



**“Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини
механизациялаш муҳандисларни институти”
Миллий тадқиқот университети**



**Мавзу: Суюқлик оқими учун Д.Бернулли
тенгламаси**

**«Гидравлика ва гидроинформатика»
кафедраси в.б. доценти**

С.Н.Хошимов

РЕЖА:

- 1. Реал суюқликнинг элементар оқимчаси учун Д.Бернулли тенгламаси.**
- 2. Суюқлик оқими учун Д.Бернулли тенгламаси.**
- 3. Кориолис коэффициентлари.**
- 4. Д.Бернулли тенгламасининг геометрик ва энергетик маъноси.**

“БББ” жадвали

Билардим	Билишни хоҳлаган эдим	Билиб олдим
<p>1. Оқимнинг асосий гидравлик элементлари.</p> <p>2. Идеал суюқликлар учун Д.Бернулли тенгламаси.</p> <p>3. Пьезометрик ва напор чизиқлари.</p>	<p>1. Реал суюқликнинг элементар оқимчаси учун Д.Бернулли тенгламаси.</p> <p>2. Суюқлик оқими учун Д.Бернулли тенгламаси.</p> <p>3. Кориолис коэффициентлари. Тезлик тақсимоти.</p> <p>4. Суюқлик оқими учун Д.Бернулли тенгламасининг геометрик ва энергетик маъноси.</p>	

1. ОҚИМНИНГ АСОСИЙ ГИДРАВЛИК ЭЛЕМЕНТЛАРИ

1. Ҳаракат кесими – оқим йўналишига нормал бўлган кўндаланг кесим юзаси.

$$\omega = \int d\omega$$

2. Сарф – вақт бирлигида ҳаракат кесимидан оқиб ўтган суюқлик миқдори:

$$Q = \omega \cdot v$$

$$Q = \frac{V}{t},$$

3. Ҳўлланган периметр – оқимни қаттиқ сирт билан чегараланган қисми узунлиги. Масалан цилиндрик қувурларда қуйидагича аниқланади:

$$\chi = \pi d$$

4. Гидравлик радиус – оқим ҳаракат кесимининг ҳўлланган периметрига нисбати:

$$R = \frac{\omega}{\chi}$$

5. Ўртача тезлик – суюқлик сарфининг ҳаракат кесимига нисбати:

$$g = \frac{Q}{\omega}$$

ИДЕАЛ СУЮҚЛИК УЧУН Д.БЕРНУЛЛИ ТЕНГЛАМАСИ

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

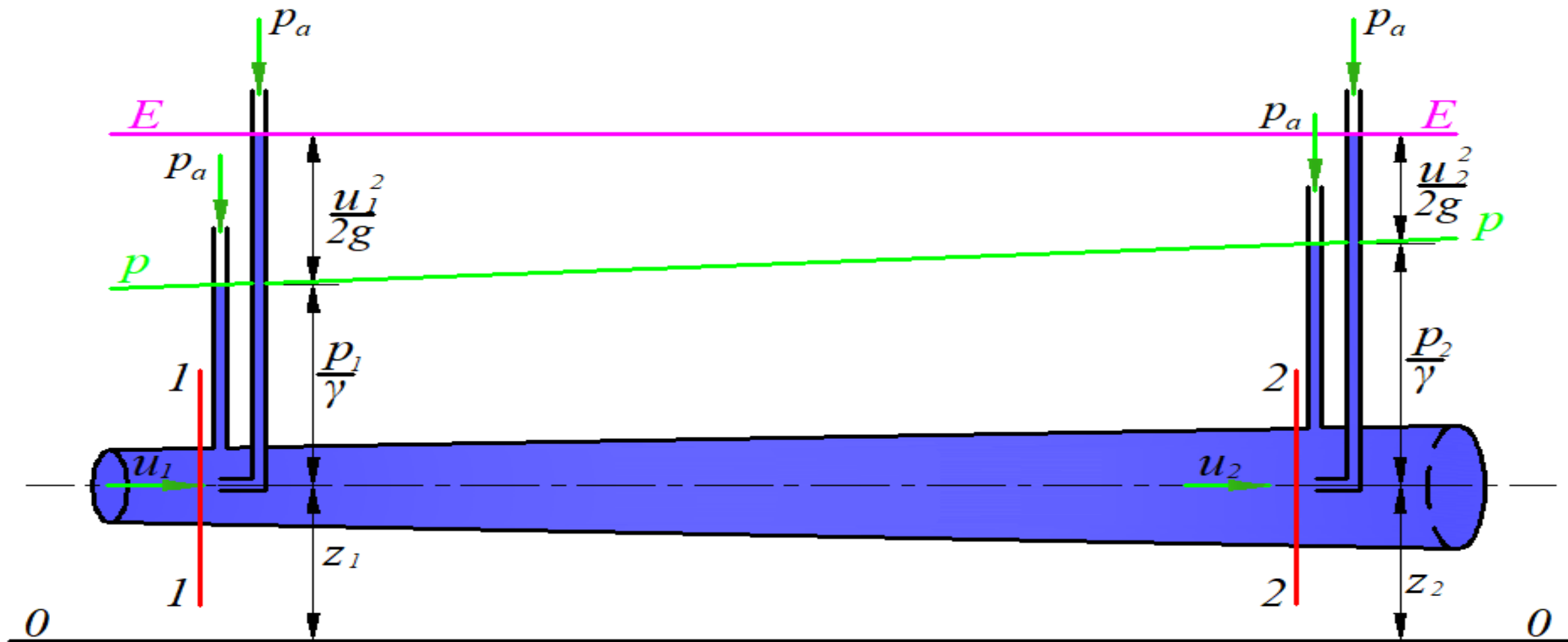
$$z + \frac{p}{\gamma} + \frac{u}{2g} = \text{const}$$

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



Даниил Бернулли
(1700—1782)

НАПОР ВА ПЪЕЗОМЕТРИК ЧИЗИҚЛАР



**РЕАЛ СУЮҚЛИК ОҚИМ УЧУН Д.БЕРНУЛЛИ
ТЕНГЛАМАСИ**

Реал суюқликнинг элементар оқимчаси учун Д.Бернулли тенгламаси

Ёпишқоқлик суюқликдаги ички ишқаланиш кучини пайдо қилади. Бу эса ўз навбатида суюқлик ҳаракатига таъсир кўрсатади ва суюқлик энергиясининг йўқолишига олиб келади.

Реал суюқликларда $H_1 > H_2$ бўлади.

У ҳолда H_1 ва H_2 орасидаги фарқ

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

h_{1-2} - 1-1 ва 2-2 кесимлар орасидаги йўқолган солиштирма энергияни (напор), яъни қаршилик кучини енгиш учун сарфланган энергияни (напор) миқдори

Реал суюқликнинг элементар оқимчаси учун Д.Бернулли тенгламаси

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

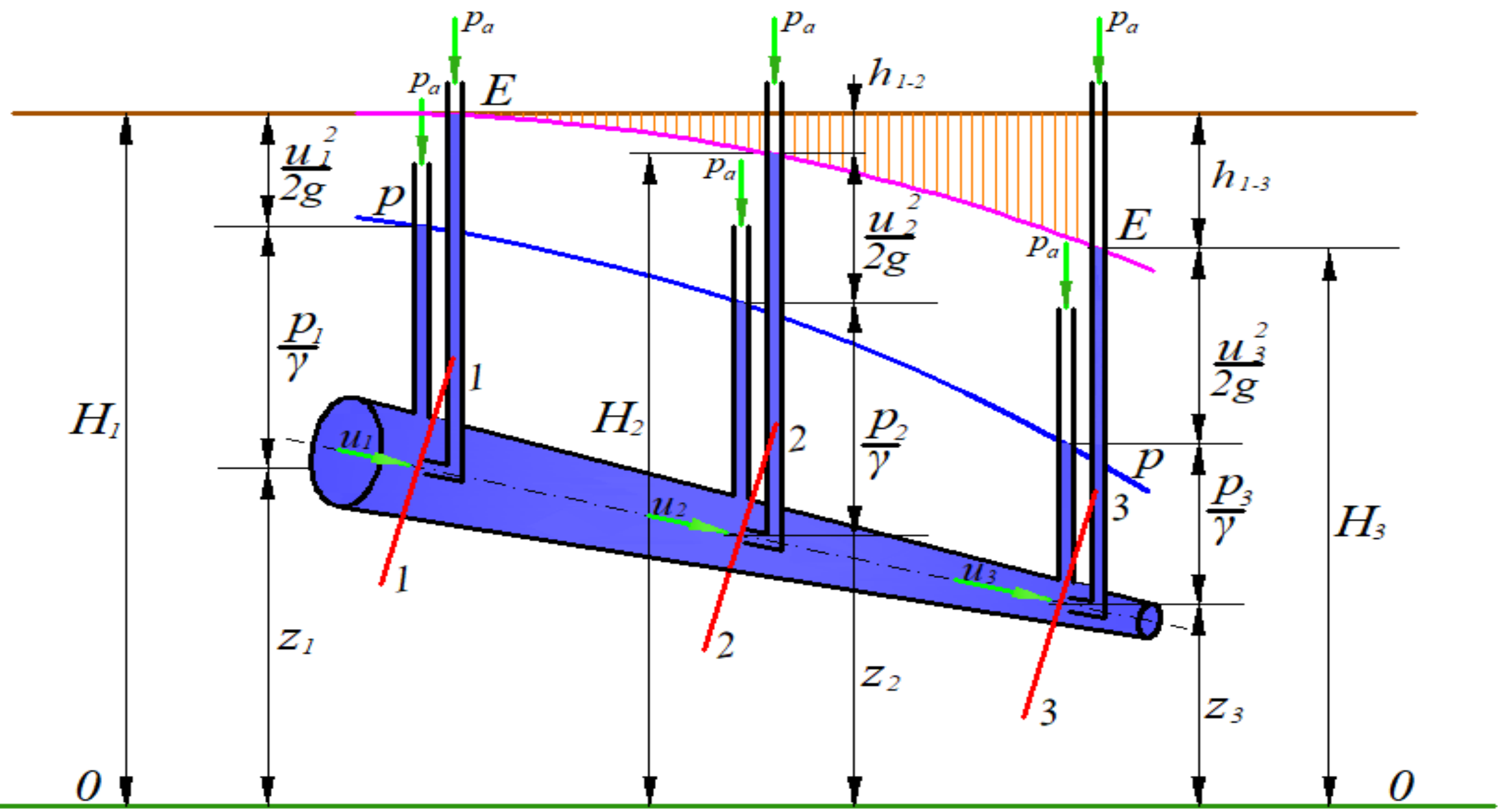
$$H_1 = z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{u_1^2}{2g}; \quad H_2 = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{u_2^2}{2g};$$

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:

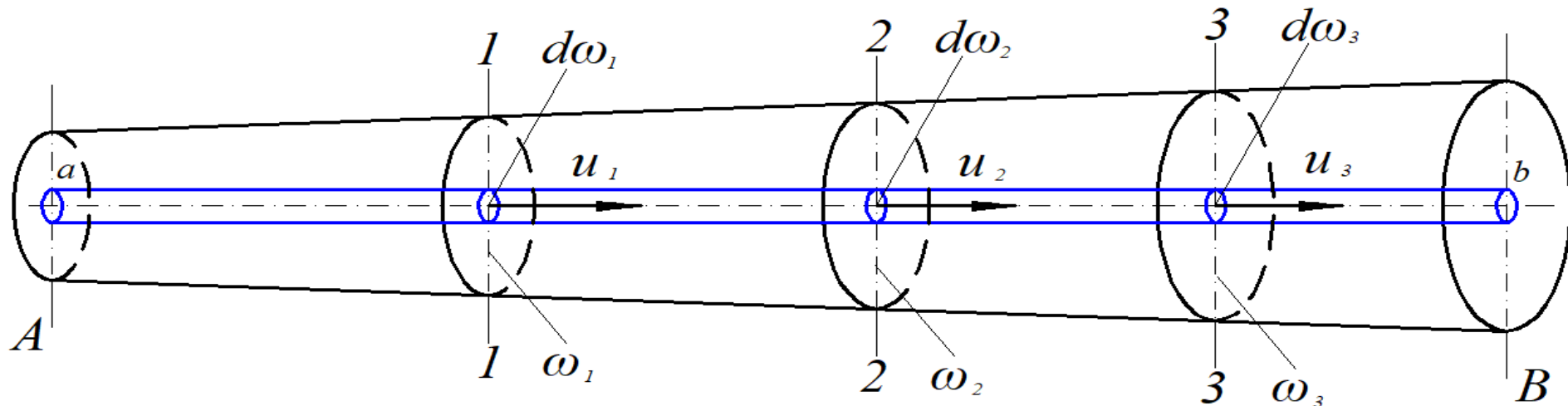
$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{u_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{u_2^2}{2g} + h_{1-2}$$



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:

$$\int_{\omega} z_1 d\omega + \int_{\omega} \frac{P_1}{\gamma} d\omega + \int_{\omega} \frac{u_1^2}{2g} d\omega = \int_{\omega} z_2 d\omega + \int_{\omega} \frac{P_2}{\gamma} d\omega + \int_{\omega} \frac{u_2^2}{2g} d\omega + \int_{\omega} h_{1-2} d\omega$$



Маълумки, $\frac{u^2}{2g}$ элементар оқимчанинг солиштирма

кинетик энергиясини ифодалайди.

У холда қаралаётган ҳаракат кесимидаги оқим кинетик энергиясини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\frac{m \mathcal{Q}^2}{2} = \int_{\omega} \frac{u^2}{2g} \rho g dQ$$

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

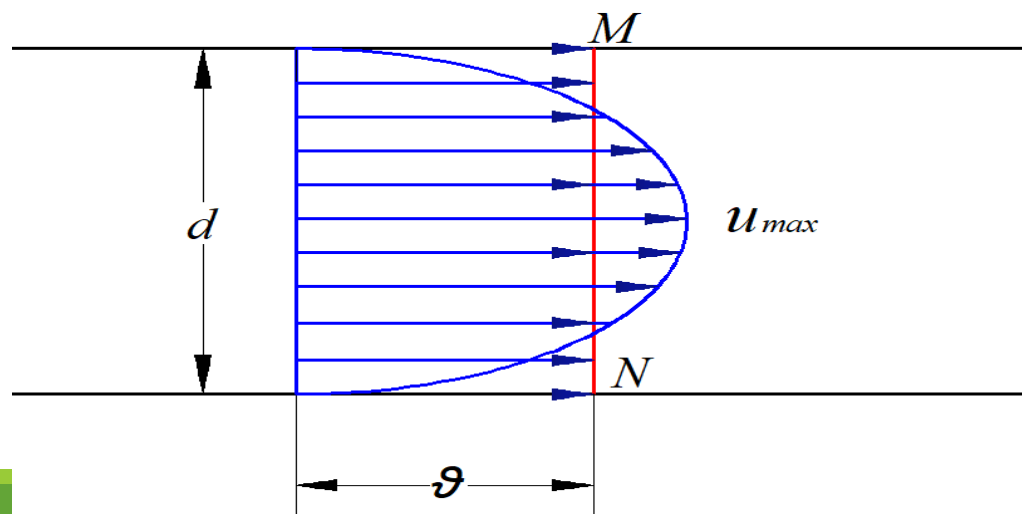
$$\int_{\omega} u^3 d\omega = \alpha \vartheta^3 \omega$$

бу ерда: α - кинетик энергия ёки Кориолис коэффициентидейилади.

Кориолис коэффиценти қуйидагича аниқланади:

$$\alpha = \frac{\int u^3 d\omega}{g^3 Q};$$

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



Одатда ҳисоблаш ишларида Кориолис коэффицентининг миқдори қуйидагича қабул қилинади:

$$\alpha = 1,05 \div 1,1$$

Оқим учун Бернулли тенгламаси қуйидагича ёзилади:

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

Идеал суюқликлар учун Д.Бернулли тенгламаси

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

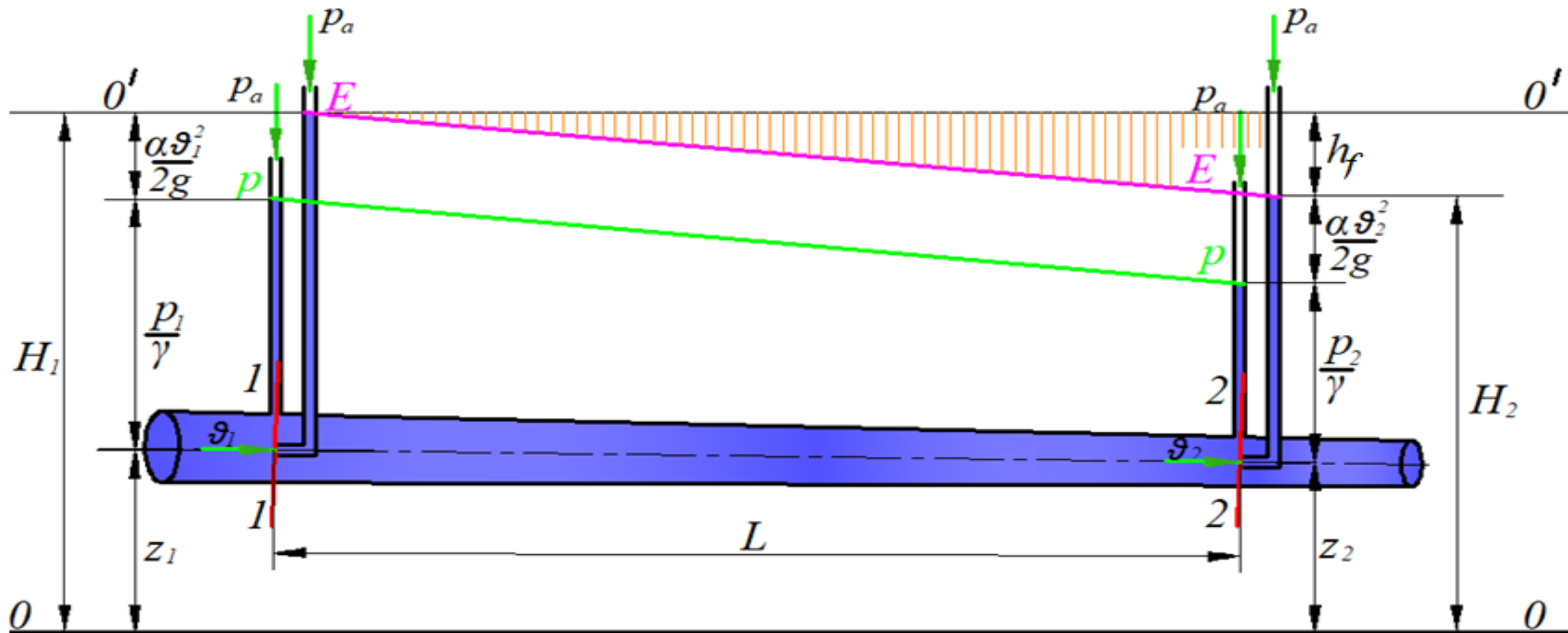
Элементар оқимча учун Д.Бернулли тенгламаси

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

Оқим учун Д.Бернулли тенгламаси

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 \mathcal{Q}_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 \mathcal{Q}_2^2}{2g} + h_f$$

Д.Бернулли тенгласининг геометрик ва энергетик маъноси



Д.Бернулли тенгламасининг геометрик маъноси

Белги	Геометрик маъноси
z	Геометрик баландлик
$\frac{P}{\gamma}$	Пьезометрик баландлик
$H_p = z + \frac{P}{\gamma}$	Пьезометрик напор
$\frac{\alpha v^2}{2g}$	Тезлик напори
$H = z + \frac{P}{\gamma} + \frac{\alpha v^2}{2g}$	Гидродинамик напор
h_f	Йўқотилган напор
P-P E-E	Пьезометрик чизик Напор чизиғи
α	Кориолис коэффициенти

Д.Бернулли тенгламасининг энергетик маъноси

Белги	Энергетик маъноси
$E_x = z$	Солиштирма ҳолат энергияси
$E_\sigma = \frac{p}{\gamma}$	Солиштирма босим энергияси
$H_p = z + \frac{p}{\gamma}$	Солиштирма потенциал энергия
$\frac{\alpha v^2}{2g}$	Солиштирма кинетик энергия
$H = z + \frac{p}{\gamma} + \frac{\alpha v^2}{2g}$	Солиштирма тўла энергия
h_f	Йўқотилган энергия
P-P E-E	Потенциал энергия чизиғи Тўла энергия чизиғи
α	Кориолис коэффиценти

ГИДРАВЛИК НИШАБЛИК

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

$$J_e = \frac{h_f}{l} = \frac{\left(z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} \right) - \left(z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} \right)}{l}$$

Суюқлик идеал деб қаралганда

$$J_e = 0$$

Реал суюқлик учун

$$J_e > 0$$

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

ПЪЕЗОМЕТРИК НИШАБЛИК

Пъезометрик нишаблик деб пъезометрик чизиқнинг узунлик бирлигига нисбатан ўзгаришига айтилади:

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

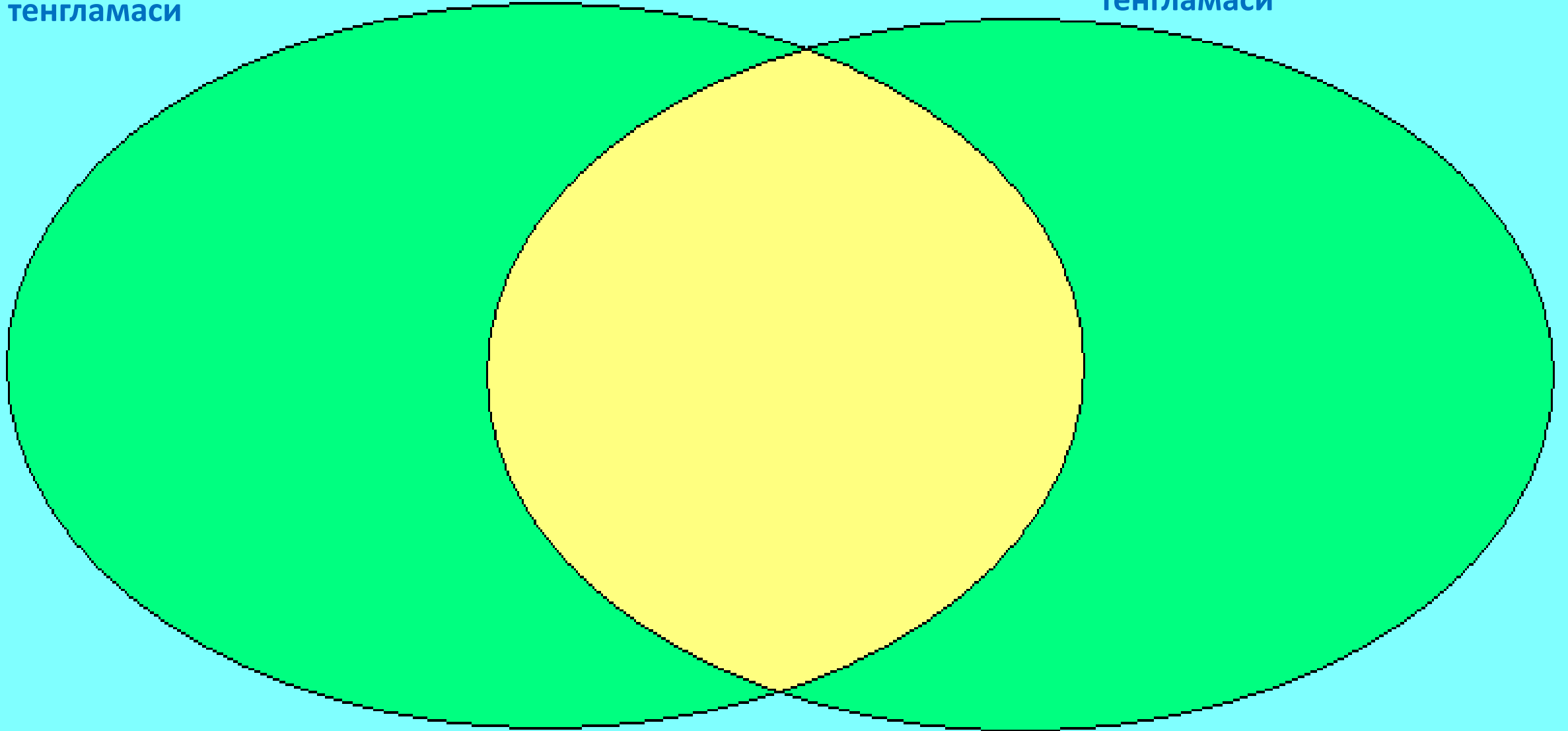
ёки

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

Идеал суюқлик учун Д.Бернулли
тенгламаси

Венна диаграммаси

Реал суюқлик учун Д.Бернулли
тенгламаси



МАВЗУГА ДОИР МАСАЛАЛАР

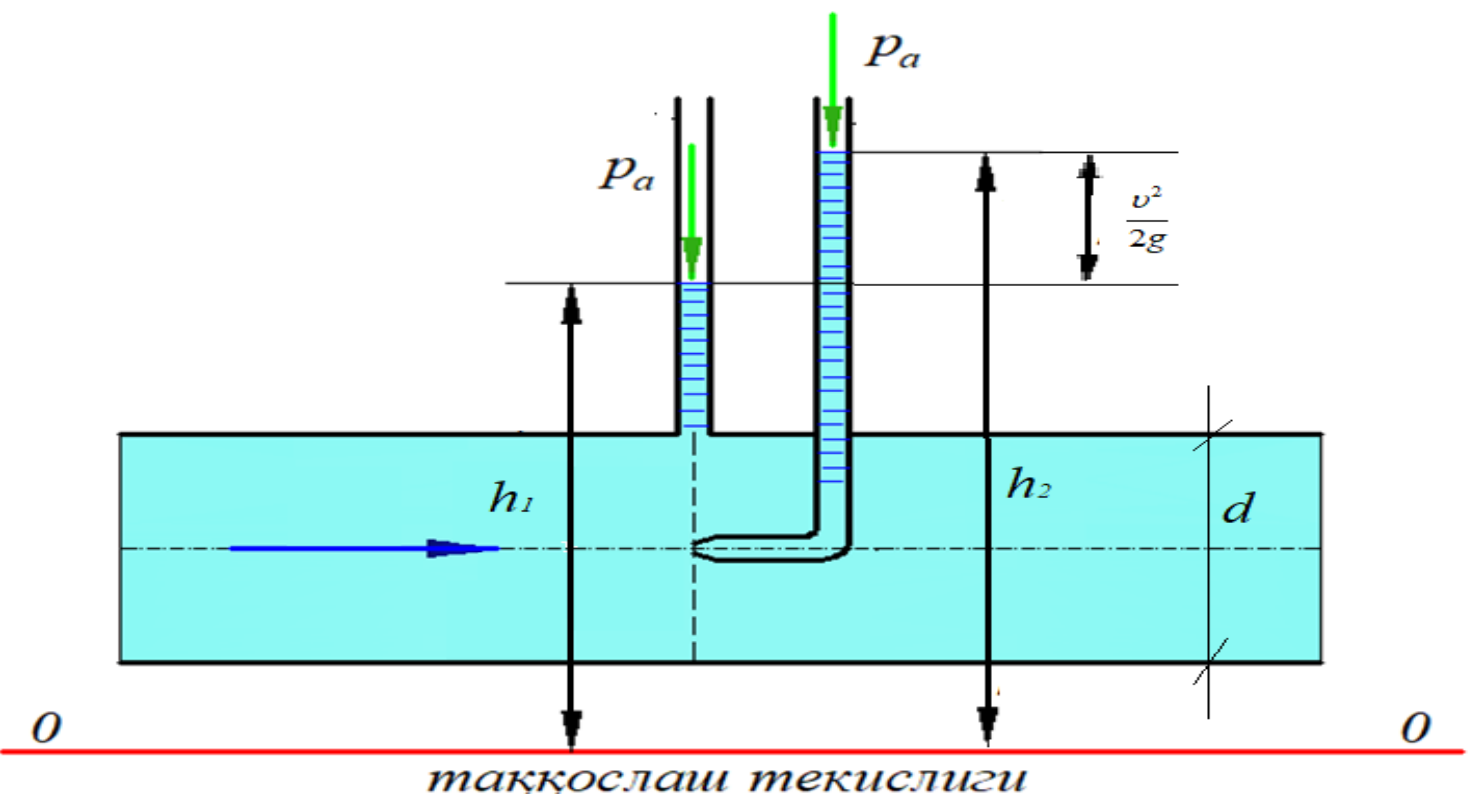
1-масала.

Берилган:

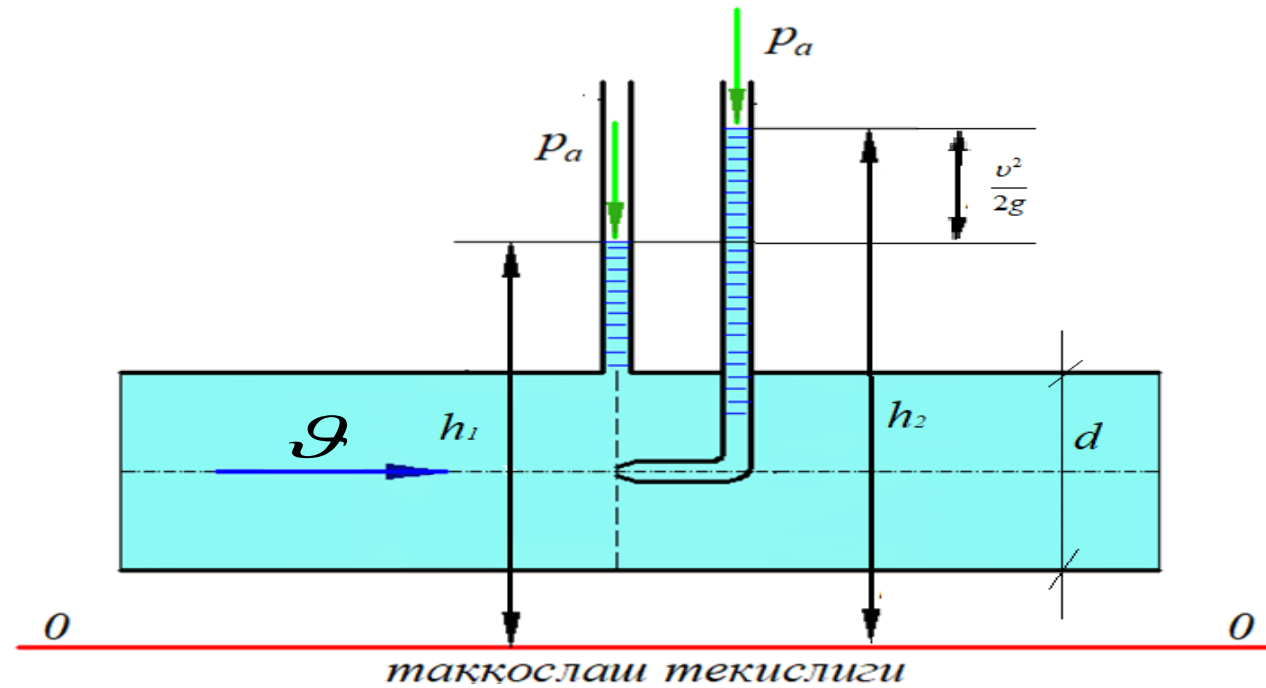
$$h_1 = 0.9 \text{ м,}$$

$$h_2 = 1.1 \text{ м,}$$

$$d = 0.2 \text{ м, } Q = ?$$



Масаланинг ечими



3. Сув сарфни аниқлаймиз:

$$Q = Q\omega = 2 \cdot 0,0314 = 0,06 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

МАВЗУГА ДОИР МАСАЛАЛАР

Берилган:

$P_2=?$

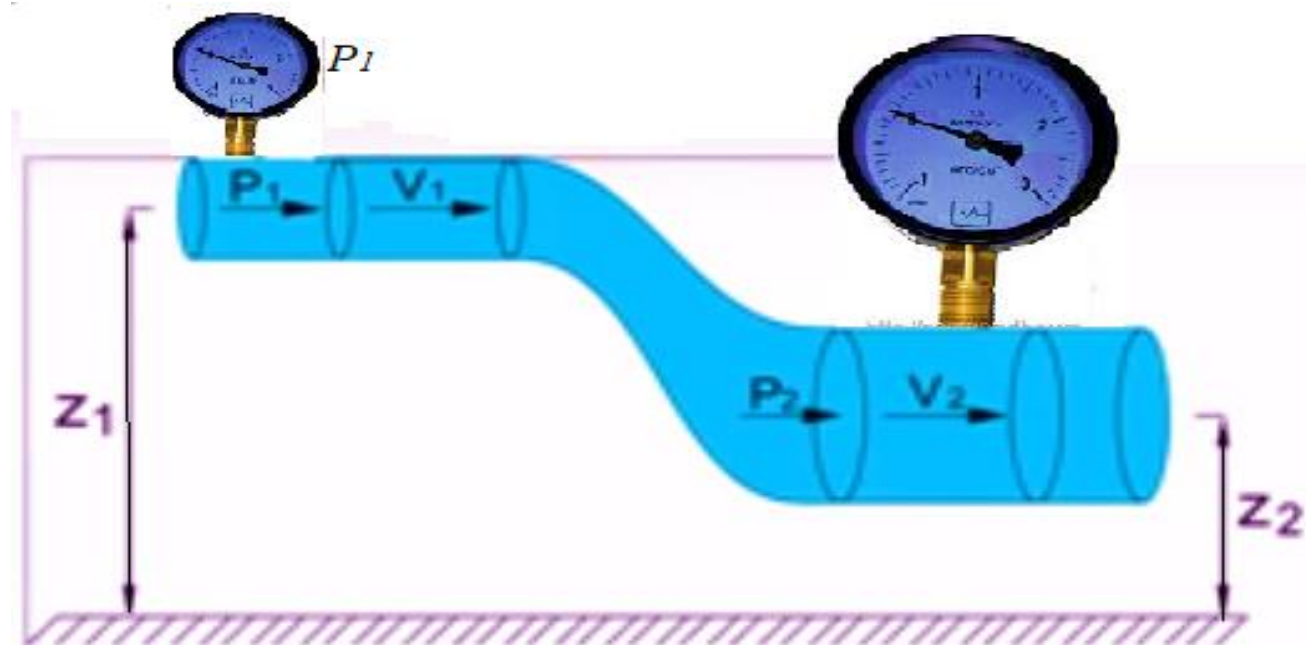
$$P_1 = 1 \text{ атм} = 1 \text{ кгк/см}^2 = 100000 \text{ Н/м}^2,$$
$$z_1 = 4 \text{ м}, \quad z_2 = 2 \text{ м}, \quad g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$d_1 = 0.02 \text{ м}, \quad d_2 = 0.1 \text{ м},$$

$$Q = N1 * 20 \text{ л/мин} = 0,0025 \text{ м}^3/\text{сек},$$

$$\gamma = 10000 \text{ н/м}^3, \quad \alpha = 1.$$

Қувур узунлиги бўйича йўқотилган напор ҳисобга олинмасин.



Фойдаланишга тавсия этилган адабиётлар

1. Зуйков А.Л. «Гидравлика», учебник, Москва, 2014 г., 517 с.
2. Штеренлихт Д.В. «Гидравлика», учебник, М. Энергоатомиздат, 1992 г., 111-127 с.
3. Latipov Q.Sh., Arifjanov A.M., Fayziyev X., «Gidravlika», Toshkent. TAQI, 2015y.

4. А.Арифжанов, П.Н.Гурина. Гидравлика. -Ташкент. ТИМИ, 2011г.
5. А.Arifjanov, Q.Raximov, A.Xodjiev Gidravlika. Toshkent. TIMI 2016.
6. Arifjanov A.M. Gidravlika (gidrostatika). Toshkent. TIQXMMI 2022.
7. A.M. Arifjanov, X.Fayziev, A.U.Toshxojaev Gidravlika. Toshkent. TAQI 2019.
8. Melvyn Kay, Practical Hydraulics (Taylor & Francis 2 Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon OX14 4RN) 2008.-253 pages
9. K.Sh.Latipov, A.Arifjanov, X.Kadirov, B.Toshov «Gidravlika va gidravlik mashinalar», Navoiy sh., Alisher Navoiy, 2014 y.-406b.
10. Philip M. Gerhart Andrew L. Gerhart John I. Hochstein Fundamentals of Fluid Mechanics. ISBN 978-1-119-08070-1 (Binder-Ready Version). USA 2016
11. Philippe Gourbesville • Jean Cunge Guy Caignaert Advances in Hydroinformatics. ISBN 978-981-10-7217-8. Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2018
12. A.M.Arifjanov «Gidravlikadan masalalar to‘plami» - Toshkent, 2005 y.-88b.
13. www.gidravlika-obi-life.zn.uz



ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ
ХЎЖАЛИГИНИ МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ
МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ



TIAME
Tashkent Institute of Irrigation and
Agricultural Mechanization Engineers



Мурожат учун манзиллар

[//tiame.uz/](http://tiame.uz/)

Tel.: 71-237 19 71

Pochta: xoshimov.50907@mail.ru

www.gidravlika-obi-life.zn.uz

«Гидравлика ва гидроинформатика»

Кафедраси в.б. доценти

С.Н.ХОШИМОВ

ЭЪТИБОРИНГИЗ УЧУН РАХМАТ