

Теория

Гидравлические потери напора по длине трубы при течении жидкости в прямой трубе обусловлены трением (вязкостью) жидкости и определяются по формуле Дарси – Вейсбаха:

$$\Delta h = \lambda_r \frac{l \bar{w}^2}{d 2g} \quad (1)$$

где Δh — величина потерянного напора на прямом участке трубопровода длиной l , \bar{w} — средняя скорость потока, d — внутренний диаметр трубы, λ_r — коэффициент гидравлического сопротивления, g — ускорение свободного падения.

Среднюю скорость течения жидкости в трубе можно определить исходя из расхода \dot{V} и площади поперечного сечения трубы S :

$$\bar{w} = \frac{\dot{V}}{S} \quad (2)$$

Коэффициент гидравлического трения зависит от режима течения (ламинарного/турбулентного), описываемого критерием Рейнольдса Re и шероховатости трубы ε и представляется в виде функции двух аргументов $\lambda_r = f(Re, \varepsilon)$

- $Re < 2330$:

$$\lambda_r = \frac{64}{Re} \quad (3)$$

- $2330 < Re < 3000$:

$$\lambda_r = 0.029 + 0.775(Re - 2330)10^{-5} \quad (4)$$

- $3000 < Re < \frac{15}{\varepsilon}$:

$$\lambda_r = \frac{0.3264}{Re^{0.25}} \quad (5)$$

- $\frac{15}{Re} < Re < \frac{300}{Re}$:

$$\lambda_r = 0.11 \left(\varepsilon + \frac{68}{Re} \right)^{0.25} \quad (6)$$

- $Re > \frac{300}{\varepsilon}$:

$$\lambda_r = 0.11\varepsilon^{-0.25} \quad (7)$$

Значение критерия Рейнольдса определяется по выражению:

$$Re = \frac{\bar{w}\rho d}{\mu} \quad (8)$$

где ρ — плотность жидкости, μ — коэффициент вязкости, d — диаметр трубы.

$T, ^\circ C$	Вода	
	$\rho, \text{кг/м}^3$	$\mu, 10^{-6} \text{Па} \cdot \text{с}$
10	1000	1310
20	998	1000
30	996	804
40	992	657
50	988	540
60	983	470
70	978	406
80	972	355

T, K	Бензол	
	$\rho, \text{кг/м}^3$	$\mu, 10^{-6} \text{Па} \cdot \text{с}$
280	901	806
300	881	580
325	854	426
350	826	341

$T, ^\circ C$	o - ксилол	
	$\rho, \text{кг/м}^3$	$\mu, 10^{-3} \text{Па} \cdot \text{с}$
0	896	1.108
10	888	0.939
20	880	0.809
30	871	0.708
40	863	0.625
50	854	0.557
60	846	0.501
70	837	0.453
80	829	0.412

$T, ^\circ C$	анилин	
	$\rho, \text{кг/м}^3$	$\mu, 10^{-3} \text{Па} \cdot \text{с}$
0	1037	10.2
10	1030	6.5
20	1022	4.4
30	1015	3.12
40	1007	2.3
50	999	1.8
60	990	1.5
70	981	1.28
80	971	1.1

$T, ^\circ C$	Этанол (96-%)	
	$\rho, \text{кг/м}^3$	$\mu, 10^{-5} \text{Па} \cdot \text{с}$
0	824	179.9
10	816	146.4
20	807	119.8
30	799	98.5
40	789	81.9
50	781	69
60	772	58.8
70	763	50

$T, ^\circ C$	Изопропанол	
	$\rho, \text{кг/м}^3$	$\mu, 10^{-4} \text{Па} \cdot \text{с}$
0	801	46
10	793	32.6
15	789	–
20	785	23.9
25	780	–
30	776	17.6

$T, ^\circ C$	<i>n</i> -бутанол	
	$\rho, \text{кг/м}^3$	$\mu, 10^{-4} \text{Па} \cdot \text{с}$
0	824	46
10	817	32.6
20	809	–
25	805	23.9
30	802	–
35	798	17.6
$T, ^\circ C$	глицерин	
	$\rho, \text{кг/м}^3$	$\mu, 10^{-3} \text{Па} \cdot \text{с}$
20	1260	1480
40	1250	330
60	1238	102
80	1224	35
100	1208	13
120	1188	5.2
$T, ^\circ C$	нитробензол	
	$\rho, \text{кг/м}^3$	$\mu, 10^{-3} \text{Па} \cdot \text{с}$
10	813	2.46
20	801	2.01
30	790	1.69
40	778	1.44
50	767	1.24

ВАРИАНТ 1 Через прямую трубу круглого сечения пропускают воду при температуре 78°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и теплопроводности воды . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие не хуже 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления на на трубе длиной 49 м, диаметром 67 мм и относительной шероховатостью 0.0137, если расход воды через трубу равен $69.2 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
3. Построить зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса для труб шероховатостью $\varepsilon_1 = 0.01$, $\varepsilon_1 = 0.02$, $\varepsilon_1 = 0.04$
4. Построить зависимость гидравлического сопротивления в зависимости от диаметра трубы при заданном расходе и диаметре трубы.

ВАРИАНТ 2 Через прямую трубу круглого сечения пропускают бензол при температуре 66°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и теплопроводности бензола . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие не хуже 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления на на трубе длиной 27 м, диаметром 91 мм и относительной шероховатостью 0.0009, если расход воды через трубу равен $61.6 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
3. Построить зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса для труб шероховатостью $\varepsilon_1 = 0.01$, $\varepsilon_1 = 0.02$, $\varepsilon_1 = 0.04$

4. Построить зависимость гидравлического сопротивления в зависимости от диаметра трубы при заданном расходе и диаметре трубы.

ВАРИАНТ 3 Через прямую трубу круглого сечения пропускают бензол при температуре 20°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и теплопроводности бензола. Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие не хуже 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления на трубе длиной 22 м, диаметром 74 мм и относительной шероховатостью 0.0254, если расход воды через трубу равен $77.4 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
3. Построить зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса для труб шероховатостью $\varepsilon_1 = 0.01$, $\varepsilon_1 = 0.02$, $\varepsilon_1 = 0.04$
4. Построить зависимость гидравлического сопротивления в зависимости от диаметра трубы при заданном расходе и диаметре трубы.

ВАРИАНТ 4 Через прямую трубу круглого сечения пропускают нитробензол при температуре 45°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и теплопроводности нитробензола. Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие не хуже 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления на трубе длиной 15 м, диаметром 71 мм и относительной шероховатостью 0.0157, если расход воды через трубу равен $10.7 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.

3. Построить зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса для труб шероховатостью $\varepsilon_1 = 0.01$, $\varepsilon_1 = 0.02$, $\varepsilon_1 = 0.04$
4. Построить зависимость гидравлического сопротивления в зависимости от диаметра трубы при заданном расходе и диаметре трубы.

ВАРИАНТ 5 Через прямую трубу круглого сечения пропускают нитробензол при температуре 22°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и теплопроводности нитробензола . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие не хуже 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления на на трубе длиной 15 м, диаметром 38 мм и относительной шероховатостью 0.0208, если расход воды через трубу равен $47.1 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
3. Построить зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса для труб шероховатостью $\varepsilon_1 = 0.01$, $\varepsilon_1 = 0.02$, $\varepsilon_1 = 0.04$
4. Построить зависимость гидравлического сопротивления в зависимости от диаметра трубы при заданном расходе и диаметре трубы.

ВАРИАНТ 6 Через прямую трубу круглого сечения пропускают анилин при температуре 28°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и теплопроводности анилина . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие не хуже 10 %

2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления на трубе длиной 39 м, диаметром 15 мм и относительной шероховатостью 0.0100, если расход воды через трубу равен $38.1 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
3. Построить зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса для труб шероховатостью $\varepsilon_1 = 0.01$, $\varepsilon_1 = 0.02$, $\varepsilon_1 = 0.04$
4. Построить зависимость гидравлического сопротивления в зависимости от диаметра трубы при заданном расходе и диаметре трубы.

ВАРИАНТ 7 Через прямую трубу круглого сечения пропускают глицерин при температуре 74°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и теплопроводности глицерина . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие не хуже 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления на трубе длиной 35 м, диаметром 106 мм и относительной шероховатостью 0.0107, если расход воды через трубу равен $95.4 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
3. Построить зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса для труб шероховатостью $\varepsilon_1 = 0.01$, $\varepsilon_1 = 0.02$, $\varepsilon_1 = 0.04$
4. Построить зависимость гидравлического сопротивления в зависимости от диаметра трубы при заданном расходе и диаметре трубы.

ВАРИАНТ 8 Через прямую трубу круглого сечения пропускают н-бутанол при температуре 12°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и теплопроводности н-бутанола . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие не хуже 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления на на трубе длиной 28 м, диаметром 101 мм и относительной шероховатостью 0.0168, если расход воды через трубу равен $6.9 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
3. Построить зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса для труб шероховатостью $\varepsilon_1 = 0.01$, $\varepsilon_1 = 0.02$, $\varepsilon_1 = 0.04$
4. Построить зависимость гидравлического сопротивления в зависимости от диаметра трубы при заданном расходе и диаметре трубы.

ВАРИАНТ 9 Через прямую трубу круглого сечения пропускают о-ксилол при температуре 16°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и теплопроводности о-ксилола . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие не хуже 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления на на трубе длиной 69 м, диаметром 104 мм и относительной шероховатостью 0.0205, если расход воды через трубу равен $74.0 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
3. Построить зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса для труб шероховатостью $\varepsilon_1 = 0.01$, $\varepsilon_1 = 0.02$, $\varepsilon_1 = 0.04$

4. Построить зависимость гидравлического сопротивления в зависимости от диаметра трубы при заданном расходе и диаметре трубы.

ВАРИАНТ 10 Через прямую трубу круглого сечения пропускают о-ксилол при температуре 59°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и теплопроводности о-ксилола . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие не хуже 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления на трубе длиной 31 м, диаметром 48 мм и относительной шероховатостью 0.0198, если расход воды через трубу равен $8.4 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
3. Построить зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса для труб шероховатостью $\varepsilon_1 = 0.01$, $\varepsilon_1 = 0.02$, $\varepsilon_1 = 0.04$
4. Построить зависимость гидравлического сопротивления в зависимости от диаметра трубы при заданном расходе и диаметре трубы.

ВАРИАНТ 11 Через прямую трубу круглого сечения пропускают о-ксилол при температуре 10°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и теплопроводности о-ксилола . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие не хуже 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления на трубе длиной 33 м, диаметром 42 мм и относительной шероховатостью 0.0023, если расход воды через трубу равен $85.7 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.

3. Построить зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса для труб шероховатостью $\varepsilon_1 = 0.01$, $\varepsilon_1 = 0.02$, $\varepsilon_1 = 0.04$
4. Построить зависимость гидравлического сопротивления в зависимости от диаметра трубы при заданном расходе и диаметре трубы.

ВАРИАНТ 12 Через прямую трубу круглого сечения пропускают бензол при температуре 15°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и теплопроводности бензола. Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие не хуже 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления на трубе длиной 53 м, диаметром 20 мм и относительной шероховатостью 0.0218, если расход воды через трубу равен $93.2 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
3. Построить зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса для труб шероховатостью $\varepsilon_1 = 0.01$, $\varepsilon_1 = 0.02$, $\varepsilon_1 = 0.04$
4. Построить зависимость гидравлического сопротивления в зависимости от диаметра трубы при заданном расходе и диаметре трубы.

ВАРИАНТ 13 Через прямую трубу круглого сечения пропускают бензол при температуре 38°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и теплопроводности бензола. Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие не хуже 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад

давления на трубе длиной 57 м, диаметром 13 мм и относительной шероховатостью 0.0233, если расход воды через трубу равен $19.0 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.

3. Построить зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса для труб шероховатостью $\varepsilon_1 = 0.01$, $\varepsilon_1 = 0.02$, $\varepsilon_1 = 0.04$
4. Построить зависимость гидравлического сопротивления в зависимости от диаметра трубы при заданном расходе и диаметре трубы.

ВАРИАНТ 14 Через прямую трубу круглого сечения пропускают нитробензол при температуре 23°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и теплопроводности нитробензола. Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие не хуже 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления на трубе длиной 76 м, диаметром 47 мм и относительной шероховатостью 0.0234, если расход воды через трубу равен $33.2 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
3. Построить зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса для труб шероховатостью $\varepsilon_1 = 0.01$, $\varepsilon_1 = 0.02$, $\varepsilon_1 = 0.04$
4. Построить зависимость гидравлического сопротивления в зависимости от диаметра трубы при заданном расходе и диаметре трубы.

ВАРИАНТ 15 Через прямую трубу круглого сечения пропускают изопропанол при температуре 18°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и теплопроводности изопропанола. Для аппроксимации

использовать произвольные функции, описывающие не хуже 10 %

2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления на трубе длиной 49 м, диаметром 66 мм и относительной шероховатостью 0.0071, если расход воды через трубу равен $88.7 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
3. Построить зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса для труб шероховатостью $\varepsilon_1 = 0.01$, $\varepsilon_1 = 0.02$, $\varepsilon_1 = 0.04$
4. Построить зависимость гидравлического сопротивления в зависимости от диаметра трубы при заданном расходе и диаметре трубы.

ВАРИАНТ 16 Через прямую трубу круглого сечения пропускают изопропанол при температуре 6°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и теплопроводности изопропанола. Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие не хуже 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления на трубе длиной 53 м, диаметром 68 мм и относительной шероховатостью 0.0207, если расход воды через трубу равен $12.5 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
3. Построить зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса для труб шероховатостью $\varepsilon_1 = 0.01$, $\varepsilon_1 = 0.02$, $\varepsilon_1 = 0.04$
4. Построить зависимость гидравлического сопротивления в зависимости от диаметра трубы при заданном расходе и диаметре трубы.

ВАРИАНТ 17 Через прямую трубу круглого сечения пропускают воду при температуре 28°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и теплопроводности воды . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие не хуже 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления на на трубе длиной 95 м, диаметром 79 мм и относительной шероховатостью 0.0148, если расход воды через трубу равен $99.6 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
3. Построить зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса для труб шероховатостью $\varepsilon_1 = 0.01$, $\varepsilon_1 = 0.02$, $\varepsilon_1 = 0.04$
4. Построить зависимость гидравлического сопротивления в зависимости от диаметра трубы при заданном расходе и диаметре трубы.

ВАРИАНТ 18 Через прямую трубу круглого сечения пропускают н-бутанол при температуре 31°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и теплопроводности н-бутанола . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие не хуже 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления на на трубе длиной 36 м, диаметром 14 мм и относительной шероховатостью 0.0207, если расход воды через трубу равен $3.3 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
3. Построить зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса для труб шероховатостью $\varepsilon_1 = 0.01$, $\varepsilon_1 = 0.02$, $\varepsilon_1 = 0.04$

4. Построить зависимость гидравлического сопротивления в зависимости от диаметра трубы при заданном расходе и диаметре трубы.

ВАРИАНТ 19 Через прямую трубу круглого сечения пропускают о-ксилол при температуре 19°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и теплопроводности о-ксилола . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие не хуже 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления на на трубе длиной 66 м, диаметром 18 мм и относительной шероховатостью 0.0042, если расход воды через трубу равен $17.1 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
3. Построить зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса для труб шероховатостью $\varepsilon_1 = 0.01$, $\varepsilon_1 = 0.02$, $\varepsilon_1 = 0.04$
4. Построить зависимость гидравлического сопротивления в зависимости от диаметра трубы при заданном расходе и диаметре трубы.

ВАРИАНТ 20 Через прямую трубу круглого сечения пропускают бензол при температуре 21°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и теплопроводности бензола . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие не хуже 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления на на трубе длиной 14 м, диаметром 105 мм и относительной шероховатостью 0.0103, если расход воды через трубу равен $37.2 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.

3. Построить зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса для труб шероховатостью $\varepsilon_1 = 0.01$, $\varepsilon_1 = 0.02$, $\varepsilon_1 = 0.04$
4. Построить зависимость гидравлического сопротивления в зависимости от диаметра трубы при заданном расходе и диаметре трубы.

ВАРИАНТ 21 Через прямую трубу круглого сечения пропускают нитробензол при температуре 40°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и теплопроводности нитробензола . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие не хуже 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления на на трубе длиной 51 м, диаметром 43 мм и относительной шероховатостью 0.0047, если расход воды через трубу равен $10.4 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
3. Построить зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса для труб шероховатостью $\varepsilon_1 = 0.01$, $\varepsilon_1 = 0.02$, $\varepsilon_1 = 0.04$
4. Построить зависимость гидравлического сопротивления в зависимости от диаметра трубы при заданном расходе и диаметре трубы.

ВАРИАНТ 22 Через прямую трубу круглого сечения пропускают нитробензол при температуре 38°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и теплопроводности нитробензола . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие не хуже 10 %

2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления на трубе длиной 86 м, диаметром 36 мм и относительной шероховатостью 0.0056, если расход воды через трубу равен $91.5 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
3. Построить зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса для труб шероховатостью $\varepsilon_1 = 0.01$, $\varepsilon_1 = 0.02$, $\varepsilon_1 = 0.04$
4. Построить зависимость гидравлического сопротивления в зависимости от диаметра трубы при заданном расходе и диаметре трубы.

ВАРИАНТ 23 Через прямую трубу круглого сечения пропускают бензол при температуре 47°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и теплопроводности бензола. Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие не хуже 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления на трубе длиной 13 м, диаметром 79 мм и относительной шероховатостью 0.0209, если расход воды через трубу равен $15.7 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
3. Построить зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса для труб шероховатостью $\varepsilon_1 = 0.01$, $\varepsilon_1 = 0.02$, $\varepsilon_1 = 0.04$
4. Построить зависимость гидравлического сопротивления в зависимости от диаметра трубы при заданном расходе и диаметре трубы.

ВАРИАНТ 24 Через прямую трубу круглого сечения пропускают изопропанол при температуре 11°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и теплопроводности изопропанола . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие не хуже 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления на на трубе длиной 36 м, диаметром 85 мм и относительной шероховатостью 0.0142, если расход воды через трубу равен $100.9 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
3. Построить зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса для труб шероховатостью $\varepsilon_1 = 0.01$, $\varepsilon_1 = 0.02$, $\varepsilon_1 = 0.04$
4. Построить зависимость гидравлического сопротивления в зависимости от диаметра трубы при заданном расходе и диаметре трубы.

ВАРИАНТ 25 Через прямую трубу круглого сечения пропускают н-бутанол при температуре 24°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и теплопроводности н-бутанола . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие не хуже 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления на на трубе длиной 62 м, диаметром 77 мм и относительной шероховатостью 0.0212, если расход воды через трубу равен $87.1 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
3. Построить зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса для труб шероховатостью $\varepsilon_1 = 0.01$, $\varepsilon_1 = 0.02$, $\varepsilon_1 = 0.04$

4. Построить зависимость гидравлического сопротивления в зависимости от диаметра трубы при заданном расходе и диаметре трубы.

ВАРИАНТ 26 Через прямую трубу круглого сечения пропускают воду при температуре 71°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и теплопроводности воды. Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие не хуже 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления на трубе длиной 70 м, диаметром 47 мм и относительной шероховатостью 0.0225, если расход воды через трубу равен $3.9 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
3. Построить зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса для труб шероховатостью $\varepsilon_1 = 0.01$, $\varepsilon_1 = 0.02$, $\varepsilon_1 = 0.04$
4. Построить зависимость гидравлического сопротивления в зависимости от диаметра трубы при заданном расходе и диаметре трубы.

ВАРИАНТ 27 Через прямую трубу круглого сечения пропускают анилин при температуре 39°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и теплопроводности анилина. Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие не хуже 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления на трубе длиной 51 м, диаметром 108 мм и относительной шероховатостью 0.0078, если расход воды через трубу равен $8.2 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.

3. Построить зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса для труб шероховатостью $\varepsilon_1 = 0.01$, $\varepsilon_1 = 0.02$, $\varepsilon_1 = 0.04$
4. Построить зависимость гидравлического сопротивления в зависимости от диаметра трубы при заданном расходе и диаметре трубы.

ВАРИАНТ 28 Через прямую трубу круглого сечения пропускают бензол при температуре $54^\circ C$

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и теплопроводности бензола. Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие не хуже 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления на трубе длиной 55 м, диаметром 79 мм и относительной шероховатостью 0.0151, если расход воды через трубу равен $31.0 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
3. Построить зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса для труб шероховатостью $\varepsilon_1 = 0.01$, $\varepsilon_1 = 0.02$, $\varepsilon_1 = 0.04$
4. Построить зависимость гидравлического сопротивления в зависимости от диаметра трубы при заданном расходе и диаметре трубы.

ВАРИАНТ 29 Через прямую трубу круглого сечения пропускают о-ксилол при температуре $62^\circ C$

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и теплопроводности о-ксилола. Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие не хуже 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад

давления на трубе длиной 48 м, диаметром 86 мм и относительной шероховатостью 0.0176, если расход воды через трубу равен $34.6 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.

3. Построить зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса для труб шероховатостью $\varepsilon_1 = 0.01$, $\varepsilon_1 = 0.02$, $\varepsilon_1 = 0.04$
4. Построить зависимость гидравлического сопротивления в зависимости от диаметра трубы при заданном расходе и диаметре трубы.

ВАРИАНТ 30 Через прямую трубу круглого сечения пропускают о-ксилол при температуре 76°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и теплопроводности о-ксилола. Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие не хуже 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления на трубе длиной 40 м, диаметром 58 мм и относительной шероховатостью 0.0101, если расход воды через трубу равен $44.1 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
3. Построить зависимость коэффициента гидравлического трения от критерия Рейнольдса для труб шероховатостью $\varepsilon_1 = 0.01$, $\varepsilon_1 = 0.02$, $\varepsilon_1 = 0.04$
4. Построить зависимость гидравлического сопротивления в зависимости от диаметра трубы при заданном расходе и диаметре трубы.