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

Гидравлик қаршиликлар. Қувурларда напор (солиштирма энергия) йуқолишини 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;
6. Рейнольдс мезони ва критик сони.

Умумий ҳолатда қувурларда напор йуқолиши қуйидаги кўринишда бўлади:

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

бу ерда:

$\sum h_l$ - қувур узунлиги бўйича йўқолган напор (солиштирма энергия);

$\sum h_м$ - маҳаллий қаршиликларда йўқолган напор (солиштирма энергия).

Қувур узунлиги бўйича йўқолган напор (солиштирма энергия) - ишқаланиш қаршилигида йўқолган энергия. Ишқаланиш қаршилиги реал суюқликлар ички қаршилигига боғлиқ бўлиб, қувурларнинг ҳамма узунлиги бўйича таъсир қилади. Унинг миқдорига қувур материали ва суюқлик оқимининг ҳаракат режими (ламинар,турбулент) таъсир қилади.

Маҳаллий қаршиликларда йўқолган напор (солиштирма энергия) – оқим шаклининг ўзгаришида йўқолган энергия. Маҳаллий қаршиликлар тезликнинг суюқлик ҳаракат қилаётган қувурнинг шакли ўзгаришига боғлиқ бўлган ҳар қандай ўзгариши вақтида пайдо бўлади. Буларга бир трубадан (ёки идишдан) иккинчи трубага ўтиш жойи, трубаларнинг кенгайиши ёки бирдан кенгайиб бирдан торайиши, тирсаклар, оқим ёналишини ўзгартирувчи қурилмалар киради.

Қувурларда напорнинг йуқолиши

Реал суюқликлар учун Д.Бернулли тенгламаси:

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

Д.Бернулли тенгламасида келтирилган напорнинг йуқолишини **h_f** ни ҳисоблаш қувурлар тизимини ҳисоблашда асосий масала ҳисобланди.

Текис ҳаракат асосий тенгламаси

1. Барқарор ҳаракат: **Q=cons’t**

2. Текис ҳаракат: **ϑ=cons’t**

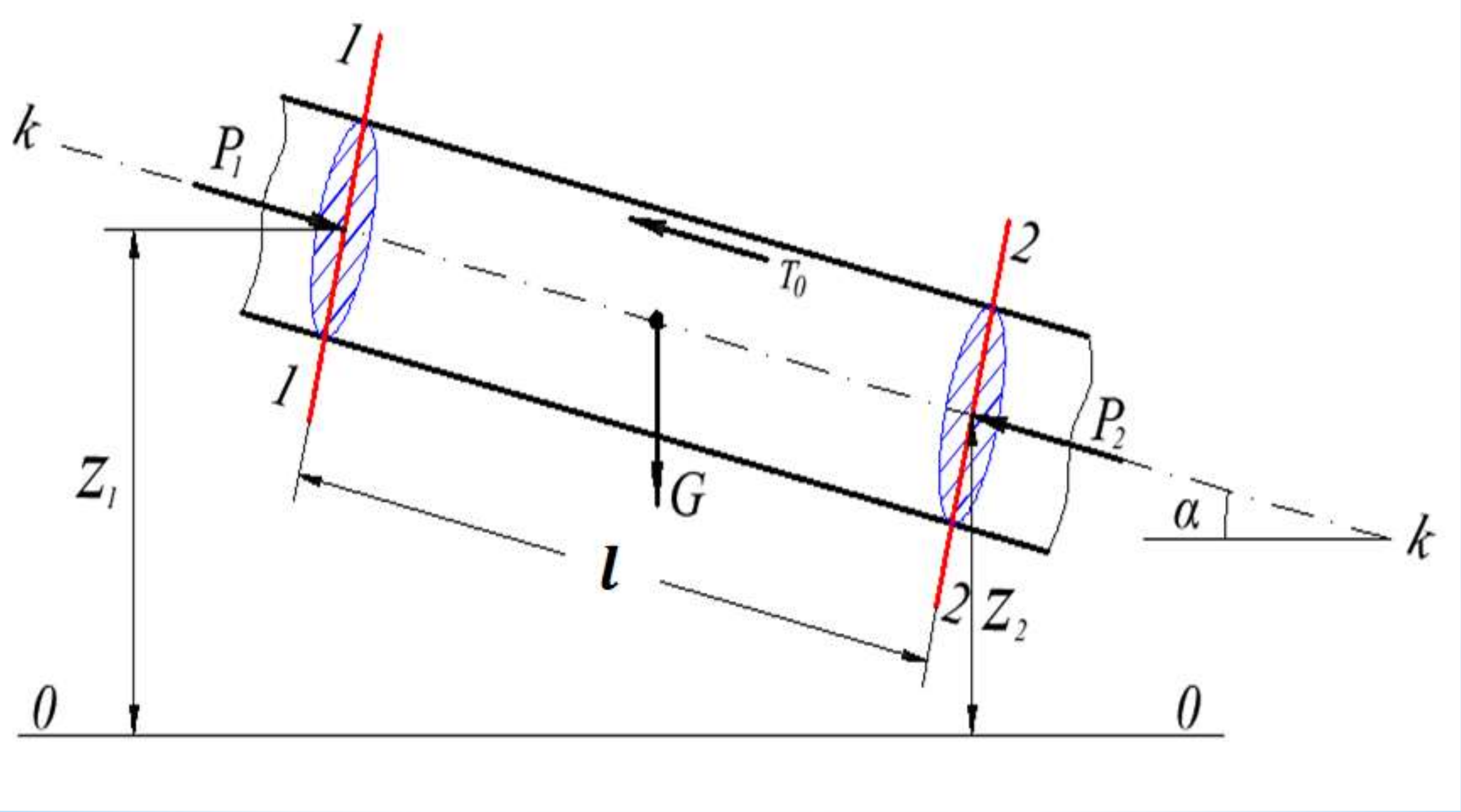
$$\vartheta_1 = \vartheta_2 = \vartheta \quad \text{ва} \quad h_м = 0$$

У ҳолда (2) тенгламадан:

$$h_l = \left(z_1 + \frac{p_1}{\gamma}\right) - \left(z_2 + \frac{p_2}{\gamma}\right) \quad (3)$$

(3) тенглама қувур узунлиги бўйича йўқолган напор.

Текис ҳаракатга доир чизма



G оғирлик кучи

$$G = \gamma V_{1-2} = \gamma \omega l \qquad (4)$$

унинг *k*-*k* ўқига проекцияси

$$G_k = \gamma \omega l sin\alpha \qquad (5)$$

чизмадан

$$l sin\alpha = z_1 - z_2 \qquad (6)$$

$$G_k = \gamma \omega (z_1 - z_2) \qquad (7)$$

Босим кучлари: $P_1 = p_1\omega_1; \quad P_2 = p_2\omega_2;$ **(8)**

Текис ҳаракатда: $\omega_1 = \omega_2 = \omega$

Ишқаланиш кучи: $T_0 = \chi l \tau_0$ **(9)**

Барча кучларни к-к ўқига проекциялаб:

$$G_k + P_1 - P_2 - T_0 = 0 \qquad (10)$$

(7), (8) ва (9) ни (10) га қўйиб

$$\gamma\omega(z_1 - z_2) + P_1\omega - P_2\omega - T_0 = 0 \qquad (11)$$

ёки

$$\left(z_1 + \frac{p_1}{\gamma}\right) - \left(z_2 + \frac{p_2}{\gamma}\right) = \frac{T_0}{\gamma\omega} \qquad (12)$$

(2) тенгламадан фойдаланиб:

$$h_l = \frac{T_0}{\gamma\omega} = \frac{\chi l \tau_0}{\gamma\omega} \qquad (13)$$

бу ерда:

$\frac{h_l}{l} = J$ - гидралик нишаблик;

$\frac{\omega}{\chi} = R$ - гидравлик радиус;

Текис ҳаракатининг асосий тенгламаси

$$\boxed{\frac{\tau_0}{\gamma} = RJ} \qquad (14)$$

$\frac{\tau_0}{\gamma}$ - миқдорини тажрибалар асосида солиштирма кинетик энергия орқали ифодалаб:

$$\frac{\tau_0}{\gamma} = \frac{\lambda}{4}\frac{\vartheta^2}{2g}; \qquad (15)$$

(14) ва **(15)** тенгламани умумлаштириб қуйидаги тенгламага келамиз:

$$h_l = \lambda \frac{l}{4R}\frac{\vartheta^2}{2g}; \qquad (16)$$

(16) - ифодага узунлик бўйича йўқолган солиштирма энергияни ҳисоблаш формуласи ёки **Дарси-Вейсбах** формуласи дейилади.

Цилиндрик қувурларда d=4R эканлигидан, (16) тенгламани қуйидаги куринишга келтирамиз:

$$\boxed{h_l = \lambda \frac{l}{d} \frac{\vartheta^2}{2g};} \qquad (17)$$

(17) формула цилиндрик қувурларда узунлик бўйича йўқолган солиштирма энергияни ҳисоблаш формуласи.

бу ерда:

λ **–гидравлик ишқаланиш коэффициенти.**

Ламинар ҳаракатда узунлик бўйича йўқолган энергияни ҳисоблаш

Ламинар ҳаракат режимида:

$$\tau = \mu \frac{\partial u}{\partial r} = \frac{4\mu\vartheta}{R} = \frac{8\mu\vartheta}{d}; \qquad (18)$$

$$\frac{\tau_0}{\gamma} = RJ; \quad \text{(A)} \qquad\qquad \frac{\tau_0}{\gamma} = \frac{\lambda}{4}\frac{\vartheta^2}{2g}; \quad \text{(B)}$$

(A) ва (B) тенгламани ўнг томонларини ўзаро тенглаштириб:

$$RJ = \frac{\lambda}{4}\frac{\vartheta^2}{2g}; \qquad (19)$$

Ламинар ҳаракат режимида гидравлик нишаблик:

$$J = \frac{8\mu\vartheta}{\rho g R^2}; \qquad (20)$$

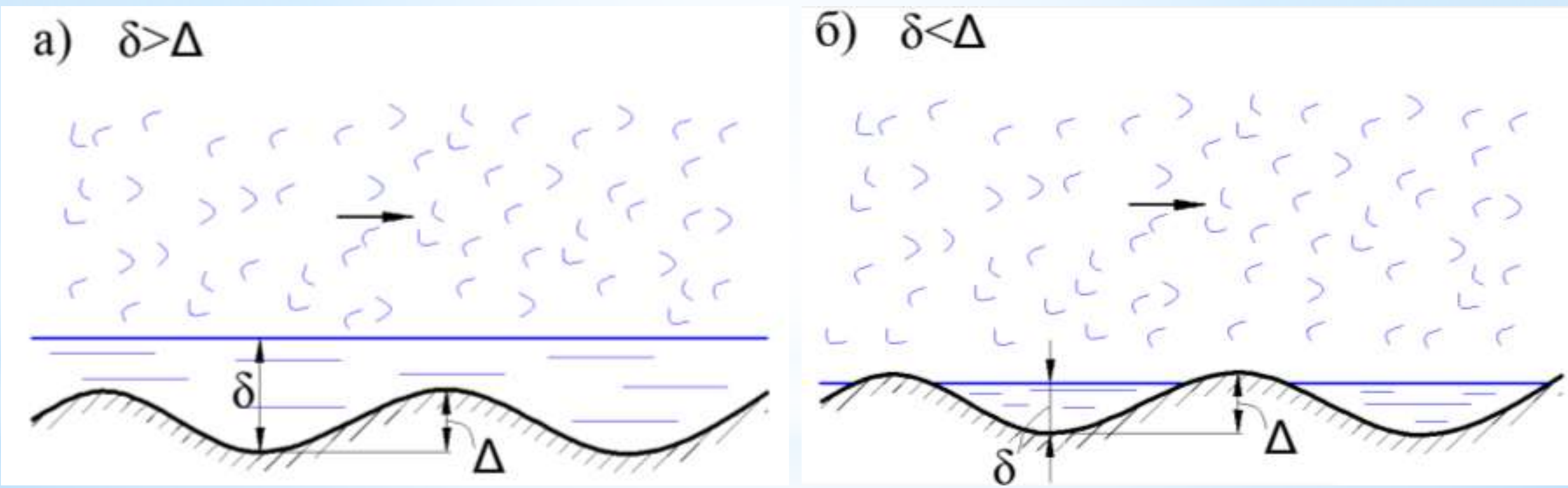
$$\frac{8\mu\vartheta}{\rho g R^2} = \frac{\lambda}{4}\frac{\vartheta^2}{2g}; \Rightarrow \lambda = \frac{64}{\vartheta}\frac{\nu}{d} = \frac{64}{Re};$$

$\lambda = \frac{64}{Re};$ - Пуазейль формуласи.

Турбулент ҳаракат режимида напор йўқолиши

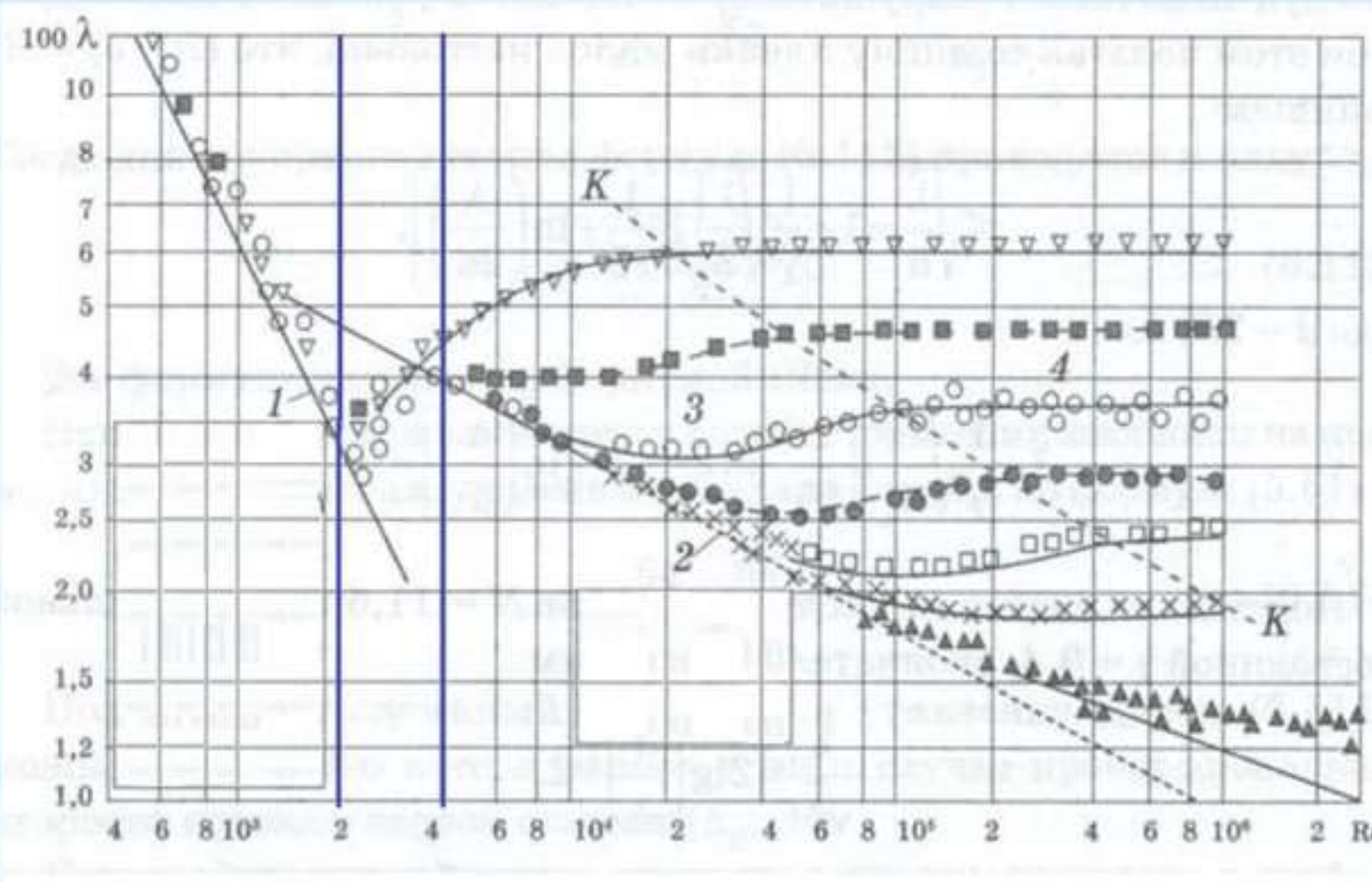
$$\lambda = f(Re, \overline{\Delta}); \qquad \overline{\Delta} = \frac{\Delta}{d};$$

Бу ерда: Δ - қувурнинг абсолют ғадир-будурлиги. $\overline{\Delta}$ - нисбий ғадир будирлик.



Силлиқ (а) сирт ва ғадир-будир (б) сиртлар

Никурадзе (1933) графиклари $\lambda = f\left(\mathrm{Re}; \overline{\Delta}\right)$



Ламинар ҳаракат режимида:

Рейнольдс сони $\mathrm{Re} \leq 2320$, $\lambda = f(\mathrm{Re})$.

λ - Пуазейль формуласи ёрдамида аниқланади:

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

Графикдан кўринадики ламинар ҳаракат режимидан турбулент ҳаракат режимига ўтиш оралиғи мавжуд:

$$2320 \leq \mathrm{Re} \leq 4000$$

Турбулент ҳаракат режими:

а) **Гидравлик силлиқ сирт қаршилик соҳаси дейилади:**

$$4000 \leq \mathrm{Re} \leq 100000 \quad \text{ёки} \quad \mathrm{Re} < \frac{10}{\overline{\Delta}}$$

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

λ - Блазиус ёки Прандтль формулаларидан аниқланиши мумкин:

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

б) Квадратик қаршиликкача бўлган соҳа:

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

Бу соҳада:

$$100000 \le \mathrm{Re} \le \frac{500}{\overline{\Delta}}$$

Альтшуль формуласи ёрдамида аниқланаши мумкин:

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

в) Квадрат қаршилик соҳаси:

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

Бу соҳада:

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

Шифринсон формуласи ёрдамида аниқланиши мумкин:

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

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 Бессель функциялари.

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

Бунда: $0 \le \mathrm{Re} \le 10^6$

Ҳаракат режими		Рейнольдс сони	Ҳисоблаш формулари
Ламинар		Re<2320	$\lambda = \frac{64}{Re}$ Пуазейль (Гаген)
Ўтиш қисми		2320 <Re<4000	-
Турбулент	1-соҳа	$4000 < Re < 10\frac{d}{\Delta}$	$\lambda = \frac{0,316}{Re^{0.25}}$ Блазиус (Прандтль, Никурадзе, Латипов)
	2-соҳа	$10\frac{d}{\Delta} < Re < 560\frac{d}{\Delta}$	$\lambda = 0,11\left(\frac{\Delta}{d} + \frac{68}{Re}\right)^{0.25}$ Альтшуль (Латипов, Колбрук, Уайт)
	3-соҳа	$Re > 560\frac{d}{\Delta}$	$\lambda = 0,11\left(\frac{\Delta}{d}\right)^{0.25}$ Шифринсон (Прандтль, Никурадзе, Латипов)

https://www.youtube.com

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