

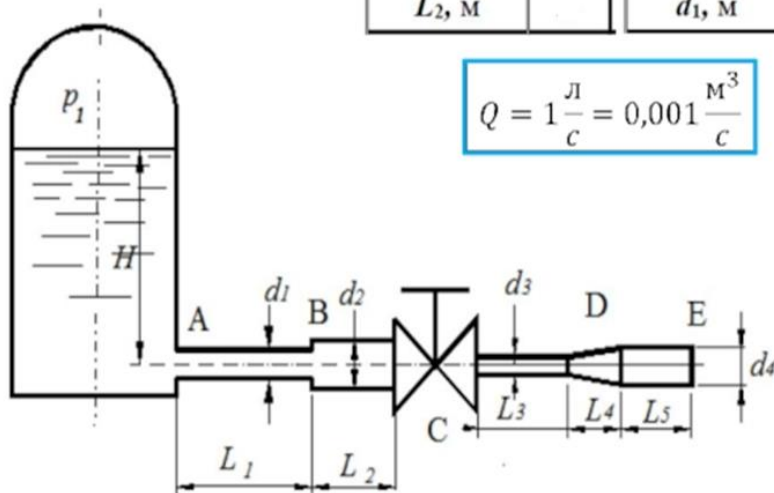
## Задача 2. Динамика реальной жидкости

Дано:

$Q$ , л/с		$L_3$ , м		$d_2$ , м	
$H$ , м		$L_4$ , м		$d_3$ , м	
$L_1$ , м		$L_5$ , м		$d_4$ , м	
$L_2$ , м		$d_1$ , м			

Тип труб

$$Q = 1 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 0,001 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$



Определить давление  $p_1$ .

Построить графики пьезометрического, скоростного напоров.

Для выполнения работы необходимо выбрать данные из соответствующей таблицы. Выбор исходных данных производится по индивидуальному четырехзначному шифру, который соответствует 4 последним цифрам зачетной книжки. Например: номер зачетной книжки № 0310253 – получаем номер шифра № **0253**.

Значения  $Q$ ,  $H$ ,  $d_1$  - берутся для варианта 3, т.е.  $Q = 5$  л/с,  $H = 8$  м,  $d_1 = 0,07$  м.

Значение  $L_4$ ,  $d_4$  – берутся для варианта 5, т.е.  $L_4 = 0,3$  м,  $d_4 = 0,11$  м.

Значение  $L_1$  и  $L_5$  – берутся для варианта 2, т.е.  $L_1 = 13$  м,  $L_5 = 20$  м.

Значение  $L_2$ ,  $d_2$  – берется для варианта 0, т.е.  $L_3 = 9$  м,  $d_3 = 0,16$  м.

Значение  $L_3$ ,  $d_3$  – берется для варианта 3, т.е.  $L_3 = 8$  м,  $d_3 = 0,05$  м.

Тип труб берется по последней цифре зачетки.

Таблица

№ вар.	Q, л/с	H, м	L <sub>1</sub> , м	L <sub>2</sub> , м	L <sub>3</sub> , м	L <sub>4</sub> , м	L <sub>5</sub> , м	d <sub>1</sub> , м	d <sub>2</sub> , м	d <sub>3</sub> , м	d <sub>4</sub> , м	Тип труб
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1	2	21	14	8	0,5	15	0,03	0,06	0,02	0,04	Новые чугунные
2	3	5	13	8	5	1,2	20	0,05	0,06	0,04	0,06	Новые стальные
3	5	8	11	6	8	0,7	12	0,07	0,09	0,05	0,09	Нормальные
4	7	3	9	7	6	0,4	10	0,09	0,12	0,07	0,10	Новые чугунные
5	9	6	8	5	5	0,3	7	0,15	0,18	0,12	0,11	Новые стальные
6	2	4	20	12	7	0,7	16	0,03	0,05	0,02	0,04	Новые чугунные
7	4	6	15	13	8	0,3	6	0,06	0,09	0,04	0,06	Новые стальные
8	6	9	17	12	6	0,5	15	0,08	0,13	0,05	0,07	Нормальные
9	8	10	14	10	12	0,6	9	0,12	0,16	0,10	0,10	Новые чугунные
0	10	12	12	9	9	0,9	14	0,2	0,24	0,16	0,14	Новые стальные

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### **ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ**

#### **1. Вход в трубу.**

Если труба присоединена под углом  $\theta$  к горизонту, то

$$\zeta_{\text{вх}} = 0,5 + 0,303\sin\theta + 0,226\sin^2\theta; \quad \text{при } \theta = 0 \quad \zeta_{\text{вх}} = 0,5.$$

**2. Выход из трубы в неподвижную жидкость при затопленном истечении**  $\zeta_{\text{вых}} = 1$ .

#### **3. Внезапное расширение**

$$\zeta_{\text{в.р}} = \left( \frac{\omega_2}{\omega_1} - 1 \right)^2$$

(коэффициент  $\zeta_{\text{в.р}}$  отнесен к скоростному напору за расширением).

**4. Внезапное сужение** (значение коэффициентов  $\zeta_{\text{в.с}}$  отнесены к скоростному напору за сужением).

$\omega_2/\omega_1$	0,01	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
$\zeta_{\text{в.с}}$	0,5	0,46	0,42	0,34	0,25	0,15	0

#### **5. Пробковый кран ( $\alpha_{\text{кр}}$ — угол открытия крана).**

$\alpha_{\text{кр}}^\circ$	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60
$\zeta_{\text{кр}}$	0,05	0,29	0,75	1,56	3,1	5,47	9,68	17,3	31,2	52,6	206

**6. Простая плоская задвижка ( $a/d$  — степень перекрытия сечения трубы).**

$a/d$	0,875	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0
$\zeta_{\text{з}}$	97,8	35	10	4,6	2,06	0,98	0,44	0,17	0,06	0,05

**7. Поворот трубы без скругления ( $\alpha_{\text{пов}}$  — угол поворота трубы).**

$\alpha_{\text{пов}}^\circ$	20	30	45	60	75	90	110	130	150
$\zeta_{\text{пов}}$	0,125	0,16	0,32	0,56	0,81	1,19	1,56	2,16	2,67

Таблица П.2.1

**Значения кинематической вязкости пресной воды  $\nu$  при различных температурах**

$t, ^\circ\text{C}$	$\nu \cdot 10^{-4}, \text{м}^2/\text{с}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\nu \cdot 10^{-4}, \text{м}^2/\text{с}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\nu \cdot 10^{-4}, \text{м}^2/\text{с}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\nu \cdot 10^{-4}, \text{м}^2/\text{с}$
0	0,0179	10	0,0131	20	0,0101	45	0,006
2	0,0167	12	0,0124	25	0,009	50	0,0055
4	0,0157	14	0,0118	30	0,008	60	0,0048
6	0,0147	16	0,0112	35	0,0072		
8	0,0139	18	0,0106	40	0,0065		

Таблица П.2.2

**Эквивалентная шероховатость  $\Delta_s$  для труб из разных материалов**

Трубы	Состояние трубы	$\Delta_s, \text{мм}$
Тянутые из стекла и цветных материалов	Новые, технически гладкие	0–0,002
Бесшовные стальные	Новые чистые, тщательно уложенные	0,01–0,02
Стальные сварные	Новые чистые	0,03–0,1
	умеренно заржавевшие	0,3–0,7
	сильно заржавевшие или с большими отложениями	2–4
Оцинкованные железные	Новые чистые	0,1–0,2
Чугунные	Новые без покрытия	0,2–0,5
	Бывшие в употреблении	0,5–1,5
Асбестоцементные	Новые	0,05–0,1
Бетонные	Новые	0,15–0,3
	бывшие в употреблении из необработанного бетона	0,3–0,8 1–3
Полиэтиленовые (2–20 мм)	Новые чистые	0,003

Таблица П.2.3

**Расходные характеристики для квадратичной области сопротивления**

<b>d, мм</b>	<b><math>\omega</math>, дц<sup>2</sup>·10</b>	<b>Нормальные трубы</b>	<b>Новые чугунные трубы</b>	<b>Новые стальные трубы</b>
		<b>K, л/с</b>	<b>K, л/с</b>	<b>K, л/с</b>
50	1,963	8,313	9,947	10,1
75	4,418	24,77	29,27	29,7
100	7,854	53,61	62,85	63,73
125	12,272	97,39	113,5	115,1
150	17,671	158,4	183,9	186,3
200	31,416	340,8	393	398
250	49,087	616,4	707,6	716,3
300	70,686	999,3	1143	1157
350	96,212	1503	1715	1735
400	125,664	2140	2435	2463
450	159,043	2920	3316	3354
500	196,35	3857	4374	4423
600	282,743	6239	7053	7131
700	384,845	9362	10 560	10 674
800	502,655	13 301	14 973	15 132
900	636,173	18 129	20 373	20 587
1000	785,398	23 911	26 832	27 111
1100	950,334	30 709	34 416	34 769
1200	1130,976	38 601	43 211	43 650
1300	1327,326	47 604	53 232	53 769
1400	1539,384	57 807	64 581	62 226

**Квадратичные скорости  $v_{\text{кв}}$  при различных диаметрах труб**

<b>Вид труб</b>	<b>Скорость <math>v_{\text{кв}}</math>, м/с, при диаметрах труб, мм</b>								
	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>300</b>	<b>400</b>	<b>500</b>	<b>600</b>	<b>1000</b>	<b>1400</b>
Новые стальные	2,8	3,2	3,5	3,7	3,8	3,9	4	4,2	4,4
Новые чугунные	2,5	2,8	3,1	3,3	3,4	3,5	3,6	3,8	4
Нормальные (бывшие в эксплуатации)	0,8	0,9	1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3

Таблица П.2.5

**Коэффициенты  $\theta_1$  и  $\theta_2$  для расчетов в переходной области  
сопротивления при различных скоростях в трубах**

Скорость $v$ , м/с	Вид труб					
	Нормальные		Новые чугунные		Новые стальные	
	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_1$	$\theta_2$
0,4	0,91	1,2	0,81	1,51	0,91	1,22
0,5	0,93	1,15	0,84	1,42	0,92	1,18
0,6	0,95	1,115	0,86	1,36	0,93	1,16
0,7	0,96	1,085	0,87	1,32	0,94	1,14
0,8	0,97	1,06	0,89	1,28	0,95	1,12
1	0,985	1,03	0,91	1,22	0,95	1,1
1,2	1	1	0,92	1,18	0,96	1,08
1,4	1	1	0,93	1,15	0,97	1,07
1,6	1	1	0,94	1,12	0,97	1,06
1,8	1	1	0,95	1,1	0,98	1,05
2	1	1	0,96	1,08	0,98	1,04
2,5	1	1	0,98	1,05	0,99	1,03
3	1	1	0,99	1,03	0,99	1,02