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

СУЮҚЛИК ОҚИМИНИНГ БАРҚАРОР ҲАРАКАТИ УЧУН Д.БЕРНУЛЛИ ТЕНГЛАМАСИ

«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. Ҳаракат кесими, ҳулланган периметр ва гидравлик радиус туртбурчак ва цилиндрик қувурлар учун;
4. Сув сарфи ва уни аниқлаш формулалари;
5. Ўртача тезлик ва нуқтадаги тезлик;

6. Ўртача тезлик ва нуқтадаги тезлик қачон тенг булади;

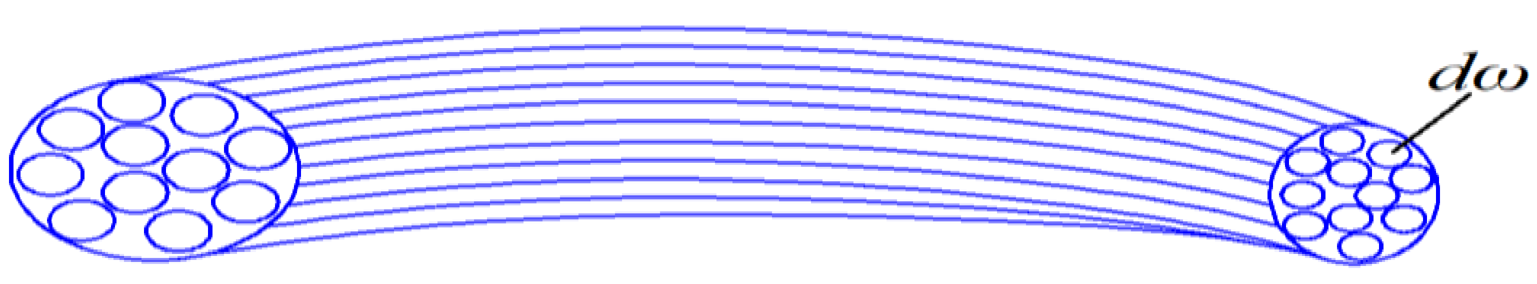
Мисоллар:

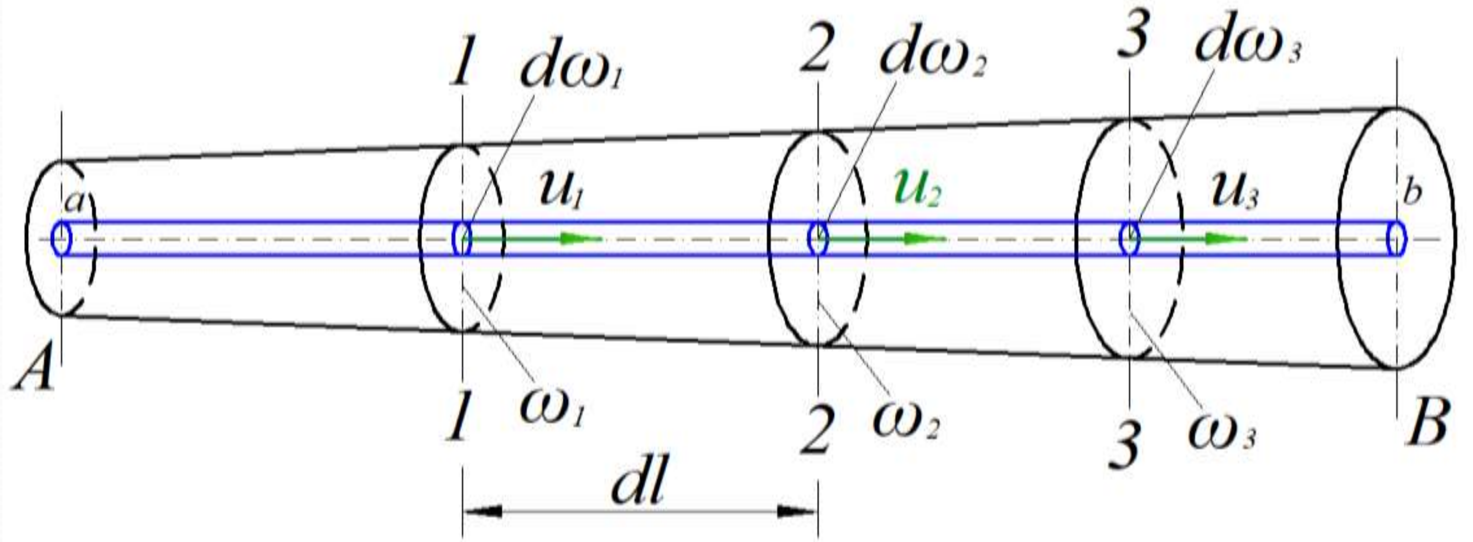
1.Паскаль қонуни (Паскаль масаласи-бир стакан сув билан “бочка”ни ёриш мумкинми?);

2.Ҳовлингиздаги сув қувури жумрагидан 10с+№ да 5л сув келияпти. Сувнинг тезлигини аниқланг. Қувур диаметри 20мм.

№ исмингиздаги ҳарфлар сони;

Узлмаслик тенгламаси





$$\frac{\partial(dQ)}{\partial l}+\frac{\partial(d\omega)}{\partial t}=0 \qquad (1)$$

Баркарор ҳаракатда: $$\frac{\partial(d\omega)}{\partial t} = 0 \qquad (2)$$

$$dQ = ud\omega = cons't \qquad (3)$$

Элементар оқимча учун:

$$u_1 d\omega_1 = u_2 d\omega_2 = u_3 d\omega_3 = cons't \qquad (4)$$

(4) ифодани интеграллаймиз:

$$\int_{\omega} u_1 d\omega_1 = \int_{\omega} u_2 d\omega_2 = \int_{\omega} u_3 d\omega_3 \qquad (5)$$

$$Q = \vartheta_1\omega_1 = \vartheta_2\omega_2 = \vartheta_3\omega_3 = cons't \qquad (6)$$

$$\frac{\vartheta_1}{\vartheta_2} = \frac{\omega_2}{\omega_1} \qquad (7)$$

1. ИДЕАЛ СУЮҚЛИК УЧУН Д.БЕРНУЛЛИ ТЕНГЛАМАСИ

Мувозанатдаги суюқликнинг дифференциал тенгламалари

Эйлер тенгламалари (1755 йил) :

$$\begin{cases} \rho X = \dfrac{\partial p}{\partial x}; \\ \rho Y = \dfrac{\partial p}{\partial y}; \\ \rho Z = \dfrac{\partial p}{\partial z}. \end{cases} \quad (1)$$

Леонард Эйлер (1707-1783)

X, Y, Z - бирлик масса кучларининг координата ўқларига проекцияси;

$\dfrac{\partial p}{\partial x}; \dfrac{\partial p}{\partial y}; \dfrac{\partial p}{\partial z}$ **- босим градиенти;**

ρ **- суюқлик зичлиги.**

ҲАРАКАТДАГИ ИДЕАЛ СУЮҚЛИКНИНГ ДИФФЕРЕНЦИАЛ ТЕНГЛАМАЛАРИ

$$\left.\begin{aligned}
\frac{du_x}{dt} &= X - \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x}\\
\frac{du_y}{dt} &= Y - \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial y}\\
\frac{du_z}{dt} &= Z - \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial z}
\end{aligned}\right\} \quad (1)$$

Леонард Эйлер
(1707-1783)

тенгламада:

X, Y, Z -бирлик масса кучларининг координата ўқларига проекцияси;

$$\frac{\partial p}{\partial x}, \frac{\partial p}{\partial y}, \frac{\partial p}{\partial z}$$ - босим градиенти;

$$\frac{du_x}{dt}, \frac{du_y}{dt}, \frac{du_z}{dt}$$ -бирлик инерция кучларининг координата ўқларига проекцияси;

ρ - суюқлик зичлиги.

ИДЕАЛ СУЮҚЛИК УЧУН Д.БЕРНУЛЛИ ТЕНГЛАМАСИ

Бунинг учун юқоридаги тенгламанинг икки томонини мос равишда *dx, dy, dz* га кўпайтириб қўшамиз:

$$\underbrace{\frac{du_x}{dt}dx + \frac{du_y}{dt}dy + \frac{du_z}{dt}dz}_{A} = \underbrace{Xdx + Ydy + Zdz}_{B} \underbrace{- \frac{1}{\rho}\left(\frac{\partial p}{\partial x}dx + \frac{\partial p}{\partial y}dy + \frac{\partial p}{\partial z}dz\right)}_{C} \quad (2)$$

Тенгламанинг ҳар бир ҳадини алоҳида-алоҳида қараб чиқамиз.

Маълумки:

$$u_x = \frac{dx}{dt}; \quad u_y = \frac{dy}{dt}; \quad u_z = \frac{dz}{dt};$$

Тенгламанинг **А** ҳадини қуйидаги кўринишга келтирамиз:

$$\frac{du_x}{dt}dx + \frac{du_y}{dt}dy + \frac{du_z}{dt}dz = udu_x + udu_y + udu_z = \frac{1}{2}d\left(u_x^2 + u_y^2 + u_z^2\right) \quad (3)$$

$u_x^2 + u_y^2 + u_z^2 = u^2$ бўлганлиги учун (2) тенгламанинг биринчи ҳадини қуйидагича ёзамиз:

А:

$$\frac{1}{2}d\left(u_x^2 + u_y^2 + u_z^2\right) = \frac{1}{2}d\left(u^2\right) \quad (4)$$

Тенгламанинг B ҳади:

Агар масса кучлардан фақат оғирлик кучи таъсирини инобатга олсак, (2) тенгламанинг B ҳади қуйидаги кўринишга келади:

$$X=0; \quad Y=0; \quad Z=-g;$$

B: $$Xdx + Ydy + Zdz = -gdz \qquad (5)$$

(2) тенгламанинг C ҳади, босимнинг тўлик дифференциалини ифодалайди, яъни

C: $$\frac{\partial p}{\partial x}dx + \frac{\partial p}{\partial y}dy + \frac{\partial p}{\partial z}dz = dp \qquad (6)$$

Аниқланган ифодаларни (2) тенгламага қўйиб, қуйидагига эга бўламиз:

$$\frac{1}{2}d(u^2) + \frac{1}{\rho}dp + gdz = 0 \qquad (7)$$

(7) ифодани интеграллаб қуйидагини оламиз:

$$\boxed{\frac{\mathrm{u}^2}{2\mathrm{g}} + \frac{\mathrm{p}}{\rho \mathrm{g}} + \mathrm{z} = \mathrm{cons't}} \qquad \textbf{(8)}$$

ёки

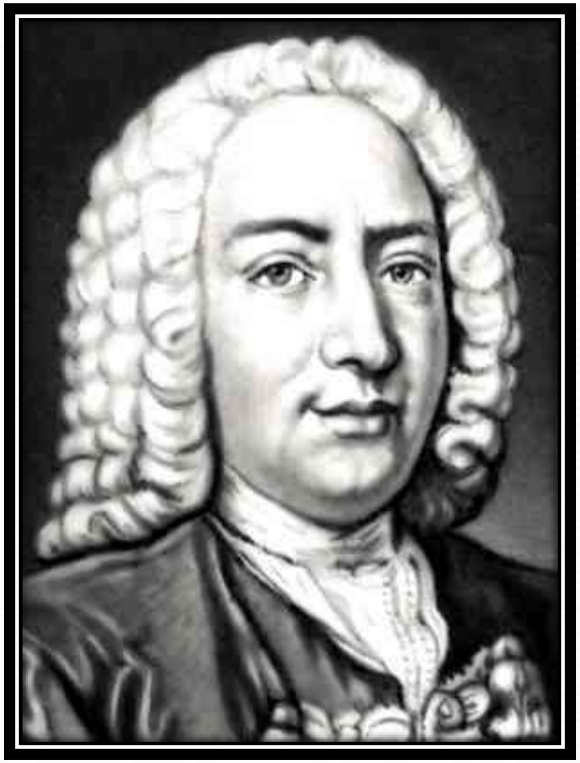
$$\gamma = \rho g$$

$$\boxed{z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{u_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{u_2^2}{2g}} \qquad \textbf{(9)}$$

(9) идеал суюқликнинг элементар оқимчаси учун Д.Бернулли тенгламаси дейилади.

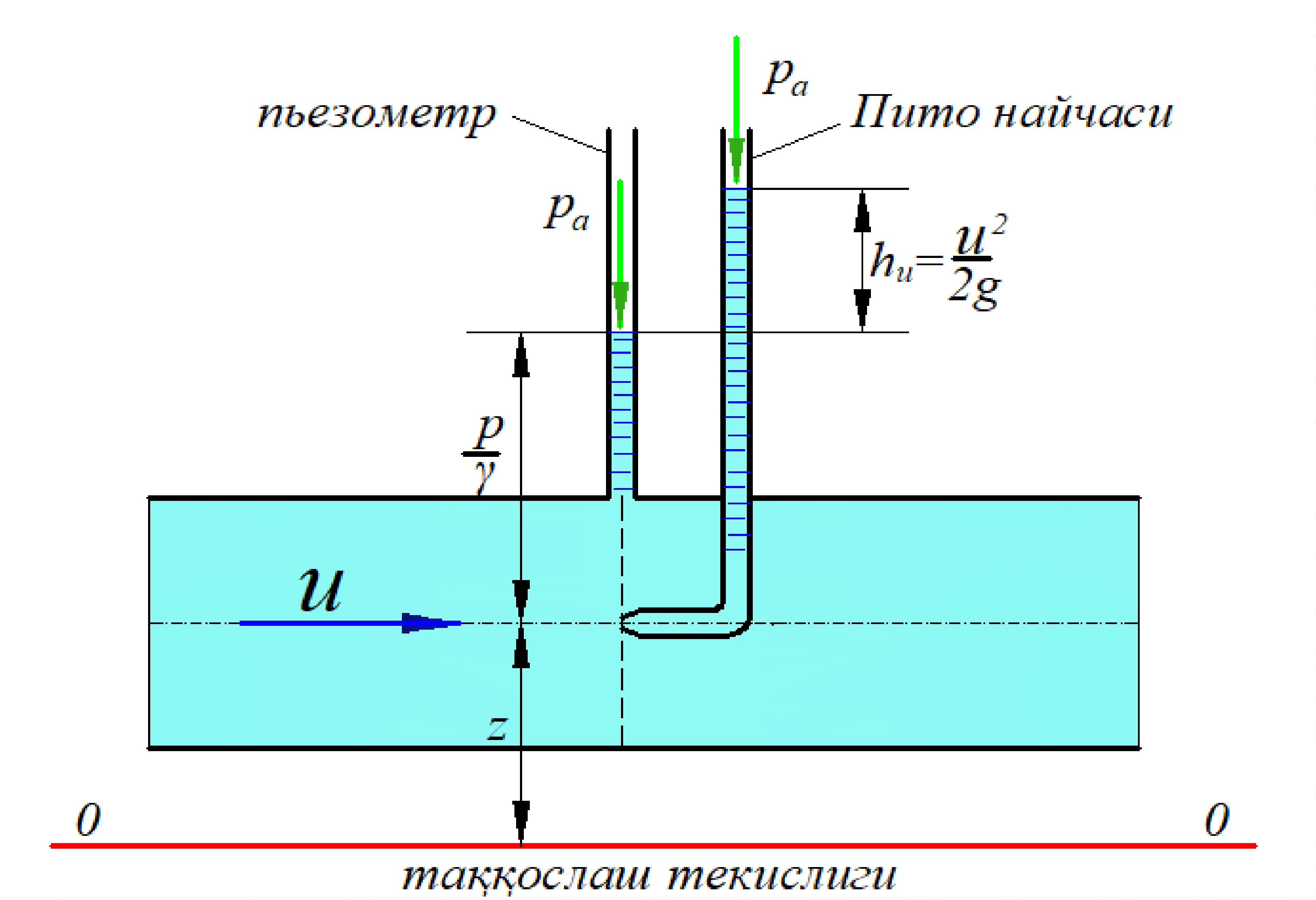
Бу (9) тенглама 1738 й. Д.Бернулли томонидан таклиф этилган бўлиб, унинг номи билан аталади ва *гидродинамиканинг асосий тенгламаси* ҳисобланади.

$$z + \frac{p}{\gamma} + \frac{u^2}{2g} = cons't$$



Даниил Бернулли (1700—1782)

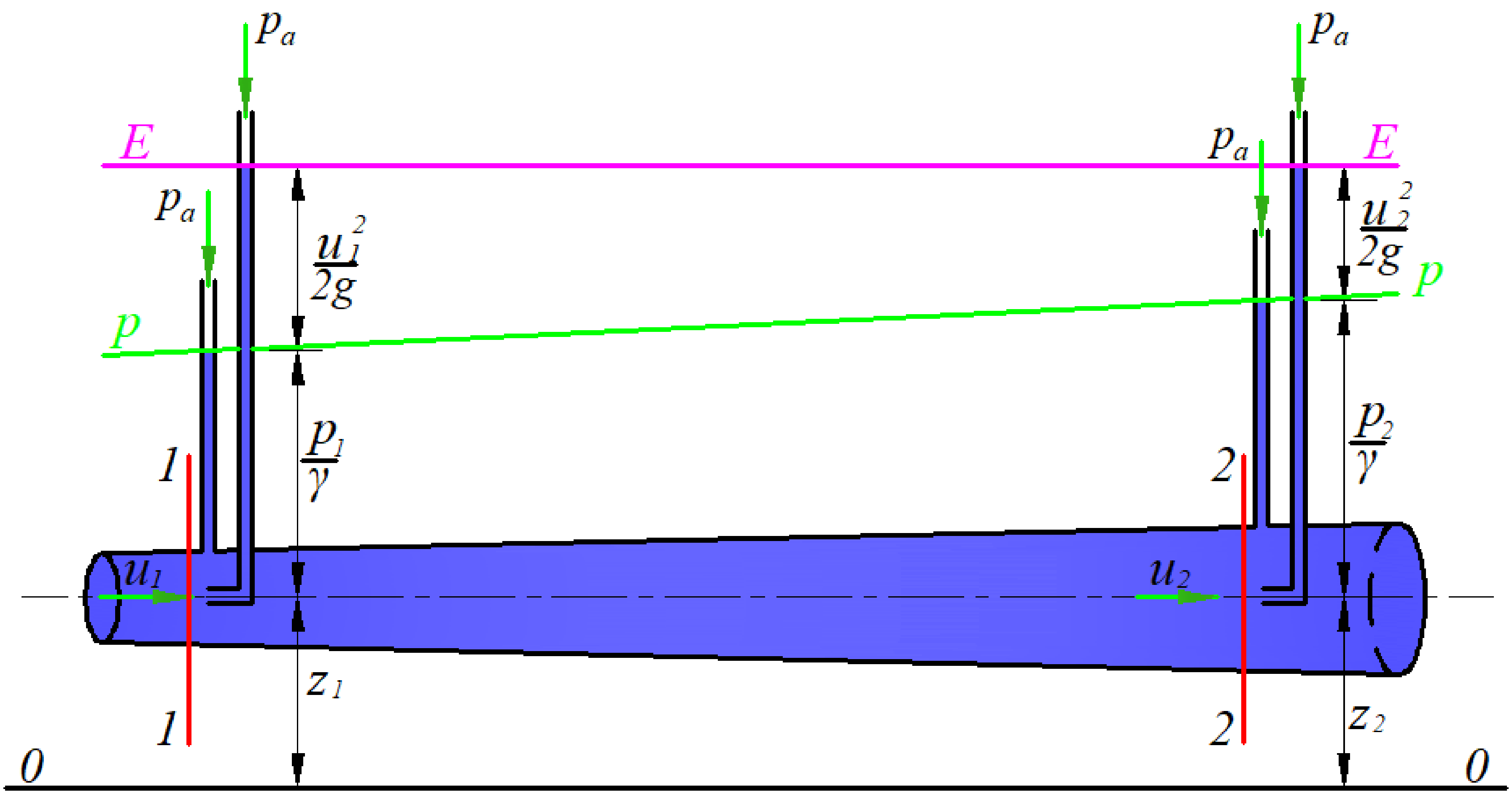
Д.Бернулли тенгламасига доир чизма



Д.Бернулли тенгламасининг геометрик маъноси

Белги	Геометрик маъноси
z	Геометрик баландлик
$h_p = \frac{p}{\gamma}$	Пьезометрик баландлик
$z + \frac{p}{\gamma}$	Пьезометрик напор
$h_v = \frac{u^2}{2g}$	Тезлик напори
$H = z + \frac{p}{\gamma} + \frac{u^2}{2g}$	Гидродинамик напор

Идеал суюқлик учун Д.Бернулли тенгламасининг геометрик маъноси



Д.Бернулли тенгламасининг энергетик маъноси

Белги	Энергетик маъноси
$E_x = \frac{mgz}{mg} = z$	Солиштирма ҳолат энергияси
$E_б = \frac{mg\left(\frac{p}{\gamma}\right)}{mg} = \frac{p}{\gamma}$	Солиштирма босим энергияси
$H_p = z + \frac{p}{\gamma}$	Солиштирма потенциал энергия
$E_к = \frac{mu^2}{mg2} = \frac{u^2}{2g}$	Солиштирма кинетик энергия
$H = z + \frac{p}{\gamma} + \frac{u^2}{2g}$	Солиштирма тўла энергия

2. БАРҚАРОР ҲАРАКАТДА РЕАЛ СУЮҚЛИК УЧУН Д.БЕРНУЛЛИ ТЕНГЛАМАСИ

Реал суюқликнинг элементар оқимчаси учун Д.Бернулли тенгламаси

$$h_{1-2} = H_1 - H_2$$

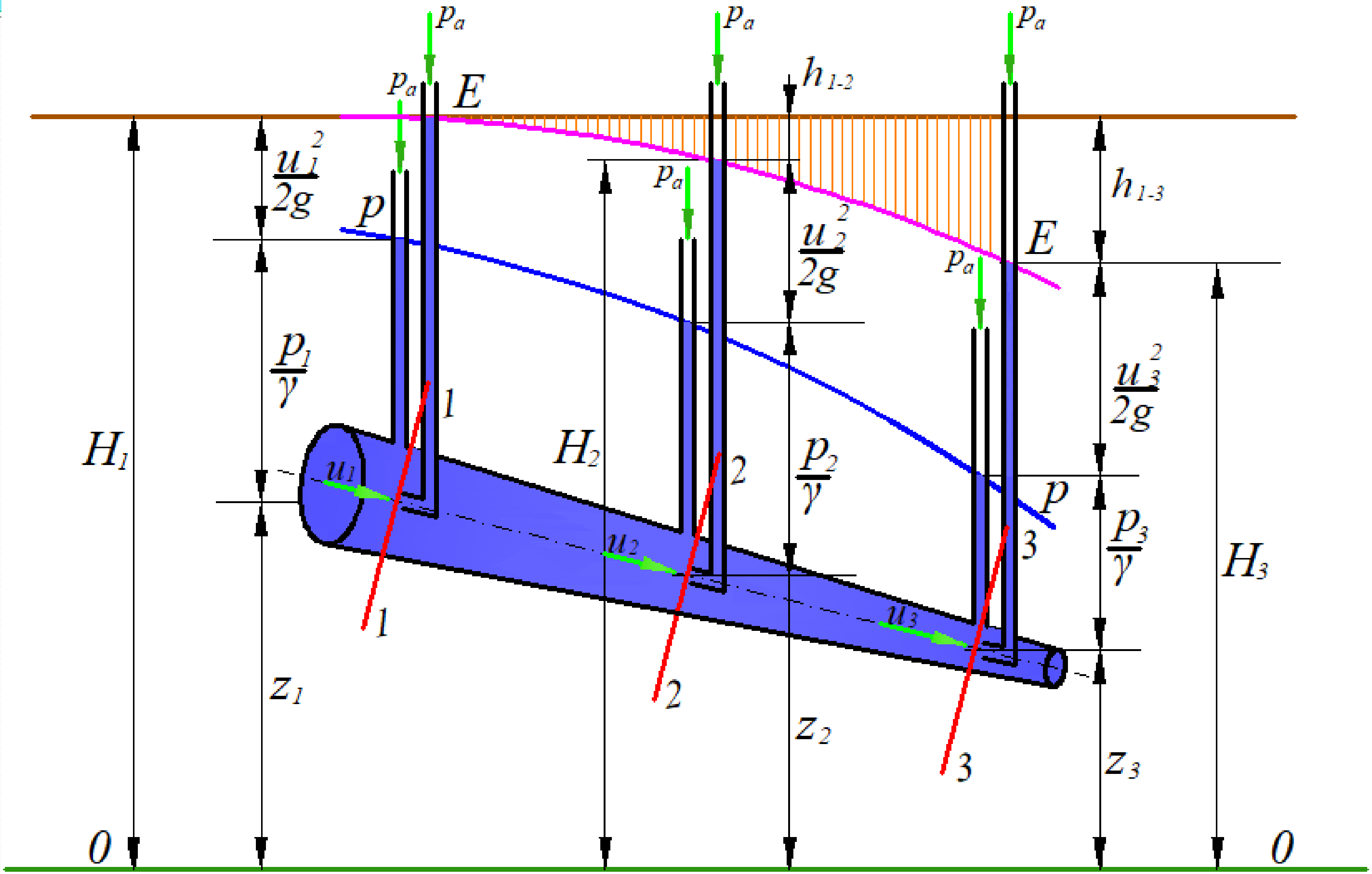
$$H_1 = z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{u_1^2}{2g}; \qquad H_2 = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{u_2^2}{2g};$$

бундан

$$h_{1-2} = \left(z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{u_1^2}{2g} \right) - \left(z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{u_2^2}{2g} \right)$$

Натижада қуйидаги тенгламага эга бўламиз:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{u_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{u_2^2}{2g} + h_{1-2}$$

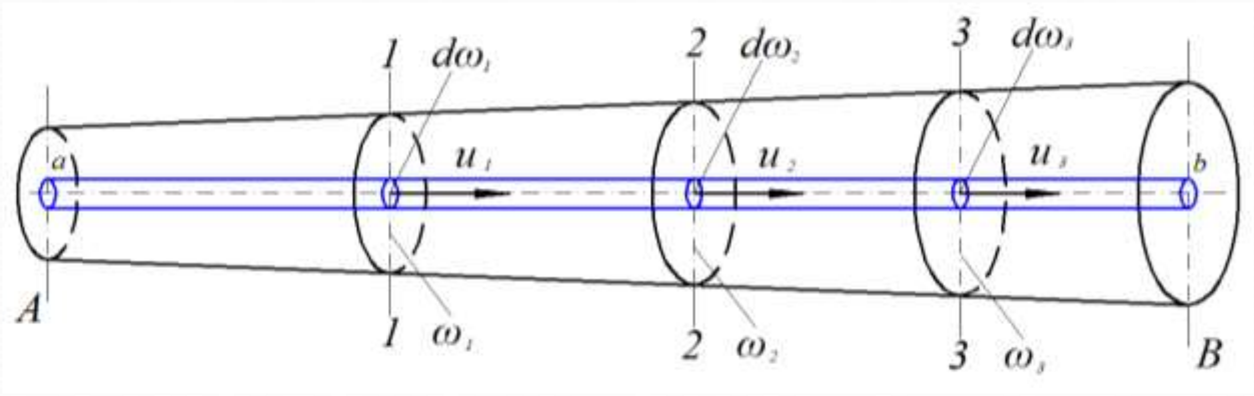


p_a
E
h_{1-2}
h_{1-3}
$\frac{u_1^2}{2g}$
$\frac{u_2^2}{2g}$
$\frac{u_3^2}{2g}$
$\frac{p_1}{\gamma}$
$\frac{p_2}{\gamma}$
$\frac{p_3}{\gamma}$
p
H_1
H_2
H_3
u_1
u_2
u_3
z_1
z_2
z_3
1
2
3
0

Суюқлик оқими учун Д.Бернулли тенгламаси

Оқим учун Д.Бернулли тенгламасини келтириб чиқариш учун, элементар оқимча учун ёзилган Д. Бернулли тенгламасини ҳаракат кесими бўйича интеграллаймиз:

$$\int_{\omega} z_1 d\omega + \int_{\omega} \frac{p_1}{\gamma} d\omega + \int_{\omega} \frac{u_1^2}{2g} d\omega = \int_{\omega} z_2 d\omega + \int_{\omega} \frac{p_2}{\gamma} d\omega + \int_{\omega} \frac{u_2^2}{2g} d\omega + \int_{\omega} h_{1-2} d\omega$$



$$\frac{M\vartheta^2}{2} = \frac{1}{2}\rho\vartheta^3\omega dt < \frac{1}{2}\rho dt\int_{\omega} u^3 d\omega$$

$$\int_{\omega} u^3 d\omega = \alpha\vartheta^3\omega$$

бу ерда: α - кинетик энергия ёки Кориолис коэффициенти дейилади.

Кориолис коэффициенти қуйидагича аниқланади:

$$\alpha = \frac{\int_{\omega} u^3 d\omega}{\vartheta^3 \omega};$$

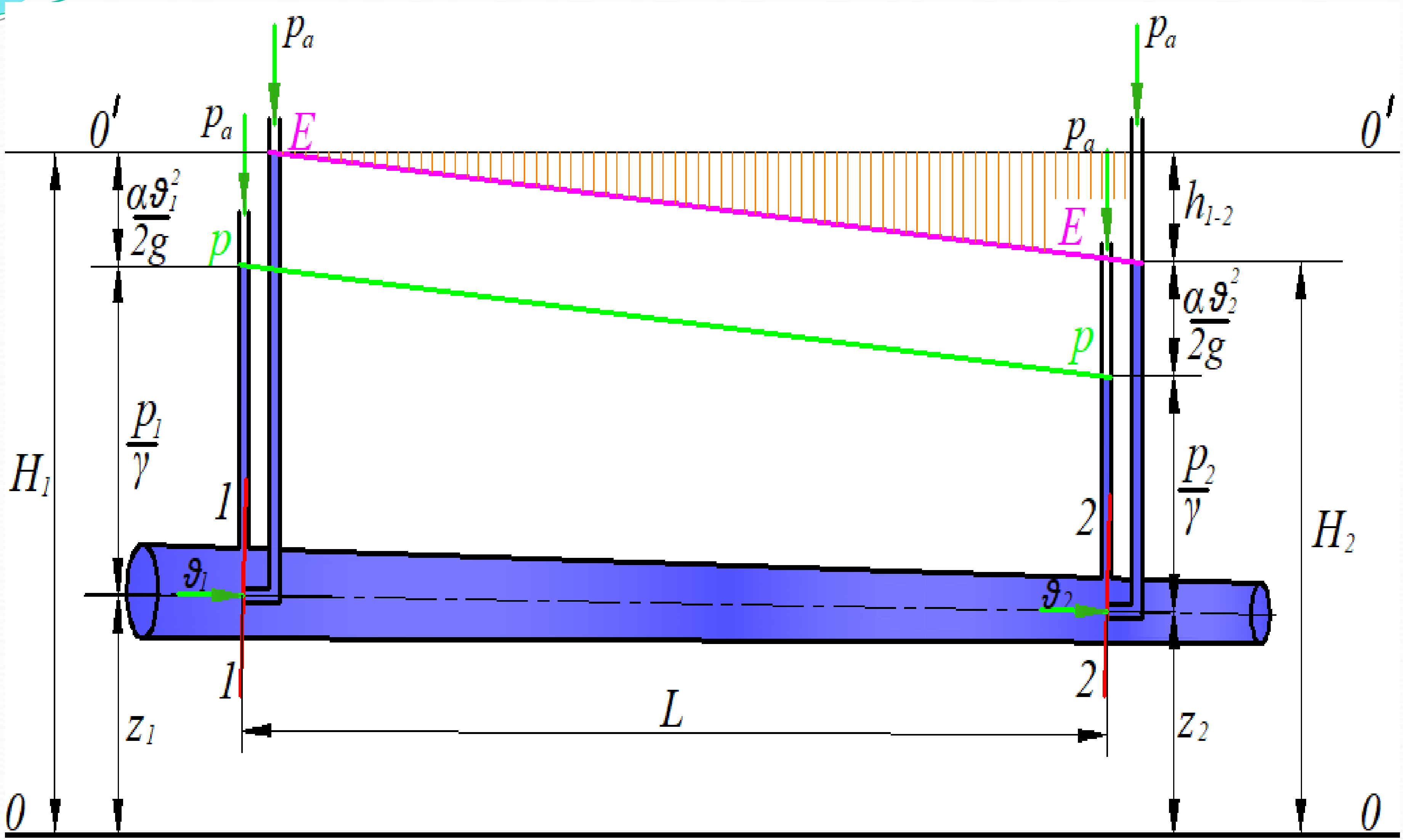
Бу коэффициентнинг маъноси ҳақиқий (нуқтадаги) тезлик (u) орқали ҳисобланган оқим кинетик энергиясининг ўртача тезлик орқали ҳисобланган оқим кинетик энергиясига нисбатини ифодалайди.

Оқим учун Д.Бернулли тенгламаси

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

Элементар оқимча учун Д.Бернулли тенгламаси

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{u_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{u_2^2}{2g} + h_{1-2}$$



p_a
p_a
$0'$
$0'$
p_a
E
p_a
E
h_{1-2}
$\frac{\alpha \vartheta_1^2}{2g}$
p
$\frac{\alpha \vartheta_2^2}{2g}$
p
$\frac{p_1}{\gamma}$
$\frac{p_2}{\gamma}$
H_1
H_2
1
2
ϑ_1
ϑ_2
1
2
L
z_1
z_2
0
0

ГИДРАВЛИК НИШАБЛИК

Гидравлик нишаблик 1-1 ва 2-2 кесимлар орасида йўқолган напорнинг кесимлар орасидаги масофага нисбати:

$$J_e = \frac{h_f}{l} = \frac{\left(z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 \vartheta_1^2}{2g}\right) - \left(z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 \vartheta_2^2}{2g}\right)}{l}$$

Суюқлик идел деб қаралганда $J_e = 0$

Реал суюқлик учун $J_e > 0$.

$$J_e = -\frac{dH}{dl} = -\frac{d\left(z + \dfrac{p}{\gamma} + \dfrac{\alpha\vartheta^2}{2g}\right)}{dl}$$

ПЬЕЗОМЕТРИК НИШАБЛИК

Пьезометрик нишаблик деб пьезометрик чизиқнинг узунлик бирлигига нисбатан ўзгаришига айтилади:

$$J_p = \frac{\left(z_1 + \frac{p_1}{\gamma}\right) - \left(z_2 + \frac{p_2}{\gamma}\right)}{l}$$

ёки

$$J_p = -\frac{d}{dl}\left(z + \frac{p}{\gamma}\right)$$

https://www.youtube.com/channel/UCt66S9f4hI9-7jacZZLmEtAhttp:
//tiiame.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