

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 относительной шероховатостью 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 динамической 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 изопропанол при температуре 22°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и плотности изопропанола . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие с ошибкой не более 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления по трубе длиной 29 м, диаметром 38 мм и относительной шероховатостью 0.0253, если расход воды через трубу равен $7.2 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
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 нитробензол при температуре 35°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и плотности нитробензола . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие с ошибкой не более 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления по трубе длиной 75 м, диаметром 23 мм и относительной шероховатостью 0.0163, если расход воды через трубу равен $21.4 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
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 3 Через прямую трубу круглого сечения пропускают н-бутанол при температуре 18°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и плотности н-бутанола . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие с ошибкой не более 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления по трубе длиной 34 м, диаметром 38 мм и относительной шероховатостью 0.0065, если расход воды через трубу равен $36.1 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
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 4 Через прямую трубу круглого сечения пропускают о-ксилол при температуре 68°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и плотности о-ксилола . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие с ошибкой не более 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления по трубе длиной 43 м, диаметром 42 мм и относительной шероховатостью 0.0235, если расход воды через трубу равен $87.9 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.

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

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и плотности н-бутанола . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие с ошибкой не более 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления по трубе длиной 63 м, диаметром 108 мм и относительной шероховатостью 0.0097, если расход воды через трубу равен $24.9 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
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 6 Через прямую трубу круглого сечения пропускают этанол при температуре 8°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и плотности этанола . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие с ошибкой не более 10 %

2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления по трубе длиной 89 м, диаметром 76 мм и относительной шероховатостью 0.0113, если расход воды через трубу равен $40.0 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
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 7 Через прямую трубу круглого сечения пропускают н-бутанол при температуре 16°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и плотности н-бутанола . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие с ошибкой не более 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления по трубе длиной 50 м, диаметром 97 мм и относительной шероховатостью 0.0214, если расход воды через трубу равен $26.6 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
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 8 Через прямую трубу круглого сечения пропускают глицерин при температуре 91°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и плотности глицерина . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие с ошибкой не более 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления по трубе длиной 44 м, диаметром 100 мм и относительной шероховатостью 0.0077, если расход воды через трубу равен $84.7 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
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 9 Через прямую трубу круглого сечения пропускают анилин при температуре 8°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и плотности анилина . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие с ошибкой не более 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления по трубе длиной 28 м, диаметром 47 мм и относительной шероховатостью 0.0098, если расход воды через трубу равен $23.1 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
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 10 Через прямую трубу круглого сечения пропускают нитробензол при температуре 22°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и плотности нитробензола. Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие с ошибкой не более 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления по трубе длиной 61 м, диаметром 101 мм и относительной шероховатостью 0.0126, если расход воды через трубу равен $69.5 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
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 11 Через прямую трубу круглого сечения пропускают нитробензол при температуре 49°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и плотности нитробензола. Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие с ошибкой не более 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления по трубе длиной 80 м, диаметром 93 мм и относительной шероховатостью 0.0199, если расход воды через трубу равен $12.1 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.

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 12 Через прямую трубу круглого сечения пропускают бензол при температуре 43°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и плотности бензола. Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие с ошибкой не более 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления по трубе длиной 29 м, диаметром 76 мм и относительной шероховатостью 0.0180, если расход воды через трубу равен $98.3 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
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 13 Через прямую трубу круглого сечения пропускают изопропанол при температуре 10°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и плотности изопропанола. Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие с ошибкой не более 10 %

2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления по трубе длиной 86 м, диаметром 106 мм и относительной шероховатостью 0.0042, если расход воды через трубу равен $39.2 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
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 14 Через прямую трубу круглого сечения пропускают анилин при температуре 21°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и плотности анилина . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие с ошибкой не более 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления по трубе длиной 50 м, диаметром 68 мм и относительной шероховатостью 0.0198, если расход воды через трубу равен $27.0 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
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 15 Через прямую трубу круглого сечения пропускают глицерин при температуре 29°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и плотности глицерина . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие с ошибкой не более 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления по трубе длиной 59 м, диаметром 19 мм и относительной шероховатостью 0.0021, если расход воды через трубу равен $68.1 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
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 16 Через прямую трубу круглого сечения пропускают н-бутанол при температуре 25°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и плотности н-бутанола . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие с ошибкой не более 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления по трубе длиной 49 м, диаметром 53 мм и относительной шероховатостью 0.0237, если расход воды через трубу равен $94.6 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
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 17 Через прямую трубу круглого сечения пропускают н-бутанол при температуре 27°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и плотности н-бутанола . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие с ошибкой не более 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления по трубе длиной 35 м, диаметром 55 мм и относительной шероховатостью 0.0109, если расход воды через трубу равен $8.1 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
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 18 Через прямую трубу круглого сечения пропускают н-бутанол при температуре 0°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и плотности н-бутанола . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие с ошибкой не более 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления по трубе длиной 19 м, диаметром 48 мм и относительной шероховатостью 0.0239, если расход воды через трубу равен $65.6 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.

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 19 Через прямую трубу круглого сечения пропускают нитробензол при температуре 12°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и плотности нитробензола. Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие с ошибкой не более 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления по трубе длиной 95 м, диаметром 36 мм и относительной шероховатостью 0.0019, если расход воды через трубу равен $33.0 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
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 20 Через прямую трубу круглого сечения пропускают глицерин при температуре 64°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и плотности глицерина. Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие с ошибкой не более 10 %

2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления по трубе длиной 74 м, диаметром 43 мм и относительной шероховатостью 0.0078, если расход воды через трубу равен $59.3 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
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 21 Через прямую трубу круглого сечения пропускают нитробензол при температуре 50°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и плотности нитробензола . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие с ошибкой не более 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления по трубе длиной 80 м, диаметром 20 мм и относительной шероховатостью 0.0041, если расход воды через трубу равен $88.6 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
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 22 Через прямую трубу круглого сечения пропускают бензол при температуре 39°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и плотности бензола . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие с ошибкой не более 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления по трубе длиной 86 м, диаметром 67 мм и относительной шероховатостью 0.0204, если расход воды через трубу равен $30.7 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
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 23 Через прямую трубу круглого сечения пропускают н-бутанол при температуре 21°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и плотности н-бутанола . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие с ошибкой не более 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления по трубе длиной 45 м, диаметром 109 мм и относительной шероховатостью 0.0155, если расход воды через трубу равен $41.5 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
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 24 Через прямую трубу круглого сечения пропускают анилин при температуре 23°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и плотности анилина . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие с ошибкой не более 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления по трубе длиной 75 м, диаметром 35 мм и относительной шероховатостью 0.0086, если расход воды через трубу равен $86.3 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
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 25 Через прямую трубу круглого сечения пропускают воду при температуре 12°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и плотности воды . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие с ошибкой не более 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления по трубе длиной 66 м, диаметром 25 мм и относительной шероховатостью 0.0200, если расход воды через трубу равен $66.9 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.

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 26 Через прямую трубу круглого сечения пропускают о-ксилол при температуре 80°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и плотности о-ксилола . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие с ошибкой не более 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления по трубе длиной 94 м, диаметром 50 мм и относительной шероховатостью 0.0052, если расход воды через трубу равен $71.3 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
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 27 Через прямую трубу круглого сечения пропускают этанол при температуре 62°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и плотности этанола . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие с ошибкой не более 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и

шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления по трубе длиной 8 м, диаметром 37 мм и относительной шероховатостью 0.0196, если расход воды через трубу равен $46.7 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.

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

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и плотности изопропанола. Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие с ошибкой не более 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления по трубе длиной 30 м, диаметром 47 мм и относительной шероховатостью 0.0176, если расход воды через трубу равен $51.3 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
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 29 Через прямую трубу круглого сечения пропускают этанол при температуре 51°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и плотности этанола . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие с ошибкой не более 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления по трубе длиной 44 м, диаметром 27 мм и относительной шероховатостью 0.0178, если расход воды через трубу равен $97.4 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
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 30 Через прямую трубу круглого сечения пропускают изопропанол при температуре 18°C

1. Описать температурную зависимость коэффициента вязкости и плотности изопропанола . Для аппроксимации использовать произвольные функции, описывающие с ошибкой не более 10 %
2. Создать функцию описывающую зависимость коэффициента гидравлического трения от значения критерия Рейнольдса и шероховатости поверхности трубы. Определить перепад давления по трубе длиной 82 м, диаметром 76 мм и относительной шероховатостью 0.0232, если расход воды через трубу равен $63.8 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.
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.