

### **3- Amaliy mashg'ulot**

#### **Suyuqliklarning harakat rejimiga oid masalalar**

Tabiatda ikki xil tartibli suyuqlik harakati mavjud. Laminar va turbulent harakat.

**Laminar harakat** vaqtida suyuqlik zarrachalari bir-biriga nisbatan qavat-qavat bo'lib joylashadi va suyuqlik harakati davrida ular bir qavatdan ikkinchi qavatga o'tmaydi.

Boshqacha qilib aytganda, suyuqlik zarrachalari oqimlar harakatiga ko'ndalang yo'nalishda harakatlanmaydi.

Amaliyotda laminar harakatni kuzatish uchun suyuqlik oqayotgan shisha trubaning boshlang'ich kesimiga shisha naycha orqali rangli suyuqlik yuborilsa, u holda suyuqlikda rang aralashmasdan to'g'ri chiziq bo'lib oqim ko'rinishida harakatlanadi (1.66- rasm).

Endi suyuqlikning tezligini oshirib borsak, harakat tartibi o'zgarishini kuzatash mumkin.

Oqim tezligi oshib ketishi natijasida zarrachalar bir qavatdan ikkinchi qavatga tez o'ta boshlaydi. Natijada suyuqlik harakatining tartibi tez o'zgaradi. Bunday harakat **turbulent harakat** deyiladi. Suyuqlik harakatining bu ikki tartibini ingliz olimi Osborn Reynol'ds tajribasida har tomonlama tekshirgan va natijalarini 1883 yilda e'lon qilgan. Suyuqlik harakatini tezlikning oqim o'lchamiga ko'paytmasining kinematik qovushqoqlik koeffitsientiga nisbatidan iborat o'lchovsiz miqdor harakterlaydi.

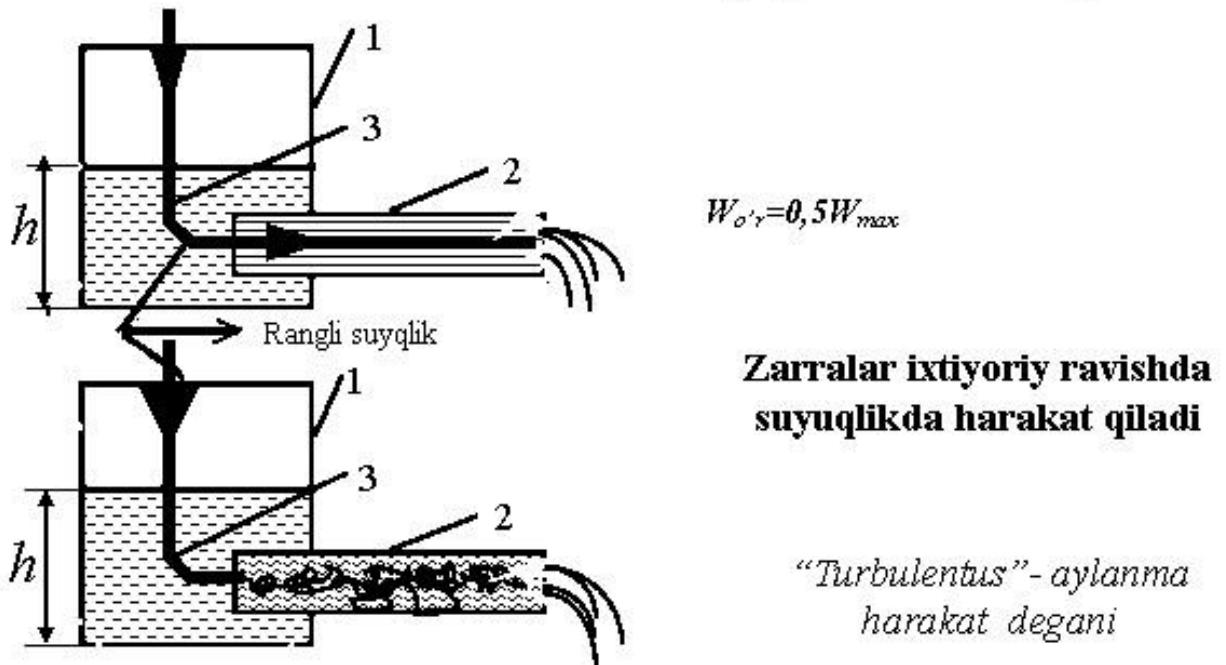
$$R_e = \frac{\rho d}{\nu}$$

Suyuqlik harakatining laminar harakatdan turbulent harakatga o'tishi Reynol'ds soni Re ning ma'lum kritik miqdori bilan aniqlanadi va u Reynol'ds kritik soni deb atalib, Re<sub>kr</sub> bilan belgilanadi. Bu son tsilindrik trubalar uchun Re = **2320** ga teng bo'ladi.

## Suyuqlik harakatining tartiblari

Reynol'ds tajribasi 1883 y.

Zarralar yo'li to'g'ri chiziq va bir  
biriga parallel harakat qiladi



**1.66-rasm. Suyuqlikning ikki harakat tartibi**

Bu miqdor Reynol'ds soni deb ataladi va quyidagicha ifodalaniladi:

Turli shakldagi notsilindrik trubalar va o'zanlardagi oqimlar uchun Reynol'ds soni quyidagicha hisoblanadi:

$$Re = \frac{\vartheta \cdot d_{\text{qek}}}{v} = \frac{4\vartheta R}{v} \quad (1.88)$$

Bu erda,  $\vartheta$ - o'rtacha tezlik;  $d$  - quvur diametri;  $R$  – gidravlik radius;  
 $v$ - kinematik qovushqoqlikning koeffitsienti (6.1-jadval)

$$v = \frac{w}{\chi} \quad (1.88)$$

Bu erda:  $w$  - oqim ko'ndalang kesim yuzasi;

$\chi$  - oqim ho'llanganlik perimetri.

Agar  $Re < Re_{kr} = 2320$  quvurdagi harakat rejimi - laminar.

Agar  $Re > Re_{kr} = 2320$  quvurdagi harakat rejimi - turbulent.

### 1.11- jadval

#### Kinematik qovushqoqlik koeffitsienti

$t \text{ } ^\circ\text{C}$	$v, \text{sm} / \text{s}^2$	$t \text{ } ^\circ\text{C}$	$v, \text{sm} / \text{s}^2$	$t \text{ } ^\circ\text{C}$	$v, \text{sm} / \text{s}^2$
0	0,0178	11	0,0127	24	0,009
1	0,0173	12	0,0124	26	0,0088
2	0,0167	13	0,0121	28	0,0084
3	0,0162	14	0,0117	30	0,0080
4	0,0156	15	0,0114	35	0,0073
5	0,0147	16	0,0112	40	0,0066
6	0,0142	17	0,0109	45	0,0060
7	0,0139	18	0,0106	50	0,0056
8	0,0135	19	0,0104	55	0,0052
9	0,0131	20	0,0101	60	0,0048
10	0,0127	22	0,00989		

Quyidagi 1.11-jadvalda turli xil temperaturalarda suv uchun kinematik qovushqoqlikning koeffitsientlari keltirilgan.

#### Suyuqlikning laminar harakati. Tezlikning tsilindriq truba kesimi bo'yicha taqsimlanishi

Quvurlarda real suyuqliklar laminar harakat qilganda, uning oqimchalari bir-biriga parallel harakat qiladi. Quvur devorlari yopishib qolgan suyuqlik zarrachalari bilan qoplanadi. Quvur devorlarida yopishib qolgan suyuqlik zarrachalarining tezligi nolga teng bo'ladi.

Quvur devori sirtidagi qavatning tezligi 0 ga teng bo'lib, quvur o'qiga yaqinlashgan sari tezlik oshib boradi. Quvur o'qida, ya'ni markazida tezlik maksimal qiymatga ega bo'ladi. Quvur ichidagi ishqalanish kuchi Nyuton qonuni bilan quyidagicha ifodalanadi

$$\tau = -\mu \frac{d\vartheta}{dr} \quad (1.90)$$

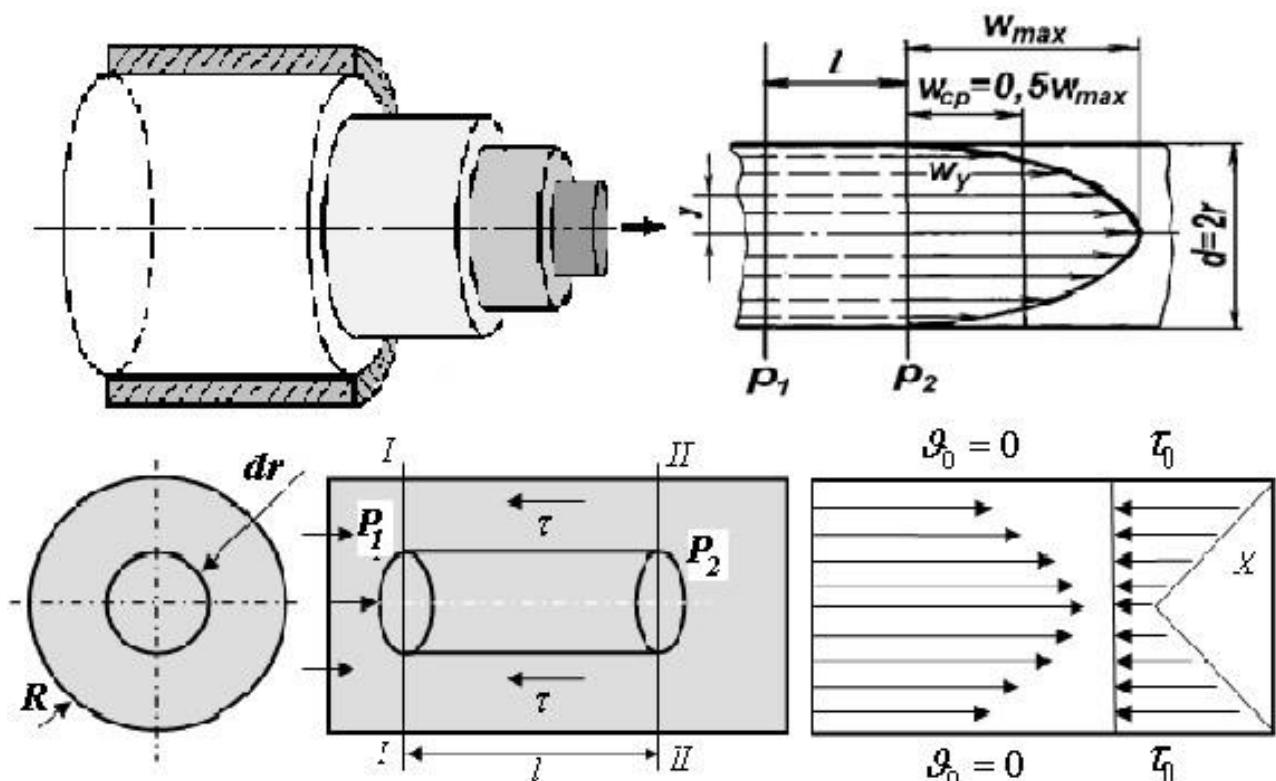
Laminar harakat tartibida tezlikning truba kesimi bo'yicha taqsimlanishini kuzatamiz. Buning uchun quvur ichida uzunligi  $L$  va radiuci  $R$  bo'lgan elementar naycha ajratib olib o'rganamiz (1.67-rasm).

1-1 - kesim uchun  $R_1$ ; 2-2 - kesim uchun  $R_2$ .

Ishqalanish kuchi  $T = \tau 2\pi r l = -\mu 2\pi r l \frac{d\vartheta}{dr}$  dan (1.90)

iborat

$$\vartheta = -\frac{p_1 - p_2}{4\mu l} (r^2 - R^2) \quad (1.91)$$



**1.67-rasm. Laminar harakatda tezlikning taqsimlanishi**

Xulosa qilib aytish mumkinki, ya'ni t silindrik quvurda laminar harakat tezligi ko'ndalang kesimda parabola qonuni bo'yicha taqsimlangan bo'lar ekan.

### 1.10.3. Suyuqliklarning turbulent harakati

Quvurlarda suyuqlikning har bir zarrasi juda murakkab egri chiziqli traektoriya bo'yicha harakat qiladi. Turbulent harakat tabiatda va texnikada keng tarqalgan gidravlik hodisalar ichida eng murakkablari qatoriga kiradi. Harakatning bu tartibi ko'p tekshirishlarga qaramay umumlashgan

nazariyasi haligacha yaratilmagan. Shu sababli hisoblashlarda tajriba natijalari va emperik formulalar yordamida ish yuritiladi.

Turbulent harakatning har bir zarrachasi juda ham murakkab egri chiziqli traektoriya bo'yicha harakat qiladi va har qanday ikki zarrachaning traektoriyalari birbiriga o'xshamaydi.

Turbulent harakat vaqtida A nuqtadan chiqqan birinchi zarracha murakkab egribugri chiziq bo'yicha B nuqtaga keladi. Ikkinci zarracha esa birinchi zarrachaning traektoriyasidan tamomila boshqacha bo'lgan ikkinchi egri-bugri chiziq bo'yicha keladi. Uchunchi zarracha esa birinchi va ikkinchi zarrachalarning traektoriyalariga o'xshamagan uchinchi egri-bugri chiziq bo'yicha keladi. Bu hodisa A nuqtadan o'tayotgan barcha zarrachalarga tegishlidir. Shunday qilib, turbulent harakat qilayotgan suyuqlik zarrachalarining harakatini biror formula bilan ifodalash g'oyatda murakkabdir. Lekin hamma zarrachalar bir tomonga, A nuqtadan B nuqta tomonga harakat qiladi.

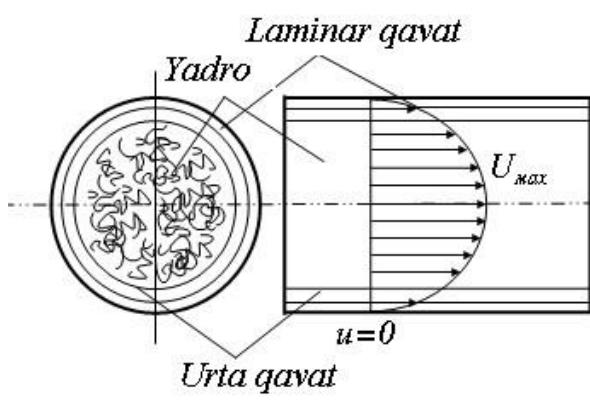
### **Turbulent harakatda kesim bo'yicha tezlikning taqsimlanishi**

Turbulent harakat vaqtida oqimning asosiy qismi uning yadrosi, ya'ni markaziy qismini tashkil qiladi. Yadroda suyuqlik turbulent harakat qilib, uning tezliklari yadro kesimi bo'yicha deyarli bir xil bo'ladi va markazdan truba devoriga yaqinlashgan sari biroz kamayib boradi. Devor yonidagi zarrachalar laminar harakat qiladi. Laminar harakat qilayotgan zarrachalar yupqa qavat ichida bo'lib, uni laminar qavat deb ataladi. Laminar qavat bilan yadro o'rtasida yana bir yupqa qavat bo'lib, uni o'rta qavat deb aytildi.

Quvur ichidagi suyuqlikning harakatiga qarab 3 - bo'lakka bo'linadi.

Eng sekin qatlam:  $\delta_{\text{l.y.e.}}$  laminar chegara, ya'ni chegara qatlam deyiladi.

Laminar harakatda  $-v = 0 \text{ ga}$  teng ekanligi yuqorida ko'rib o'tilgan. Tezlik qiymati osha borgan sari laminar chegara qatlam ham harakatga kela boshlaydi



suyuqlikning barcha

1.68-rasm. O'z navbatida uning qalinligi  $\delta$  - ham kamayib boradi. o'tkinchi qatlam - laminar qatlamdan turbulent harakatga o'tishdagi o'tkinchi qatlam hisoblanadi.

Yadro — ya'ni

### **1.68-rasm. Oqimcha tezliklarni taqsimlanishi**

qatlamlarida harakat bir tekis desa ham bo'ladi. Eng katta tezlik esa – yadroda bo'ladi. O'rtacha tezlik maksimal

qatlamning  $0,75$  foizini tashkil etadi, ya'ni  $\vartheta = 0,75U_{\text{max}}$

Nihoyatda katta tezlikda suyuqlik oqayotganda koeffitsient  $1$  ga yaqinlashadi, ya'ni  $\vartheta = 1U_{\text{max}}$  turbulent harakati davomida ishqalanish tufayli energiya yo'qolishi tezlikning ko'payadi. Keltirilgan  $h_{w(1-2)}$  ni hisoblash, quvurlar va quvurlar sistemasini hisoblashda asosiy masalalardan biri hisoblanadi. Quvurlarda bosimning kamayishi ishqalanish qarshiligi va mahalliy qarshiliklarga bog'liq, bo'ladi.