши мумкин:

$$\lambda = 0{,}11\left(\overline{\Delta}\right)^{1/4}$$

Шуни ҳам айтиб ўтиш керакки, ҳамма зоналар учун туғри келадиган ягона формула ҳам мавжуд. Бу К.Ш.Латипов формуласи бўлиб, қуйидаги кўринишга эга:

$$\lambda = \frac{8x}{\mathrm{Re}} \cdot \frac{J_0(x)}{J_2(x)}$$

Бу ерда: J_0, J_2 - мафҳум аргументли Бессел функциялари.

$$x = f(\overline{\Delta}).$$

Бунда: $0 \le \mathrm{Re} \le 10^6$

1-мисол

1. $\Delta = 0{,}8\ мм$; *d=50 мм; v=0,01 см2/с;* $\vartheta = 4\ см/с$;

Ечим:

Re=2000; Re<Reкр.

Ламинар ҳаракат режими:

$$\lambda = \frac{64}{\mathrm{Re}} = 0{,}032$$

2-мисол

$\Delta = 0{,}8\ мм$; *d=300 мм; v=0,01 см2/с;* $\vartheta = 0{,}8\ м/с$;

Ечим:

Re=240000. Re > $\frac{500}{\overline{\Delta}}$ =208333,3.

Шифринсон формуласидан:

$$\lambda = 0{,}025.$$

<u>3-мисол</u>

$\Delta = 0{,}8\ мм$; *d=200 мм; v=0,01 см2/с;* $\vartheta = 1{,}2\ м/с$;

Ечим:

Re=240000. Re $\leq \dfrac{500}{\bar{\Delta}}$ =125000

Альтшуль формуласидан:

$$\lambda = 0{,}0255.$$

Блазиус: $\lambda = 0{,}014.$

4-мисол

$\Delta = 0{,}8\ мм$;*d=500 мм; v=0,01 см2/с;* $\vartheta = 2{,}5\ м/с$;

Ечим:

Re=1250000. Re $> \frac{500}{\Delta}$ =312500

Шифринсон формуласидан:

$$\lambda = 0{,}022.$$

5-мисол

$\Delta = 0{,}8\ мм;$ *d=150 мм; v=0,01 см2/с;* $\vartheta = 0{,}6\ м/с;$

Ечим:

Re=90000

Блазиус формуласидан:

$$\lambda = 0{,}017.$$

Альтшуль формуласидан:

$$\lambda = 0{,}027.$$

ТАҲЛИЛИЙ МАСАЛА

Суғориш учун сув насос ёрдамида узатилмоқда. Сув сарфи $Q = 0{,}1\ м^3/с$, қувур абсолют ғадир-будирлиги $\Delta = 0{,}8\ мм$; қувур узунлиги *l=400* м ва диаметри *d=300* мм. Сув ҳарорати $t = 20^0 C$

($\nu = 0{,}01\ см^2/с$). Қувурда йўқолган напорни (энергияни) ҳисобланг. ҳисоблашда Блазиус ёки Шифринсон формуласидан фойдаланинг.

ЕЧИШ:

Блазиус формуласи асосида:

$$\lambda_1 = 0{,}011; \qquad h_l = 1{,}45\ м.$$

Шифринсон формуласи асосида:

$$\lambda_1 = 0{,}022; \qquad h_l = 3{,}01\ м.$$

Сарфланган энергия миқдори:

$$N_1 = 14{,}20\ кВт; \qquad N_2 = 29{,}5\ кВт.$$

Фарқи: $N = N_2 - N_1 = 15{,}3\ кВт.$

Маблағ миқдори (*1 кВт*с=30 сўм*): P_1 *=459 сўм.*

Бир кунда: P_1 *20=9180 сум

4. Маҳаллий қаршиликларда энергиянинг йўқолиши. Вейсбах формуласи. Борда формуласи.

Суюқлик қувурларда ҳаракат қилганда турли тўсиқларни айланиб ўтиши учун энергия сарфлайди ва натижада дамнинг камайишига сабаб бўлади. Маҳаллий қаршиликларда йўқолган энергия, қаршиликдан олдинги ва кейинги солиштирма энергияларнинг фарқига тенг.

$$h_{м} = \left(Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 \vartheta_1^2}{2g} \right) - \left(Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 \vartheta_2^2}{2g} \right);$$

ёки

$$h_{м} = \left(\frac{P_1}{\gamma} - \frac{P_2}{\gamma} \right) + \frac{\vartheta_1^2 - \vartheta_2^2}{2g};$$

Бу ерда:

$\left(h_{p_1} - h_{p_2} \right)$ *ёки* $\left(\frac{P_1}{\gamma} - \frac{P_2}{\gamma} \right)$ пьезометрик дамларнинг фарќи;

$\frac{\vartheta_1^2 - \vartheta_2^2}{2g}$ - тезлик напори (дам)ларининг фарқи.

Махаллий қаршилик турлари

Маҳаллий қаршиликларнинг жуда кўп турлари мавжуд бўлиб, буларнинг ҳар бири учун энергиянинг йуқолиши турличадир:

1. Бурилишда. 2...... 3........ 4........ 5......... 6. Жумрак. 7. Ўлчов асбоблари. 8....... 9......... 10.......

Амалий ҳисоблашда, маҳаллий қаршиликларда энергиянинг йўқолиши тезлик напори (дами)га боғликдир.

Вейсбах формуласи

$$h_м = \xi_м \frac{\vartheta^2}{2g};$$

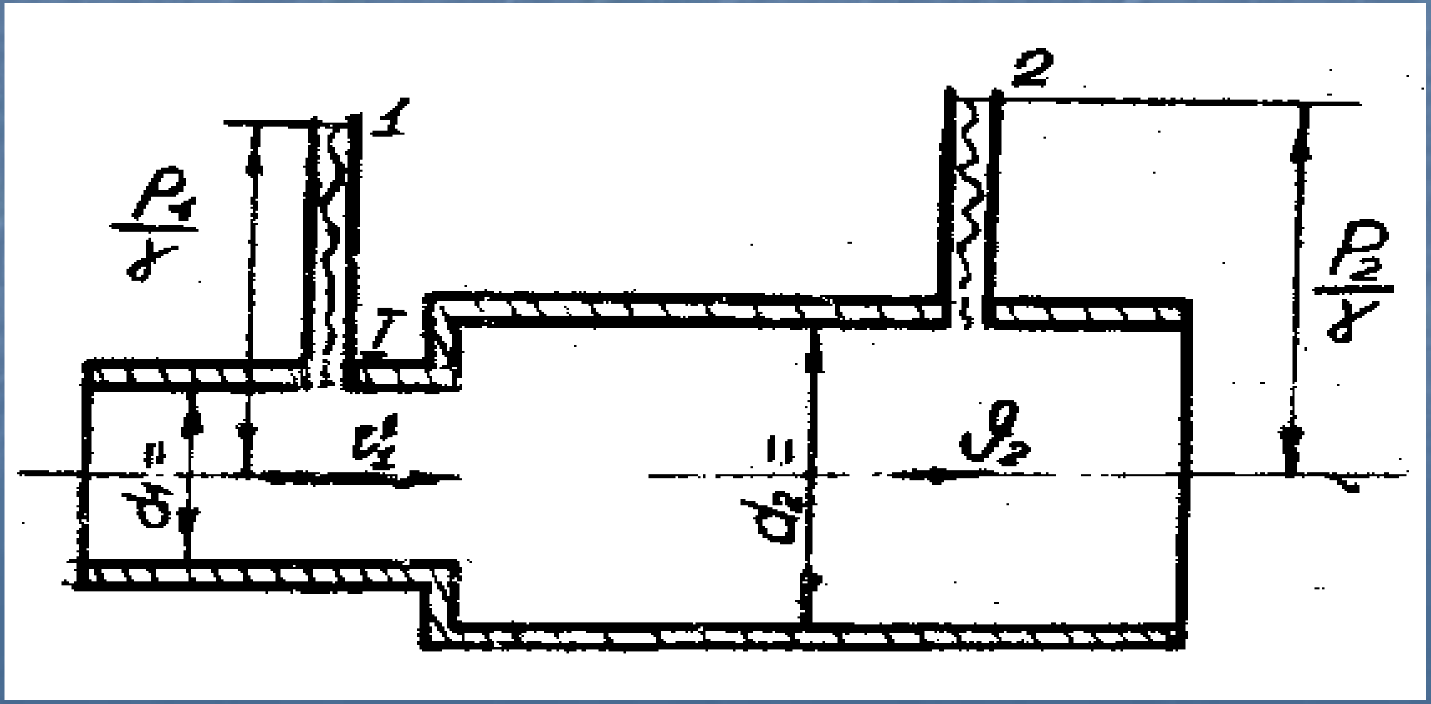
Маҳаллий қаршиликларнинг жуда кўп турлари мавжуд бўлиб, буларнинг ҳар бири учун энергиянинг йуқолиши турличадир.

1. Кескин кенгайишда йўқолган энергия назарий формула - Борда формуласи ёрдамида ҳисобланади:

$$h_{к.к} = \frac{(\vartheta_1 - \vartheta_2)^2}{2g};$$

Бу ҳолда, маҳаллий қаршилик коэффициенти – $\xi_{к.к}$ қуйидагича аниқланади

$$\xi_{к.к} = \left(1 - \frac{\omega_1}{\omega_2}\right)^2; \qquad \xi_{к.к} = \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} - 1\right)^2;$$



Фойдаланилган адабиётлар:

1. А. Арифжанов, Қ. Раҳимов, А. Ходжиев «Гидравлика» - Тошкент, 2016й.

2. К.Ш.Латипов, А.Арифжанов, Х.Кадиров, Б.Тошов «Гидравлика ва гидравлик машиналар», Навоий. Алишер Навоий, 2014 й.

3. Melvyn Kay, Practical Hydraulics (Taylor & Francis 2 Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon OX14 4RN) 2008.-253 pages

4. John Fenton A First Course in Hydraulics (Vienna University of Technologiy, Austria), 2012. -120 pages

5. А.Арифжанов, П.Н.Гурина. Гидравлика. -Ташкент. ТИМИ, 2011г.

6. www.gidravlika-obi-life.zn.uz

ЭЪТИБОРИНГИЗ УЧУН РАХМАТ