

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



**МАВЗУ: Суюқлик оқимининг икки хил
харакат тартиби.**

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

С.Н.Хошимов

РЕЖА:

1. О.Рейнольдс тажрибалари;
2. Ламинар ҳаракат режими;
3. Турбулент ҳаракат режими.

“БББ” жадвали

Билардим	Билишни хоҳлаган эдим	Билиб олдим
<p>1.Суюқлик оқимининг гидравлик элементлари;</p> <p>2.Оқим учун Д.Бернулли тенгламаси;</p> <p>3.Д.Бернулли тенгламасининг геометрик ва энергетик маънолари.</p>	<p>1.О.Рейнольдс тажрибалари;</p> <p>2. Ламинар ҳаракат режими;</p> <p>3.Турбулент ҳаракат режими.</p>	

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 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

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

Оқим учун Д.Бернулли тенгламаси

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

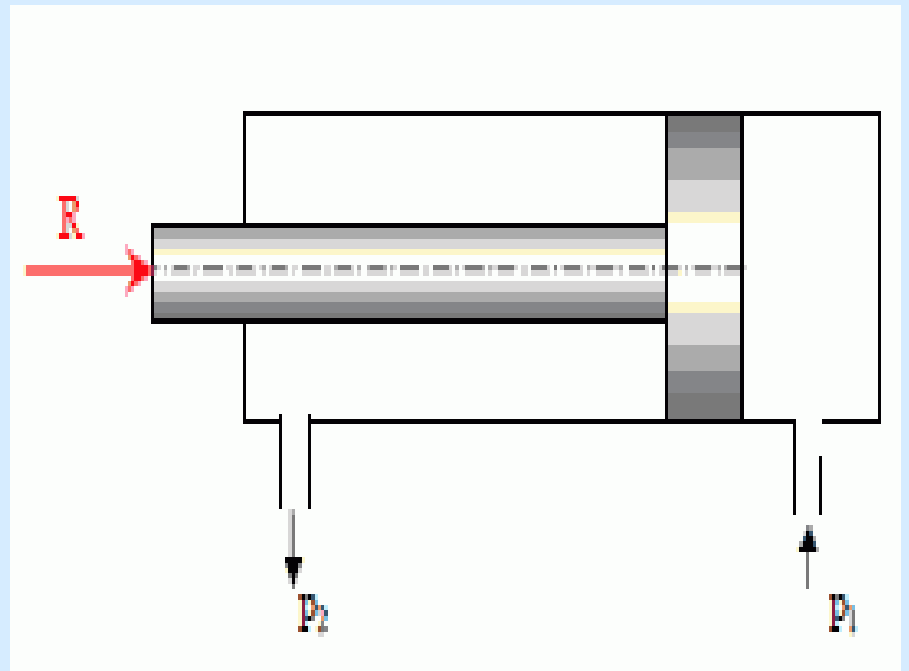
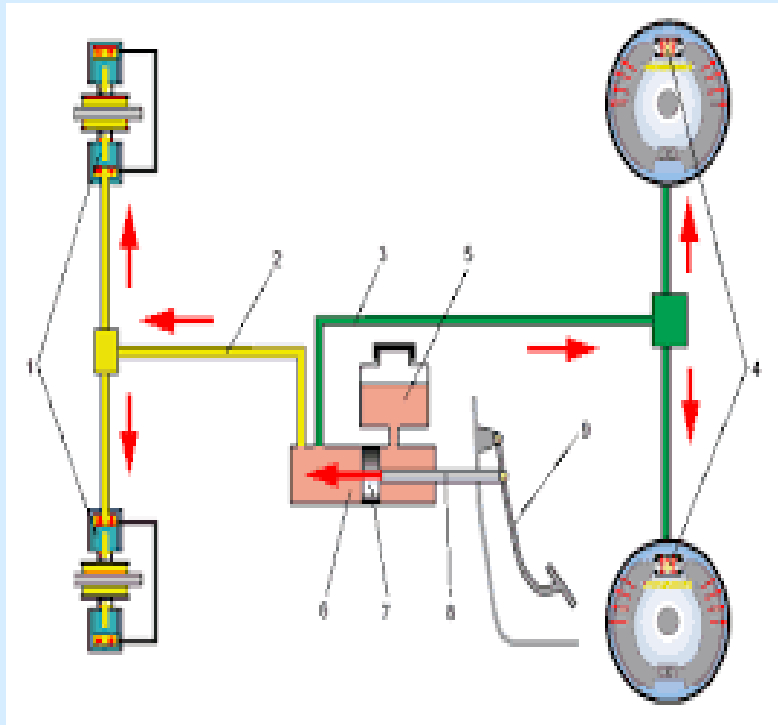
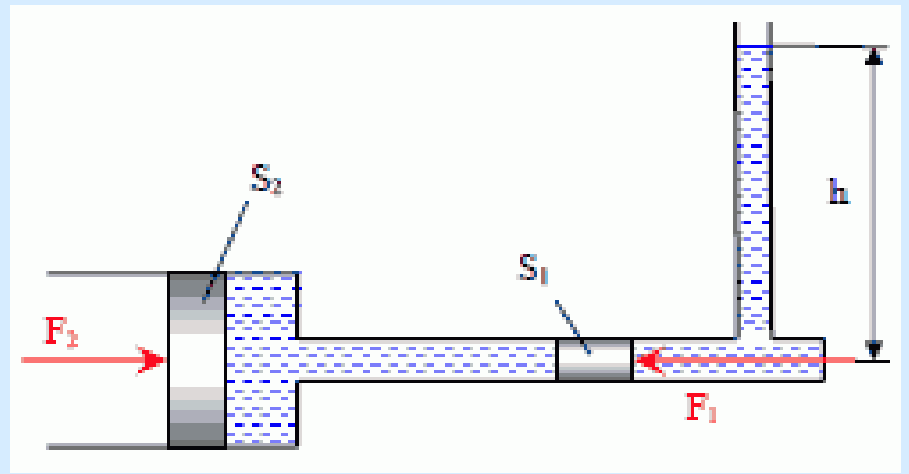
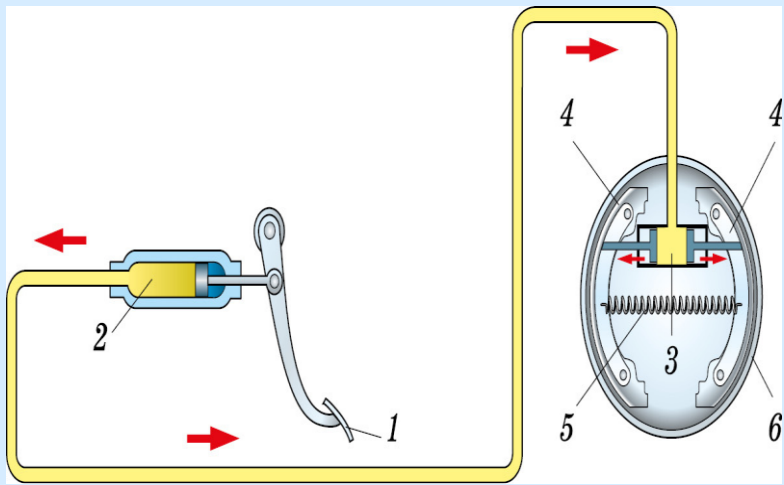
Д.Бернулли тенгламасининг геометрик маъноси

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 чизиқ Напор чизиғи
α	Кориолис коэффициентлари

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 коэффициенти





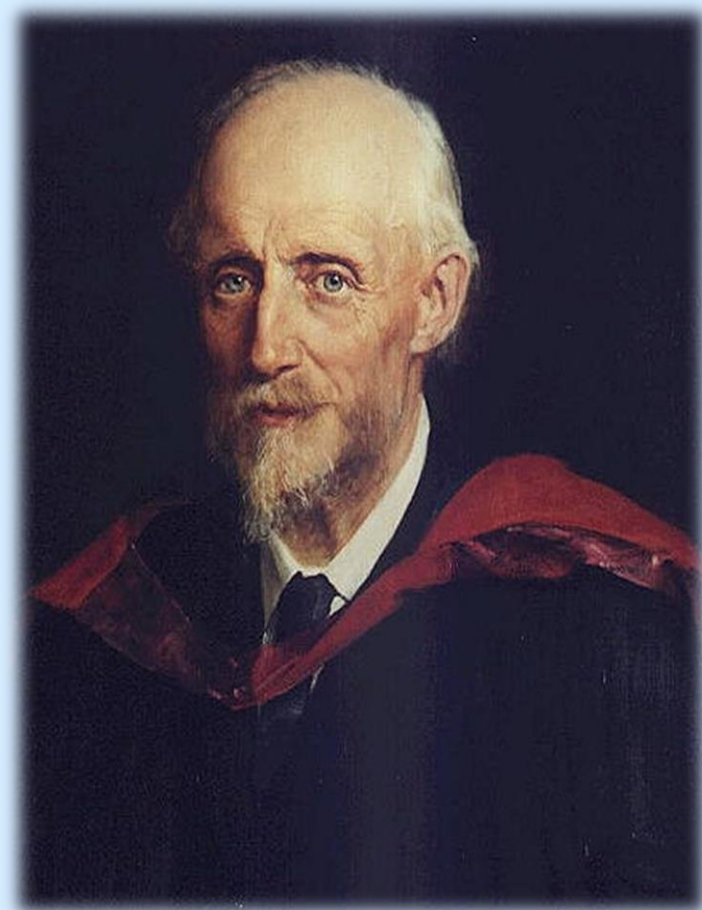
1. Ламинар ва турбулент ҳаракат режимлари

Ҳар қандай ҳаракатдаги суюқликда қуйидаги режимлар мавжуд: ламинар (лотин тилида *lamina* – «қатлам-қатлам») ва турбулент (лотин тилида *turbulentus* – «бетартиб»).

Суюқлик ҳаракати давомида ҳар хил режимлар мавжудлигини 1854 йил немис инженер-гидротехниги Г.Хаген, 1880 йил рус олими Д.Менделеевлар ҳам кузатишган.

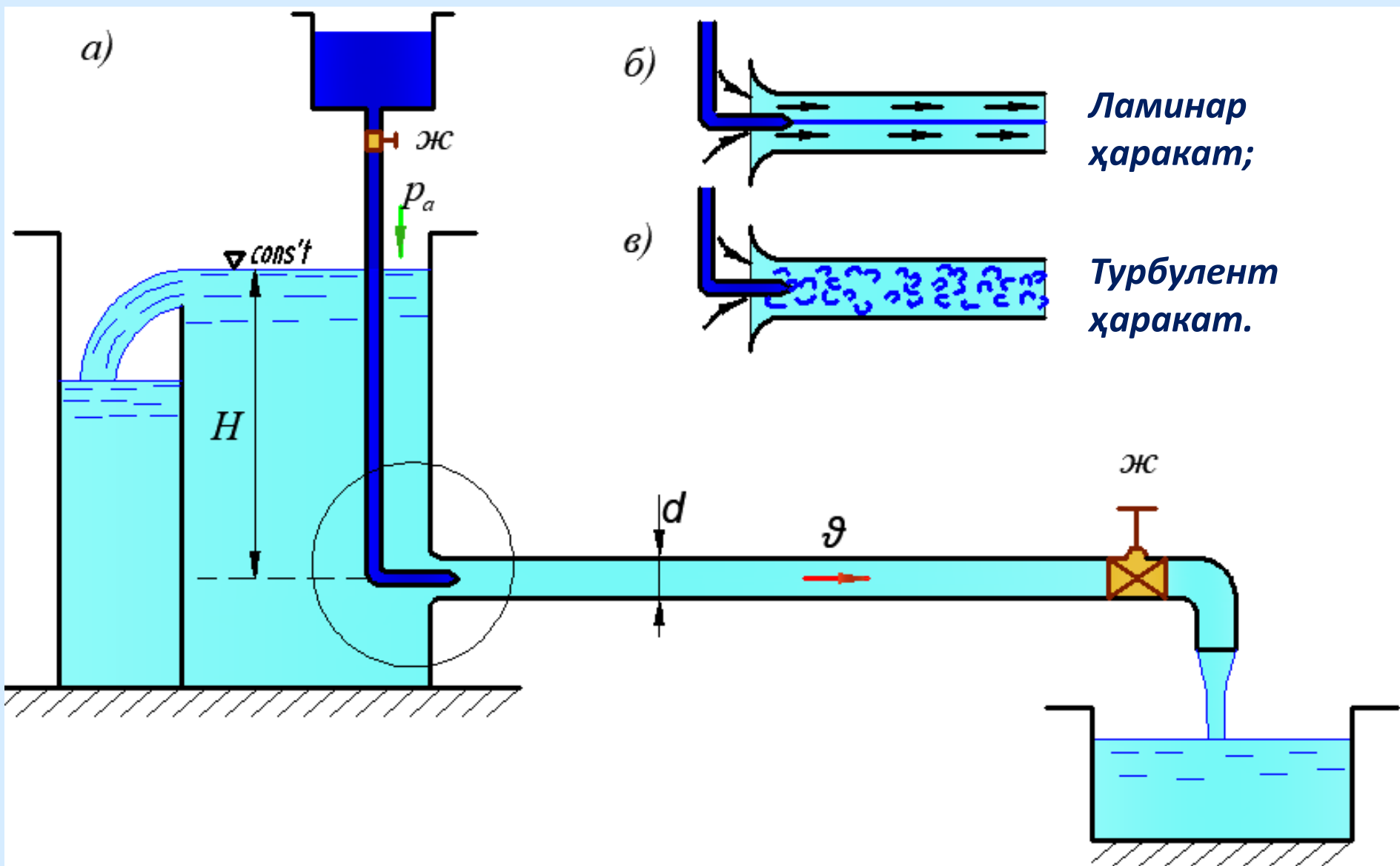
Рейнольдс тажрибалари

Тажрибалар асосида
суюқликнинг икки
хил ҳаракат режими
мавжудлигини 1883
йил инглиз физиги
О.Рейнольдс
тасдиқлаган.



О. Рейнольдс
(1842-1912)

Рейнольдс қурилмасы



Ламинар ҳаракат давомида суюқлик заррачалари қатлам-қатлам бўлиб жойлашади ва улар бир қатламдан иккинчи қатламга ўтмайди, оқим торлари эса бир-бирига параллел бўлади:

$$\mathcal{D} < \mathcal{D}_{кр}$$

Турбулент ҳаракат давомида суюқлик заррачалари бетартиб ҳаракат қила бошлайди ва оқим торларининг параллел ҳаракати бузилади:

$$\mathcal{D} > \mathcal{D}_{кр}$$

\mathcal{D} - оқимнинг ўртача тезлиги;

$\mathcal{D}_{кр}$ - критик тезлик.

$$\mathcal{D} = \frac{Q}{\omega};$$

$$\omega = \frac{\pi d^2}{4};$$

Рейнольдс сони инерция кучларининг ишқаланиш кучларига нисбатини ифодалайди.

Ҳажм бирлигидаги инерция кучи: $\frac{\rho \mathcal{I}^2}{l}$;

Ҳажм бирлигидаги ишқаланиш кучи: $\frac{\rho \mathcal{I} \nu}{l^2}$;

\mathcal{I} - оқим тезлиги; ρ - суюқлик зичлиги;

l - оқимнинг чизиқли ўлчами:

$$\frac{\rho \mathcal{I}^2}{l} : \frac{\rho \mathcal{I} \nu}{l^2} = \frac{\mathcal{I} l}{\nu} ; \left[\frac{m / c \cdot m}{m^2 / c} \right]; \quad Re = \frac{\mathcal{I} l}{\nu};$$

Цилиндрик қувурлар учун қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$Re = \frac{\mathcal{I}d}{\nu};$$

\mathcal{I} - оқим тезлиги;
 d - қувур диаметри;
 ν - кинематик ёпишқоқлик коэффициентини.

Турли шаклдаги ноцилиндрик қувурлар ва ўзанлар учун Рейнольдс сони:

$$Re = \frac{\mathcal{I}R}{\nu}$$

R - гидравлик радиус.

Суюқликнинг ҳаракат режимларини характерловчи катталиқка **Рейнольдс мезони (сони)** дейилади. Суюқликнинг ламинар ҳаракатдан турбулент ҳаракатга ўтиши Рейнольдс сони **Re** нинг маълум критик миқдори билан аниқланади ва у Рейнольдс критик сони $Re_{кр}$ деб аталади.

Цилиндрик қувурларда критик Рейнольдс сони **2320** дан **4000** гача ўзгариши мумкин. Цилиндрик пўлат қувурларда Рейнольдс сони **2320** га тенг бўлиши тажрибаларда кузатилган

$Re < Re_{кр}$ - ламинар ҳаракати режими;

$Re > Re_{кр}$ - турбулент ҳаракати режими.

Кинематик ёпишқоқлик коэффиценти
суюқликнинг хилига ва ҳароратига боғлиқ
равишда ўзгаради.

Кинематик ёпишқоқлик коэффиценти (сув учун)

$t^{\circ}\text{C}$	0	5	10	15	20	30	50
$\nu,$ cm^2/c	0,0178	0,0152	0,0131	0,0124	0,0114	0,0081	0,0054

Кинематик ёпишқоқлик коэффиценти
нефт маҳсулотлари учун ???

2.Ламинар ҳаракат режими

Цилиндрик пўлат қувурларда:

$$Re < Re_{кр} = 2320$$

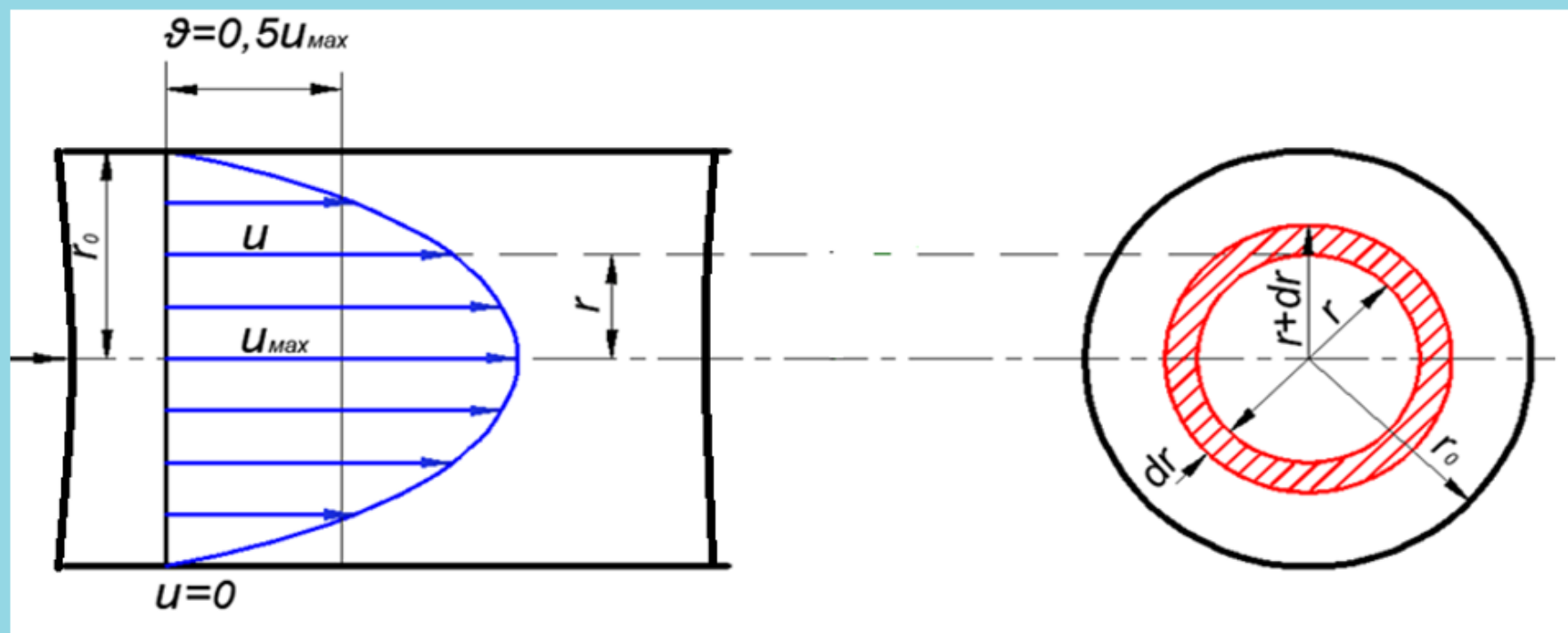
Суюқликларда ички
уринма кучланиш:

$$\tau = -\mu \frac{du}{dy} \text{ — Ньютон гипотезаси асосида аниқланади (1686-й.)}$$



Исаак Ньютон

Ламинар ҳаракат режимида қувур девори сиртидаги қаватнинг тезлиги нолга тенг бўлиб, қувур ўқиға яқинлашган сари тезлик ошиб боради ва қувур ўқида тезлик максимал қийматга эга бўлади.



Қувур кўндаланг кесими бўйича тезликнинг тақсимоти

У ҳолда, цилиндрик қувурдаги ҳаракат тезлиги, кўндаланг кесим бўйлаб **парабола қонуни** асосида тақсимланган бўлиб қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$u = \frac{gJ}{4\nu} (r_0^2 - r^2)$$

бу ерда: **J** – гидравлик нишаблик;

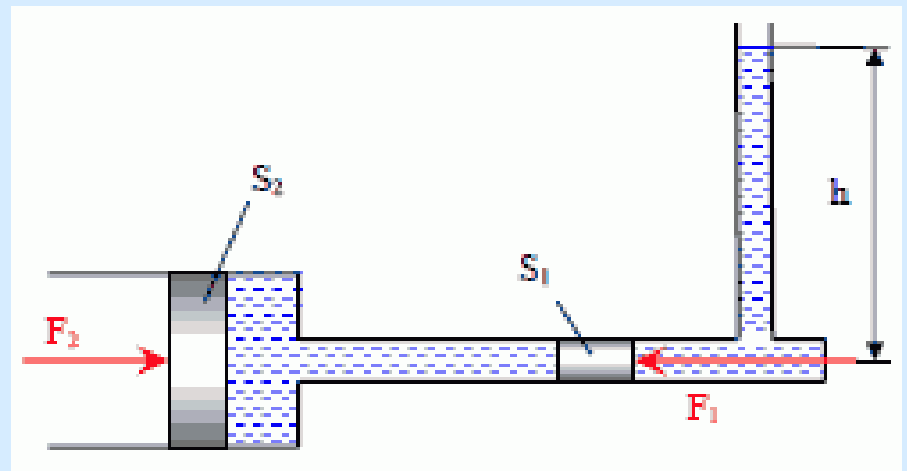
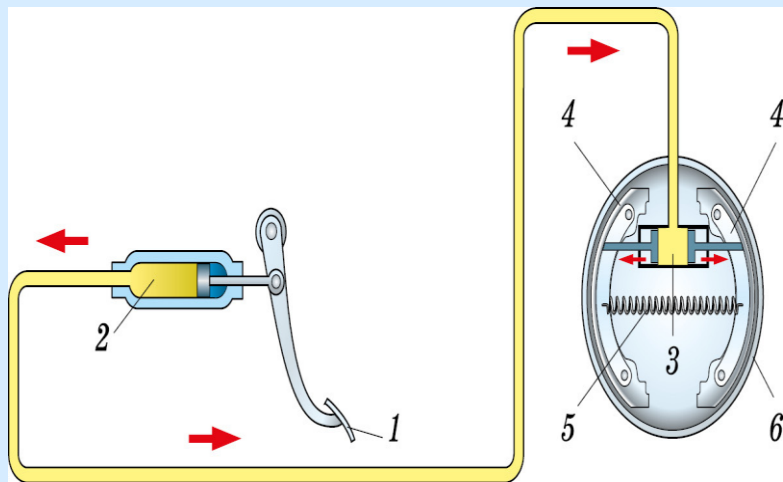
Бу ердан сарф: $Q = \int u d\omega$

$$Q = 2\pi \int_0^{r_0} u r dr;$$

$$Q = \frac{\pi g J}{128\nu} d^4;$$

3. Турбулент ҳаракат режими

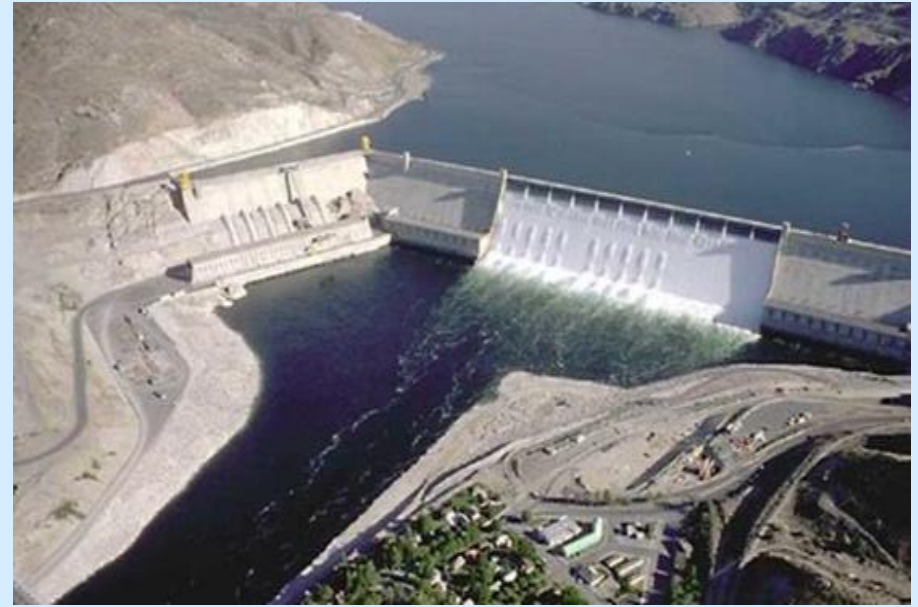
Сувнинг дарёлардаги, каналлардаги, гидротехник иншоотлардаги ҳаракати асосан турбулент режимда бўлади.



ДАРЁ ва КАНАЛЛАРДА



ТҮҒОНЛАРДА



ГИДРОУЗЕЛЛАРДА



АМУДАРЁДАГИ ЖАРАЁНЛАР



Цилиндрик қувурда:

$$Re > Re_{кр} = 2320$$

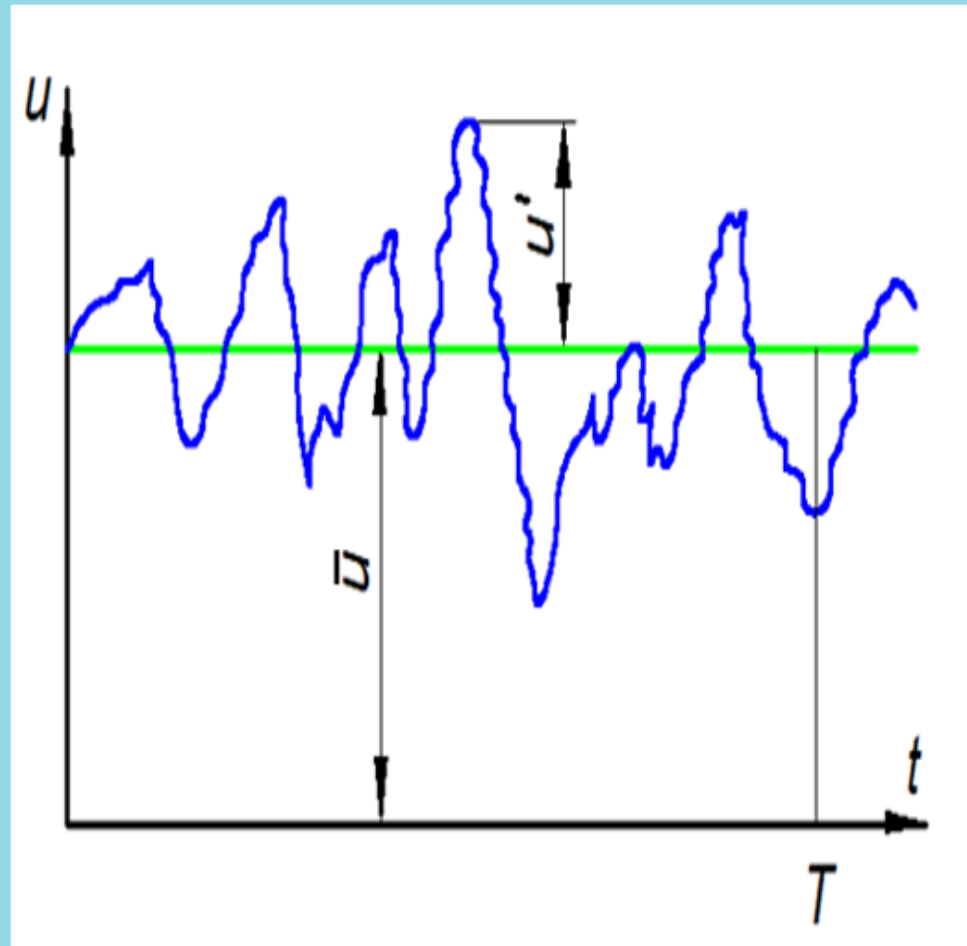
Ўрталанган тезлик :

$$\bar{u} = \frac{1}{T} \int_0^T u dt$$

Тезлик пульсацияси:

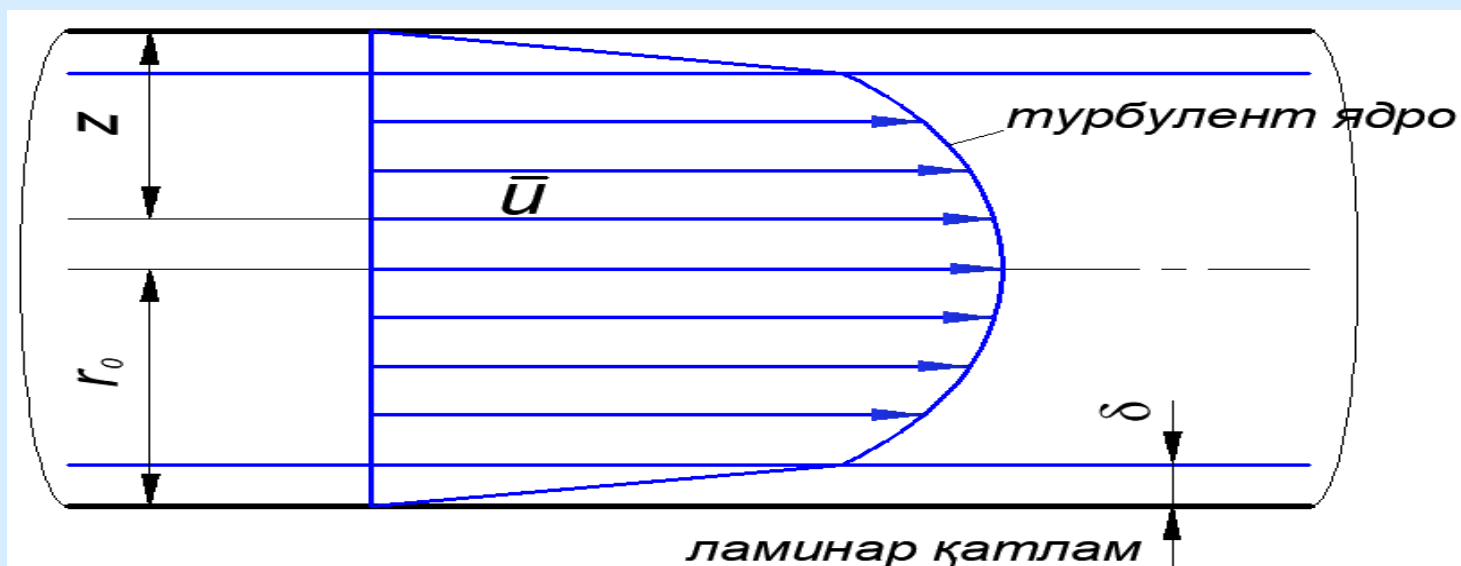
u'

$$u = \bar{u} + u';$$



Турбулент ҳаракат режимининг мохияти ҳали тўлиқ ўрганилмаган. Ҳозирги кунда турбулент ҳаракатни ифодалашнинг бир неча моделлари мавжуд.

Уринма кучланиш: $\tau \neq \mu \frac{du}{dy}$;
 $\tau = \tau_l + \tau_T$;



Мавжуд моделлар

О. Рейнольдс модели:

$$\tau_T = -\rho u'_x u'_y$$



О.Рейнольдс

Прандтль-Карман модели:

$$\tau_T = \rho l^2 \left(\frac{du}{dz} \right)^2 ;$$

$$u = \frac{u_*}{\kappa} \ln z + C \text{ -тезликнинг логарифмик тақсимооти;}$$

κ -Карман параметри;

u_* -динамик тезлик.



Прандтль Людвиг

К.Ш. Латипов модели:

$$\tau_T = \mu \frac{du}{dz} + \int_0^z L du;$$

$$u = \frac{\rho g i}{L} \left(\frac{ch\sqrt{La}z}{ch\sqrt{La}h} - 1 \right)$$

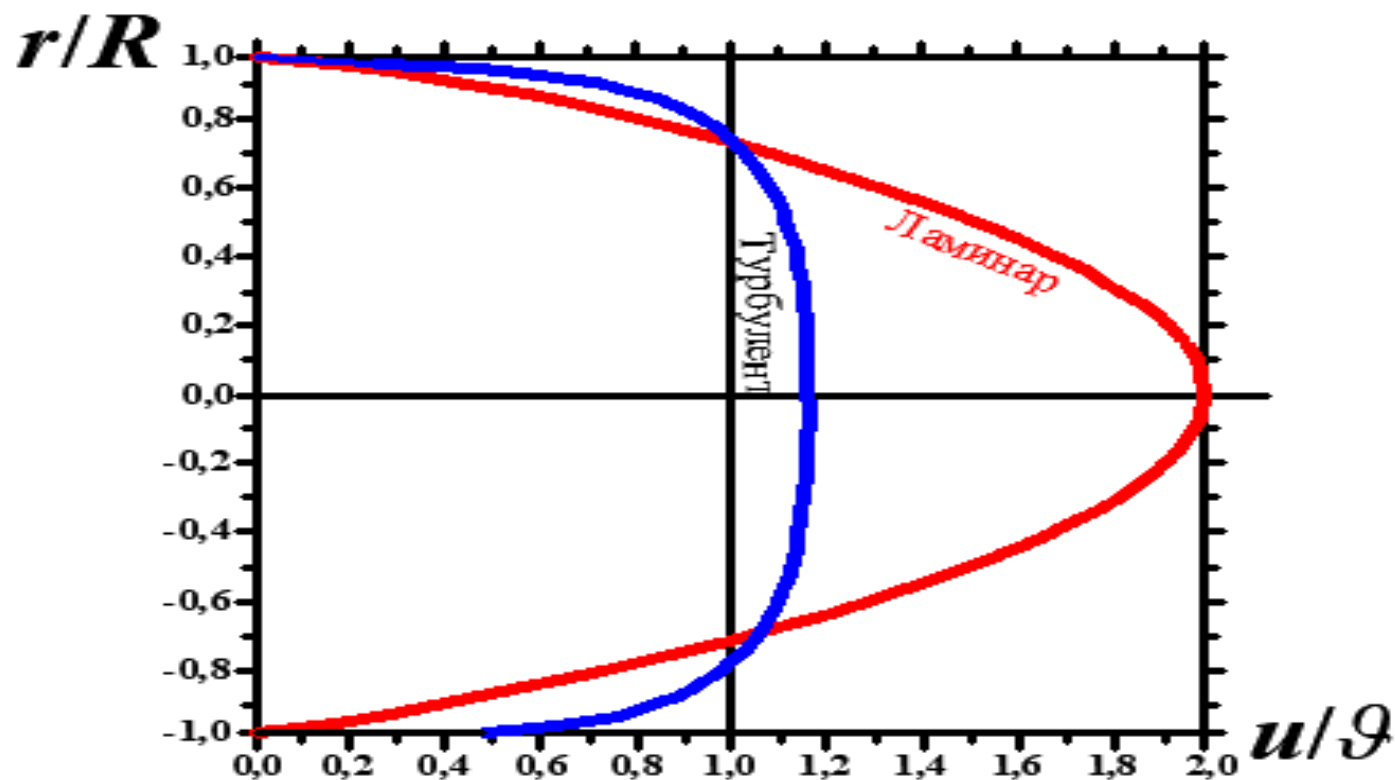
ch -гиперболик косинус;

La -Латипов параметри.



К.Ш. Латипов

Ламинар ва турбулент ҳаракат режимида тезлик тақсимоти



Хулосалар:

1. Тажрибалар асосида Рейнольдс сонининг критик қиймати қуйидагича аниқланган.

а) айлана цилиндрик шаклдаги қувурларда напорли ҳаракатланаётган суюқлик оқими учун:

$$Re_{кр} \approx 2320 \text{ ёки } \underline{\underline{Re_{кр} \approx 500 \div 564}}$$

б) тўғри бурчакли очиқ каналларда ҳаракатланаётган суюқликлар учун тажрибага асосан, бу катталик

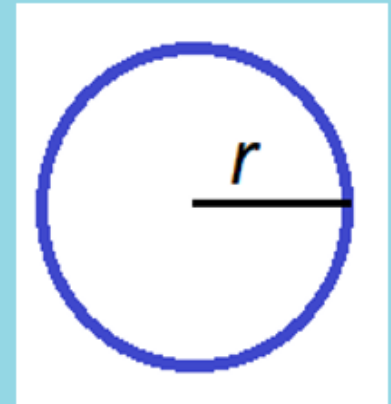
$$\underline{\underline{Re_{кр} \approx 300}} \text{ га тенг.}$$

2. Ихтиёрий шаклдаги қувурларда суюқлик оқимининг ҳаракатини ўрганишда, қувур диаметри ўрнига гидравлик радиус ёрдамида Рейнольдс сонини (мезони) аниқлаш мумкин :

Цилиндрик шаклдаги қувурлар учун гидравлик радиус:

$$\omega = \pi r^2 = \frac{\pi d^2}{4}; \quad R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{d}{4};$$

$$\chi = 2\pi r = \pi d; \quad d = 4R;$$



$$Re_d = \frac{\rho d}{\nu} = \frac{\rho(4R)}{\nu} = \underline{\underline{4Re}}$$

3. Гидротехника амалиётида, асосан, оқимнинг турбулент ҳаракати кузатилади. Фақат ер ости сувлари ҳаракати бундан мустасно. Ёпишқоқ суюқликлар ҳаракати эса, асосан, ламинар тартибда кузатилади.

4. Шунинг таъкидлаш жоизки, гидродинамиканинг асосий тенгламалари (узлуксизлик тенгламаси, Д.Бернулли тенгламаси) ҳар иккала ҳаракатлар учун ўринлидир. Фақат Д.Бернулли тенгламасидаги **солиштирма энергия** (напор) йўқолиши ҳар хил ифодалар ёрдамида аниқланади.

Уйга вазифа

№	d мм	ν см ² /с	W , см ³	t , секунд	Re	Ҳаракат режими
1	4*N ₁	1,25	2160,7	298,07		
2	4*N ₁	1,00	5524,3	76,21		
3	5*N ₁	0,25	3265,2	225,22		
4	5*N ₁	0,01	6075,1	41,90		

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. Melvyn Kay, Practical Hydraulics (Taylor & Francis 2 Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon OX14 4RN) 2008.-253 pages
5. А.Арифжанов, П.Н.Гурина. Гидравлика. -Ташкент. ТИМИ, 2011г.
6. А.Arifjanov, Q.Raximov, A.Xodjiev Gidravlika. Toshkent. TIMI 2016.
7. Arifjanov A.M. Gidravlika (gidrostatika). Toshkent. TIQXMMI 2022.
8. А.М. Arifjanov, X.Fayziev, A.U.Toshxojaev Gidravlika. Toshkent. TAQI 2019.
9. Latipov Q.Sh., Arifjanov A.M., Fayziyev X., «Gidravlika», Toshkent. TAQI, 2015y.
10. Melvyn Kay, Practical Hydraulics (Taylor & Francis 2 Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon OX14 4RN) 2008.-253 pages
11. K.Sh.Latipov, A.Arifjanov, X.Kadirov, B.Toshov «Gidravlika va gidravlik mashinalar», Navoiy sh., Alisher Navoiy, 2014 y.-406b.
12. Philip M. Gerhart Andrew L. Gerhart John I. Hochstein Fundamentals of Fluid Mechanics. ISBN 978-1-119-08070-1 (Binder-Ready Version). USA 2016
13. Philippe Gourbesville • Jean Cunge Guy Caignaert Advances in Hydroinformatics. ISBN 978-981-10-7217-8. Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2018
14. А.М.Арифжанов «Gidravlikadan masalalar to‘plami» - Toshkent, 2005 y.-88b.
15. 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