

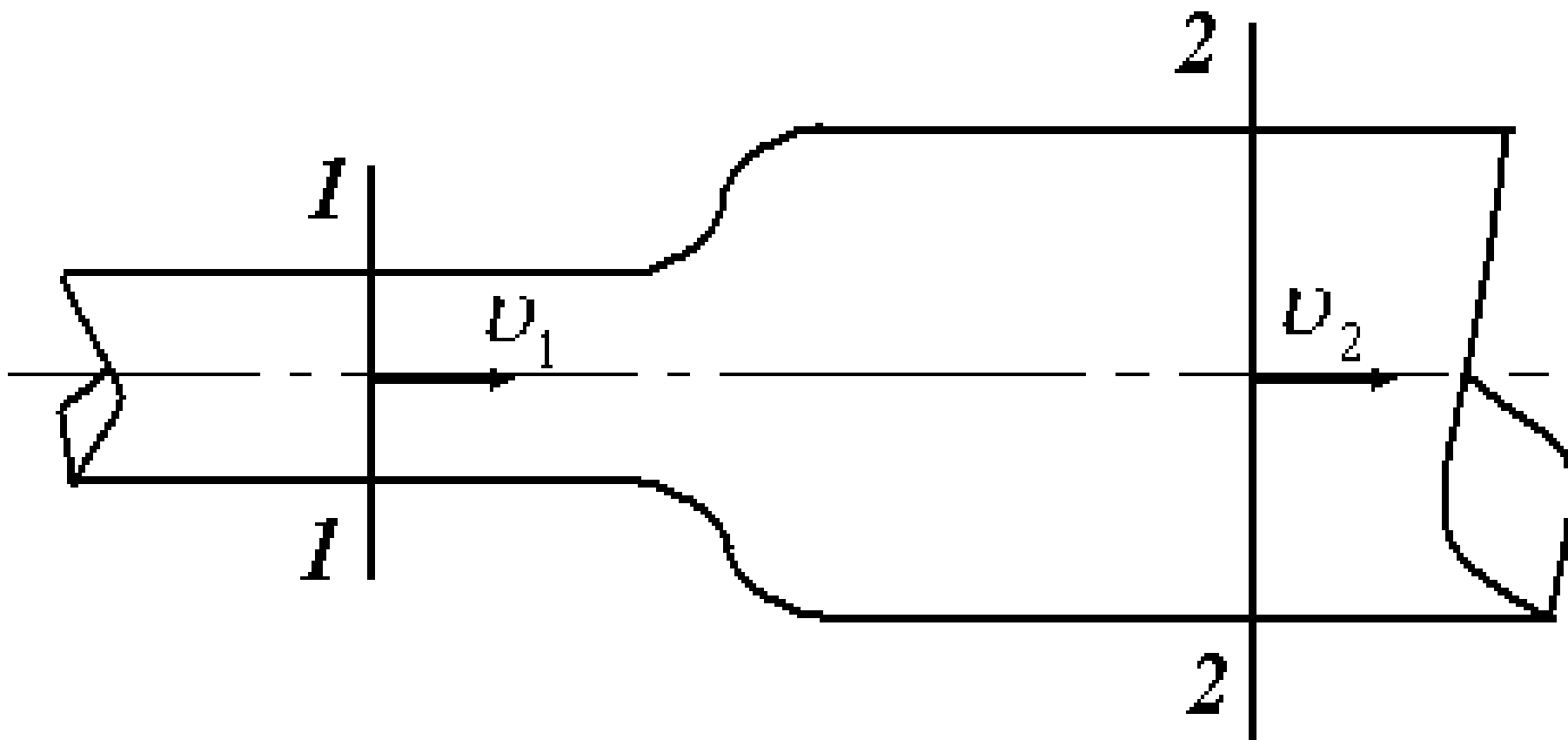
Мавзу: Идеал суюкликнинг элементар оким найчаси учун
Д.Бернулли тенгламаси.

Маърузачи

асс Д.Аллаёров

***СУЮҚЛИКНИНГ БАРҚАРОР
ҲАРАКАТИ УЧУН УЗИЛМАСЛИК
(УЗЛУКСИЗЛИК) ТЕНГЛАМАСИ***

Узилмаслик тенгламасини чиқаришга доир



Оқим учун узилмаслик тенгламасини келтириб чиқаришимиз учун қуйидаги ифодани юзалар бўйича интеграллар билан алмаштирамиз:

$$u_1 d\omega_1 = u_2 d\omega_2$$

Бу ердан $\mathcal{I}_1 \omega_1 = \mathcal{I}_2 \omega_2$

ёки $\mathcal{I}_1 \omega_1 = \mathcal{I}_2 \omega_2 = \mathcal{I}_3 \omega_3 = \dots \mathcal{I}_n \omega_n = \text{const}$

Бу ифодага **оқим учун узилмаслик тенгламаси** дейилади.

ҳаракатнинг барқарорлигидан келиб
чиқиб, қуйидаги ифодани ёзиш
мумкин:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2}$$

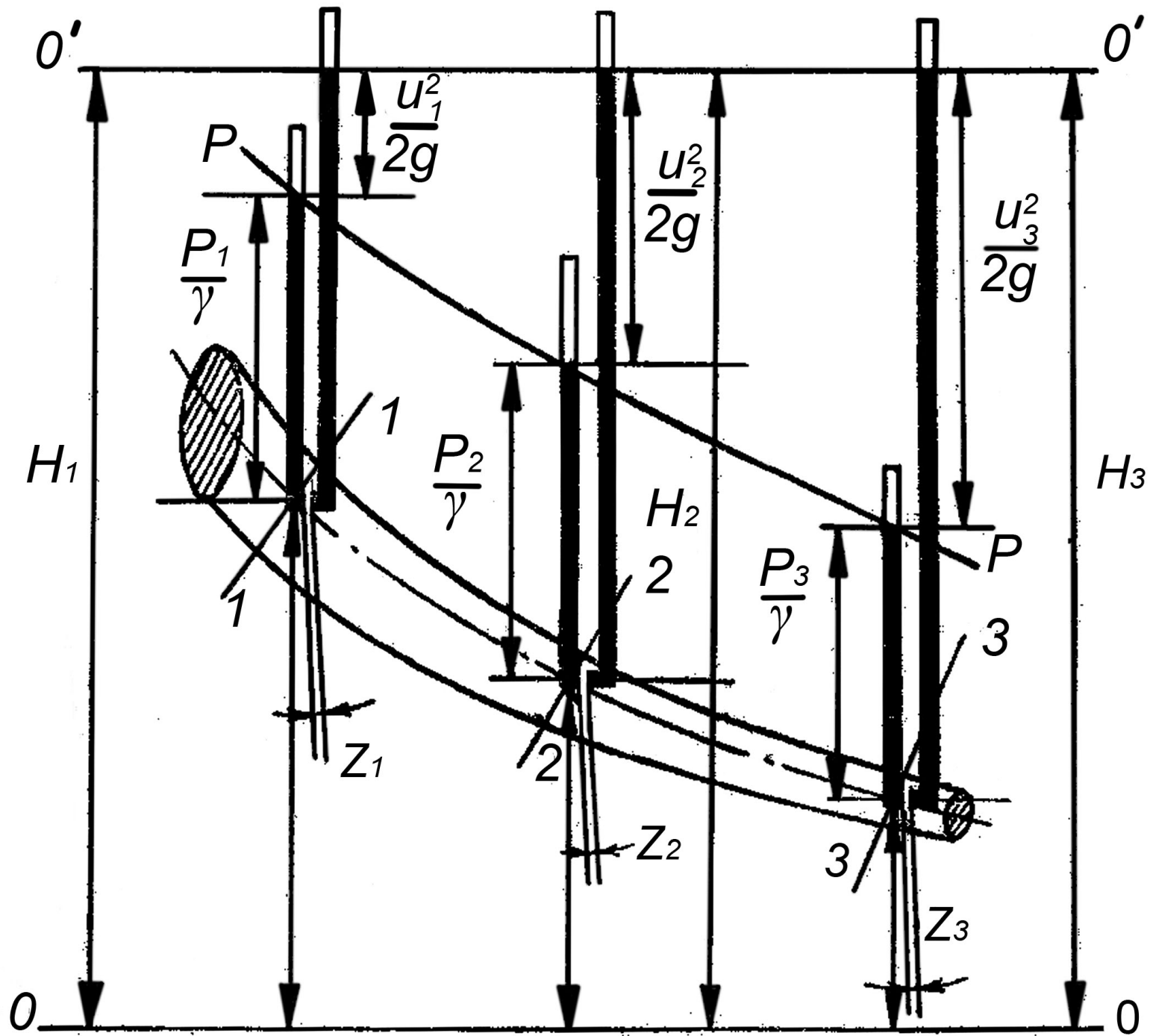
**Яъни, оқимнинг ўртача
тезлиги ҳаракат кесимига
тесқари пропорционалдир.**

Мавзу: Идеал суюкликнинг элементар оқим найчаси учун Д.Бернулли тенгламаси. Д.Бернулли тенгламаси. Д.Бернулли тенгламасидаги учала хадларининг маъноси (геометрик, энергетик).

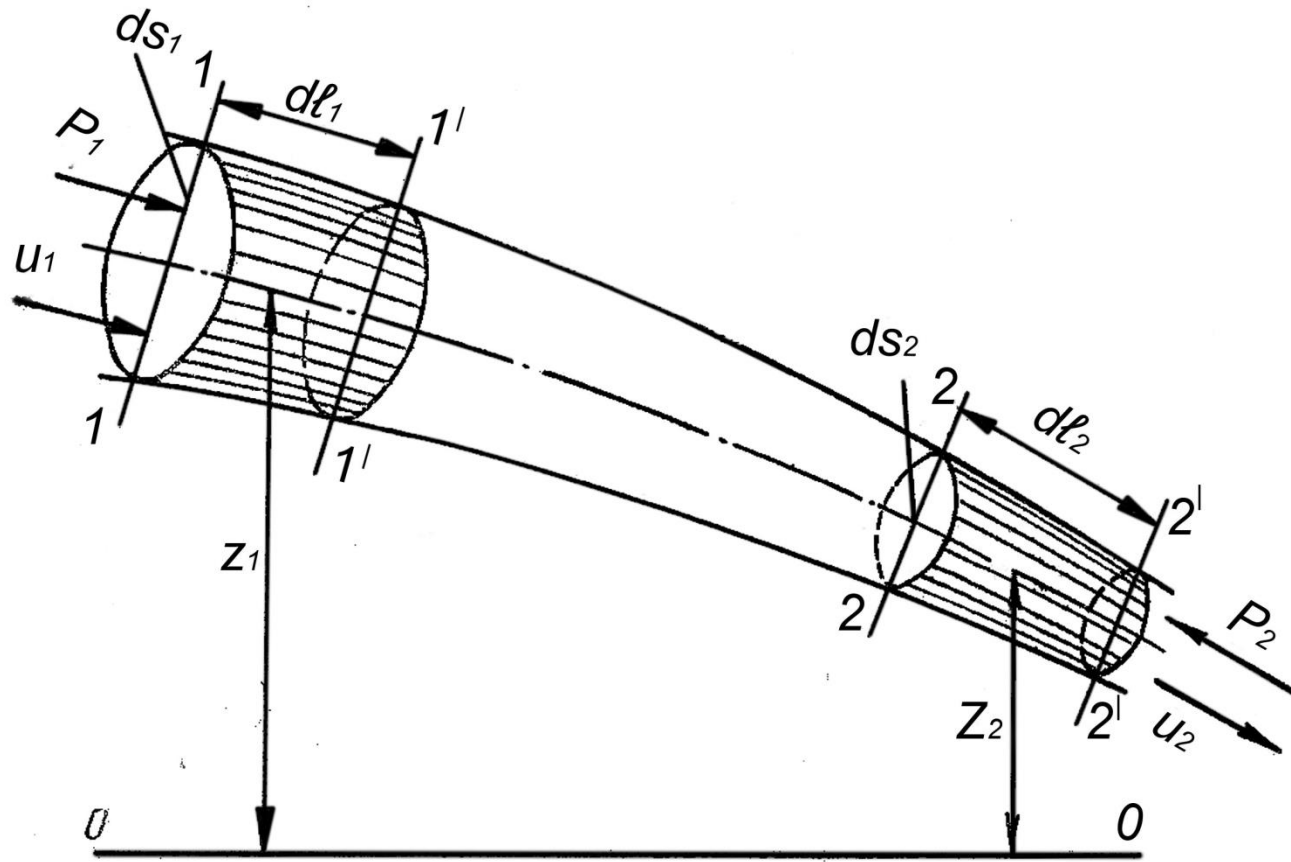
Идеал суюкликнинг элементар оқим найчаси учун Д.Бернулли тенгламаси

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

Белги	Геометрик маъноси	Белги	Энергетик маъноси
z_1 ва z_2	Геометрик баландлик	z_1 ва z_2	Солиштирма ҳолат энергияси
$\frac{p_1}{\gamma}, \frac{p_2}{\gamma}$	Пъезометрик баландлик	$\frac{p_1}{\gamma}, \frac{p_2}{\gamma}$	Солиштирма босим энергияси
$\left(z_1 + \frac{p_1}{\gamma} \right), \left(z_2 + \frac{p_2}{\gamma} \right)$	Пъезометрик напор	$\left(z_1 + \frac{p_1}{\gamma} \right), \left(z_2 + \frac{p_2}{\gamma} \right)$	Солиштирма потенциал энергия
$\frac{u_1^2}{2g}, \frac{u_2^2}{2g}$	Тезлик напори	$\frac{u_1^2}{2g}, \frac{u_2^2}{2g}$	Солиштирма кинетик энергия
$\left(z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{u_1^2}{2g} \right), \left(z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{u_2^2}{2g} \right)$	Гидродинамик напор	$\left(z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{u_1^2}{2g} \right), \left(z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{u_2^2}{2g} \right)$	Солиштирма тўла энергия



Узлуksизлик тенгламалари



$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = \dots = Q_n$$

$$v_1 \omega_1 = v_2 \omega_2 = v_3 \omega_3 = \dots = v_n \omega_n$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\omega_2}{\omega_1}$$

Масала. Очиқ идишга ҳар хил диаметрли қувурлардан тузилган трубопровод уланган. Трубопроводдан суюқлик ($\rho=1\text{тк/м}^3$) атмосферага оқиб чиқмоқда, идишдаги суюқлик сатҳи ўзгармас бўлганда, $\nabla=\text{const}$.

Берилган:

суюқлик – идеал

$$H = 1,8 \text{ м}$$

$$l_1 = 10 \text{ м}$$

$$l_2 = 14 \text{ м}$$

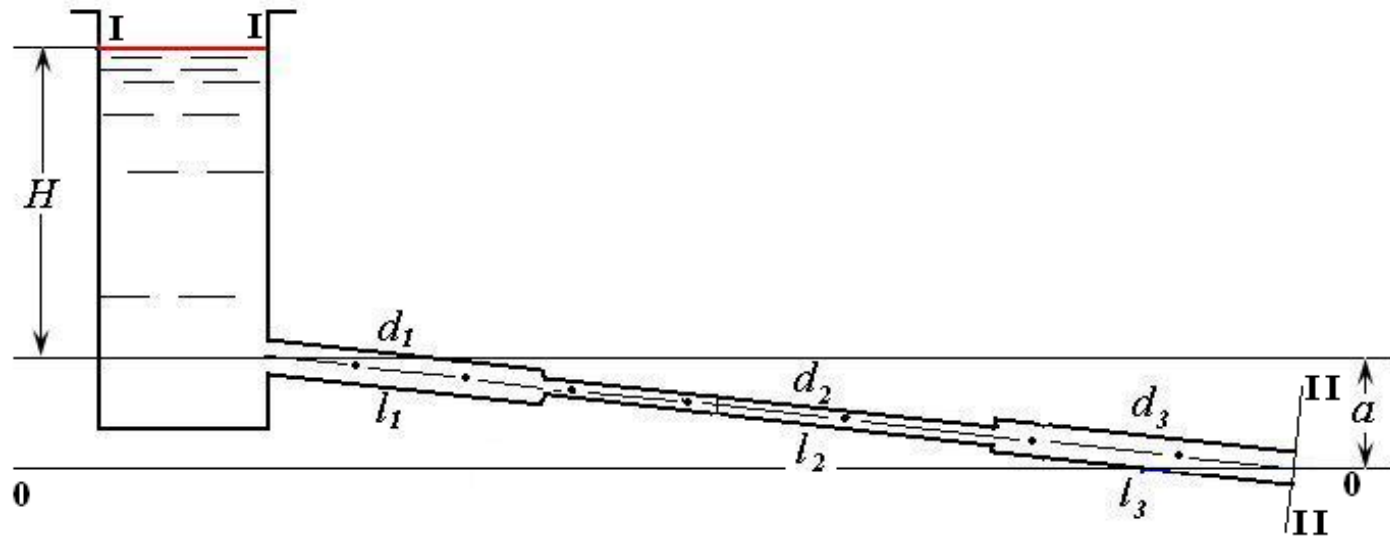
$$l_3 = 8 \text{ м}$$

$$d_1 = 150 \text{ мм}$$

$$d_2 = 100 \text{ мм}$$

$$d_3 = 120 \text{ мм}$$

$$a = 0,7 \text{ м}$$



Талаб қилинади:

а) Суюқлик сарфини аниқланг;

б) Напор ва пьезометрик чизиқларини қуринг;

в) Трубопроводнинг $H-H$ кесимидаги босимни аниқланг

Ҳисоблаш тартиби

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

1-1 кесим учун $z_1 = H + a$ $p_1 = p_{am}$ $u_1 = 0$

2-2 кесим учун $z_2 = 0$ $p_2 = p_{am}$ $u_2 = u_{II} = u_3$

$$H + a + \frac{p_{am}}{\gamma} + 0 = 0 + \frac{p_{am}}{\gamma} + \frac{u_{II}^2}{2g}$$

$$H + a = \frac{u_{II}^2}{2g} \quad u_3 = \sqrt{2g(H + a)} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot (1,8 + 0,7)} = 7 \text{ м/с}$$

$$\omega_3 = \frac{\pi d_3^2}{4} = 0,785 d_3^2 = 0,785 \cdot 0,12^2 = 0,0113 \text{ м}^2$$

$$Q = \omega_3 v_3 = 0,0113 \cdot 7 = 0,0791 \text{ м}^3/\text{с} = 79,1 \text{ л/с}$$

Бернулли тенгламасига асосан тўлиқ напор

$$H_e = z + \frac{p}{\gamma} + \frac{u^2}{2g} = H + a$$

Идеал ҳолатдаги суюқликлар учун тўлиқ напор чизиғи идишдаги сув сатҳидан ўтиб, суюқлик идеал ҳолатдалигини инобатга олиб, бутун система учун бир хил баландликда бўлади

Пьезометрик напор $H_p = z + \frac{p}{\gamma}$ $H_p = H_e - \frac{u^2}{2g}$

Пьезометрик напор чизиғи доимо тўлиқ напор чизиғидан тезлик напорига тенг масофада пастда унга параллел тарзда жойлашади

1-кувурдаги тезлик $u_1 = \frac{Q}{\omega_1} = \frac{4Q}{\pi d_1^2} = \frac{4 \cdot 0,0791}{3,14 \cdot 0,15^2} = \frac{0,224}{0,07065} = 4,48 \text{ м/с}$

Таққослаш текислигига нисбатан пьезометрик напор чизиғи

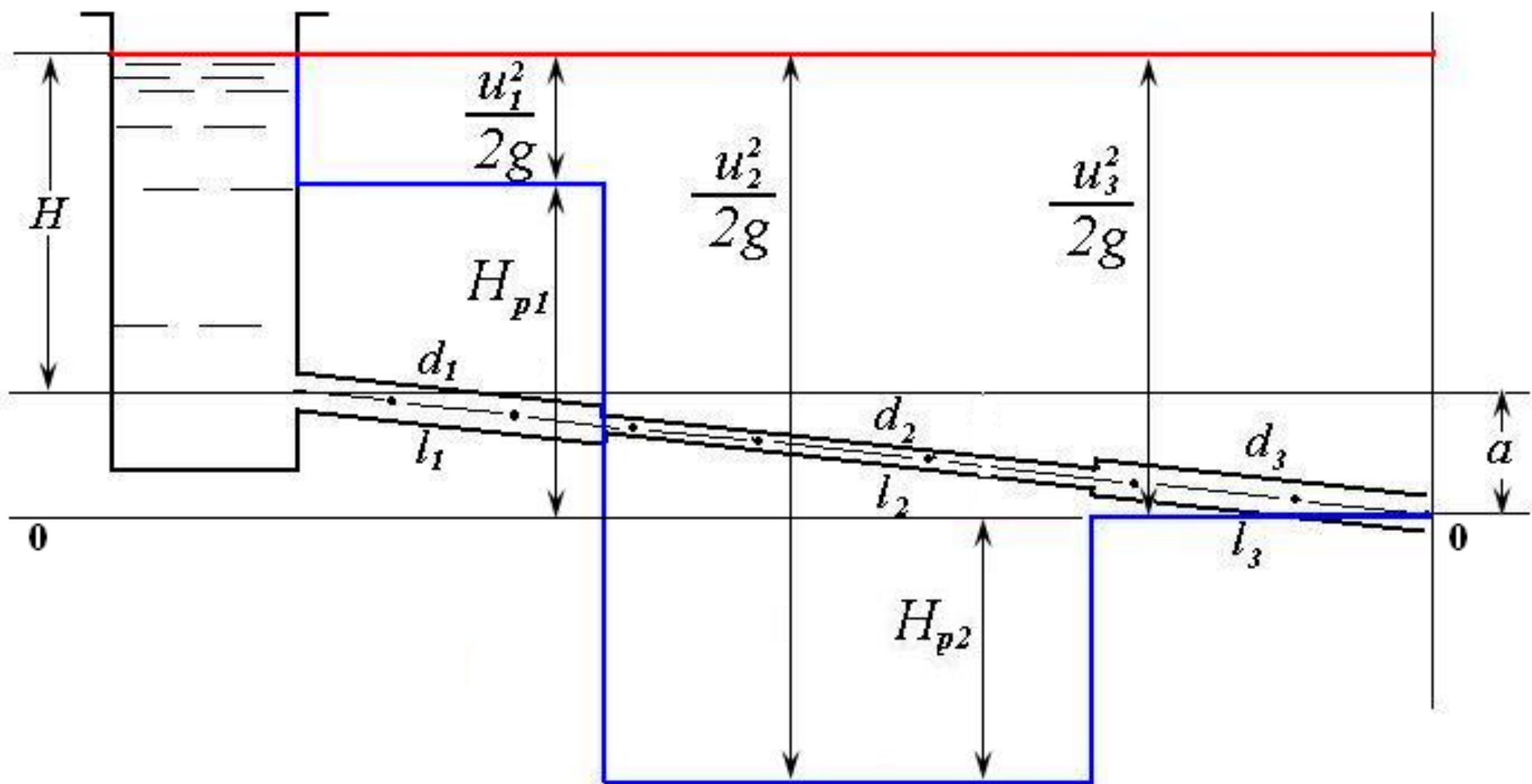
$$H_{p1} = H + a - \frac{u_1^2}{2g} = 1,8 + 0,7 - \frac{4,48^2}{2 \cdot 9,81} = 2,5 - 1,02 = 1,48 \text{ м}$$

2-кувурдаги тезлик $u_2 = \frac{Q}{\omega_2} = \frac{4Q}{\pi d_2^2} = \frac{4 \cdot 0,0791}{3,14 \cdot 0,1^2} = 10,08 \text{ м/с}$

$$H_{p2} = H + a - \frac{u_2^2}{2g} = 1,8 + 0,7 - \frac{10,08^2}{2 \cdot 9,81} = 2,5 - 5,18 = -2,68 \text{ м}$$

3-кувурдаги тезлик $u_3 = \frac{Q}{\omega_3} = \frac{4Q}{\pi d_3^2} = \frac{4 \cdot 0,0791}{3,14 \cdot 0,12^2} = 7 \text{ м/с}$

$$H_{p3} = H + a - \frac{u_3^2}{2g} = 1,8 + 0,7 - \frac{7^2}{2 \cdot 9,81} = 2,5 - 2,5 = 0$$



Масала. Суюқлик ($\rho = 1\text{тк/м}^3$) A идишдан B идишга ҳар хил диаметрли қувурлардан тузилган трубопровод орқали узатилмоқда. B идишдан унинг деворидаги думалоқ тешик орқали атмосферага оқиб чиқмоқда. $\nabla = \text{const}$.

Берилган:

суюқлик – идеал

$$H_B = 1,3 \text{ м}$$

$$a = 0,5 \text{ м}$$

$$l_1 = 2 \text{ м}$$

$$l_2 = 4 \text{ м}$$

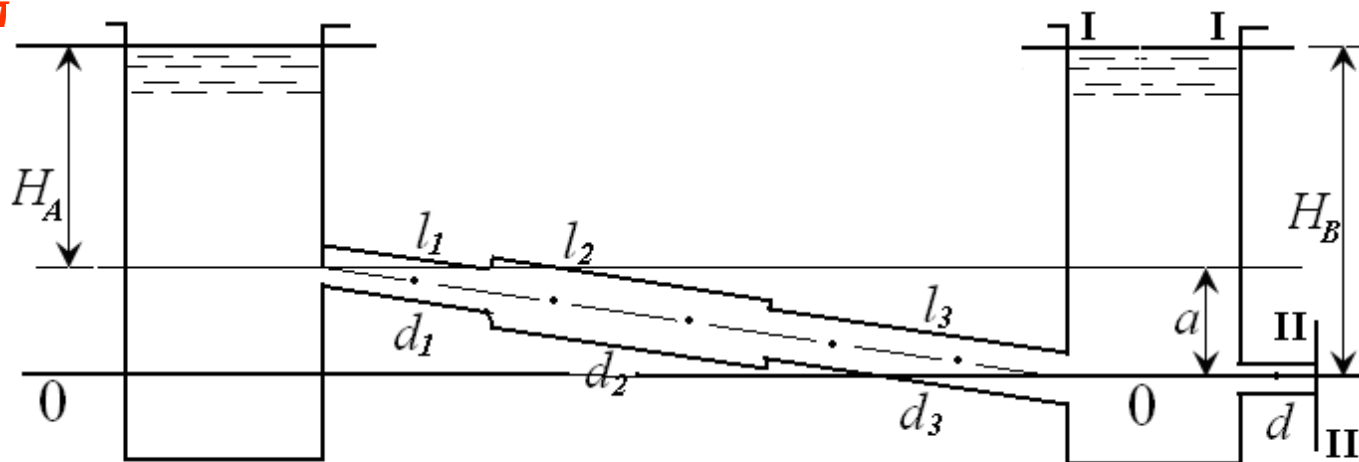
$$l_3 = 5 \text{ м}$$

$$d_1 = 100 \text{ мм}$$

$$d_2 = 150 \text{ мм}$$

$$d_3 = 120 \text{ мм}$$

$$d = 70 \text{ мм}$$



Талаб қилинади:

- Суюқлик сарфини аниқланг;
- Напор ва пьезометрик чизиқларини қуринг;
- A идишдаги H чуқурликни аниқланг;
- Трубопроводнинг $H-H$ кесимидаги босимни аниқланг

Ҳисоблаш тартиби

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

1-1 кесим учун $z_1 = H_B$ $p_1 = p_{am}$ $u_1 = 0$

2-2 кесим учун $z_2 = 0$ $p_2 = p_{am}$ $u_2 = u_{II} = u$

$$H_B + \frac{p_{am}}{\gamma} + 0 = 0 + \frac{p_{am}}{\gamma} + \frac{u_{II}^2}{2g}$$

$$H_B = \frac{u_{II}^2}{2g} \quad u_{II} = u = \sqrt{2gH_B} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 1,3} = 5,05 \text{ м/с}$$

$$\omega_{II} = \omega = \frac{\pi d^2}{4} = 0,785d^2 = 0,785 \cdot 0,07^2 = 0,004 \text{ м}^2$$

$$Q = \omega_{II} u_{II} = 0,004 \cdot 5,05 = 0,02 \text{ м}^3/\text{с} = 20 \text{ л/с}$$

Бернулли тенгламасига асосан тўлиқ напор

$$H_e = z + \frac{p}{\gamma} + \frac{u^2}{2g} = H_B$$

Идеал ҳолатдаги суюқликлар учун тўлиқ напор чизиғи идишдаги сув сатҳидан ўтиб, суюқлик идеал ҳолатдалигини инобатга олиб, бутун система учун бир хил баландликда бўлади

Пьезометрик напор $H_p = z + \frac{p}{\gamma}$ $H_p = H_e - \frac{u^2}{2g}$

Пьезометрик напор чизиғи доимо тўлиқ напор чизиғидан тезлик напорига тенг масофада пастда унга параллел тарзда жойлашади

1-қувурдаги тезлик $u_1 = \frac{Q}{\omega_1} = \frac{4Q}{\pi d_1^2} = \frac{4 \cdot 0,02}{3,14 \cdot 0,1^2} = \frac{0,08}{0,0314} = 2,55 \text{ м/с}$

Таққослаш текислигига нисбатан пьезометрик напор чизиғи

$$H_{p1} = H_B - \frac{u_1^2}{2g} = 1,3 - \frac{2,55^2}{2 \cdot 9,81} = 1,3 - 0,33 = 0,97 \text{ м}$$

2-қувурдаги тезлик $u_2 = \frac{Q}{\omega_2} = \frac{4Q}{\pi d_2^2} = \frac{4 \cdot 0,02}{3,14 \cdot 0,15^2} = 1,13 \text{ м/с}$

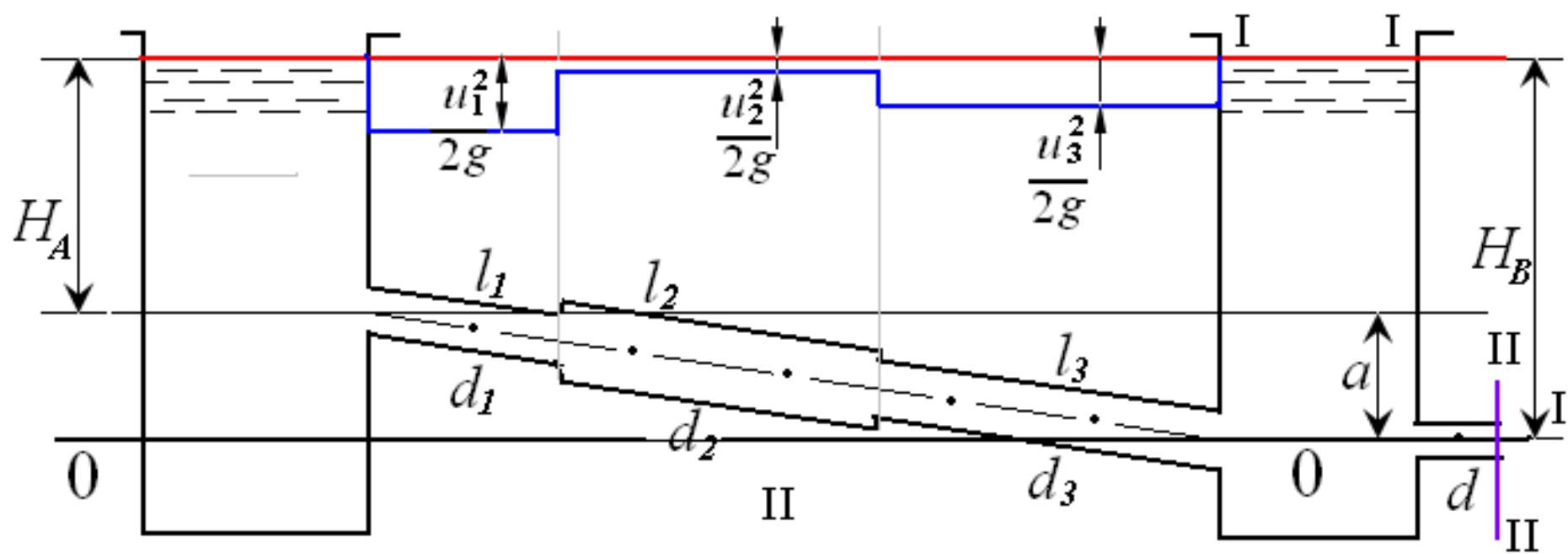
$$H_{p2} = H_B - \frac{u_2^2}{2g} = 1,3 - \frac{1,13^2}{2 \cdot 9,81} = 1,3 - 0,07 = 1,23 \text{ м}$$

3-қувурдаги тезлик $u_3 = \frac{Q}{\omega_3} = \frac{4Q}{\pi d_3^2} = \frac{4 \cdot 0,02}{3,14 \cdot 0,12^2} = 1,77 \text{ м/с}$

$$H_{p3} = H_B - \frac{u_3^2}{2g} = 1,3 - \frac{1,77^2}{2 \cdot 9,81} = 1,3 - 0,16 = 1,14 \text{ м}$$

А идишдаги H_A чуқурлик қуйидагича аниқланади

$$H_A = H_B - a = 1,3 - 0,5 = 0,8 \text{ м}$$



Масала. Суюқлик ($\rho=1\text{тк/м}^3$) идишдан тўғри тўртбурчакли лотокка ҳар хил диаметрли қувурлардан тузилган трубопровод орқали узатилмоқда. Суюқлик трубопроводдан лотокдаги суюқлик сатҳи остида оқиб чиқмоқда $\nabla=\text{const}$.

Берилган:

суюқлик – идеал

$h = 1,2$ $d_3 = 0,36$ м;

$l_3 = 10$ м;

$H = 0,4$ м;

$z = 0,4$ м;

$b = 0,8$ м;

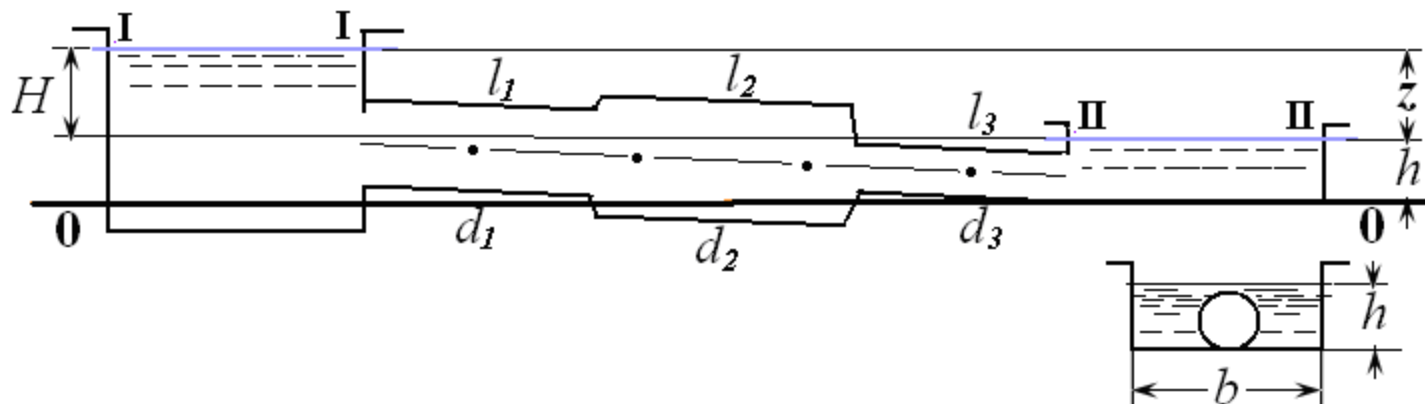
$d_1 = 500$ мм;

$l_1 = 15$ м;

$d_2 = 700$ мм;

$l_2 = 12$ м;

$d_3 = 300$ мм;



Талаб қилинади:

а) Суюқлик сарфини аниқланг;

б) Напор ва пьезометрик чизиқларини қуринг;

в) Трубопроводнинг $H-H$ кесимидаги босимни аниқланг

Ҳисоблаш тартиби

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

1-1 кесим учун

$$z_1 = z + h \quad p_1 = p_{am} \quad u_1 = 0$$

2-2 кесим учун

$$z_2 = h \quad p_2 = p_{am} \quad u_2 = u_{II}$$

$$z + h + \frac{p_{am}}{\gamma} + 0 = h + \frac{p_{am}}{\gamma} + \frac{u_{II}^2}{2g}$$

$$z = \frac{u_{II}^2}{2g}$$

$$u_{II} = \sqrt{2gz} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,4} = 2,8 \text{ м/с}$$

$$\omega_{II} = bh = 0,8 \cdot 0,36 = 0,29 \text{ м}^2$$

$$Q = \omega_{II} u_{II} = 0,29 \cdot 2,8 = 0,81 \text{ м}^3/\text{с} = 810 \text{ л/с}$$

Бернулли тенгламасига асосан тўлиқ напор

$$H_e = z + \frac{p}{\gamma} + \frac{u^2}{2g} = z + a$$

Идеал ҳолатдаги суюқликлар учун тўлиқ напор чизиғи идишдаги сув сатҳидан ўтиб, суюқлик идеал ҳолатдалигини инобатга олиб, бутун система учун бир хил баландликда бўлади

Пьезометрик напор $H_p = z + \frac{p}{\gamma}$ $H_p = H_e - \frac{u^2}{2g}$

Пьезометрик напор чизиғи доимо тўлиқ напор чизиғидан тезлик напорига тенг масофада пастда унга параллел тарзда жойлашади

1-кувурдаги тезлик $u_1 = \frac{Q}{\omega_1} = \frac{4Q}{\pi d_1^2} = \frac{4 \cdot 0,81}{3,14 \cdot 0,5^2} = \frac{3,24}{0,785} = 4,1 \text{ м/с}$

Таққослаш текислигига нисбатан пьезометрик напор чизиғи

$$H_{p1} = z + h - \frac{u_1^2}{2g} = 0,4 + 0,36 - \frac{4,1^2}{2 \cdot 9,81} = 0,76 - 0,86 = -0,1 \text{ м}$$

2-кувурдаги тезлик $u_2 = \frac{Q}{\omega_2} = \frac{4Q}{\pi d_2^2} = \frac{4 \cdot 0,81}{3,14 \cdot 0,7^2} = \frac{3,24}{1,54} = 2,1 \text{ м/с}$

$$H_{p2} = z + h - \frac{u_2^2}{2g} = 0,4 + 0,36 - \frac{2,1^2}{2 \cdot 9,81} = 0,76 - 0,22 = 0,54 \text{ м}$$

3-кувурдаги тезлик $u_3 = \frac{Q}{\omega_3} = \frac{4Q}{\pi d_3^2} = \frac{4 \cdot 0,81}{3,14 \cdot 0,3^2} = \frac{3,24}{0,28} = 11,57 \text{ м/с}$

$$H_{p3} = z + h - \frac{u_3^2}{2g} = 0,4 + 0,36 - \frac{11,57^2}{2 \cdot 9,81} = 0,76 - 6,82 = -6,06 \text{ м.}$$

