

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский горный университет»

**Кафедра автоматизации технологических процессов
и производств**

Механика жидкости и газа

*Методические указания к
курсовому проекту
для студентов специальности 130603*

Составитель: к.т.н., асс. Бойков А.В.

ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

1. Уравнение неразрывности сплошности

При рассмотрении движения жидкости считают, что в потоке жидкость сплошь заполняет занимаемое ею пространство без образования пустот, т.е. движение жидкости происходит неразрывно. В этом случае справедливо уравнение неразрывности движения, выводимое на основе закона сохранения массы.

Для установившегося течения несжимаемой жидкости элементарной струйки тока закон сохранения массы означает, что расход во всех сечениях элементарной струйки один и тот же, т.е.

$$dQ = u_1 dF_1 = u_2 dF_2,$$

где F - площадь сечения трубы; u – скорость элементарной струйки. Аналогичное соотношение можно составить для потока конечных размеров, введя в рассмотрение вместо скоростей и струек среднюю скорость потока V ; таким образом, по длине потока

$$V_1 F_1 = V_2 F_2 = VF = Q$$

т.е. величины средней скорости в сечениях потока несжимаемой жидкости обратно пропорциональны площадям соответствующих сечений.

2. Напор

Жидкость, движущаяся по трубопроводам, обладает определенной энергией. В гидравлике принято относить эту энергию к единице веса или объема жидкости (удельная энергия).

Если энергия отнесена к единице веса жидкости, то ее называют напором и обозначают h , а если к единице объема, то – объемным напором h' . Связь между двумя этими видами напора выражают формулой

$$h' = \gamma \cdot h = \rho \cdot g \cdot h, \quad \text{Н/м}^2$$

где γ и ρ – удельный вес и плотность движущейся жидкости соответственно н/м^3 и кг/м^3 ; g - ускорение свободного падения, м/с^2 .

Различают несколько видов напора:

1. напор положения - геометрический $h_{\text{геом}}$ ($h'_{\text{геом}}$) или геодезический $h_{\text{геод}}$ ($h'_{\text{геод}}$);
2. напор давления – пьезометрический $h_{\text{пьез}}$ ($h'_{\text{пьез}}$);
3. напор скоростной – динамический $h_{\text{дин}}$ ($h'_{\text{дин}}$);
4. напор статический $h_{\text{ст}} = h_{\text{геом}} + h_{\text{пьез}}$ ($h'_{\text{ст}} = h'_{\text{геом}} + h'_{\text{пьез}}$);
5. полный напор $H = h_{\text{геом}} + h_{\text{пьез}} + h_{\text{дин}}$ ($H' = h'_{\text{геом}} + h'_{\text{пьез}} + h'_{\text{дин}}$);
6. потерянный напор $h_{\text{пот}}$ ($h'_{\text{пот}}$).

Полный напор находится как сумма всех видов напора.

3. Уравнение Бернулли

Формула Бернулли – в установившемся движении идеальной жидкости общее давление, слагающееся из динамического, гидростатического и статического, одинаково для всех поперечных сечений трубки тока.

$$\frac{\rho v^2}{2} + \rho gh + p = Const$$

Здесь ρ – плотность жидкости; v – скорость течения. Слагаемое $\frac{\rho v^2}{2}$ – динамическое давление; ρgh – гидростатическое давление; p – давление жидкости на поверхность обтекаемого ею тела, по сути статическое давление.

Проанализировав уравнение Бернулли для горизонтальной трубки тока можно сделать выводы, что при течении жидкости по горизонтальной трубе, владеющей различными сечениями, в узких местах давление на стенки трубы меньше, но скорость жидкости больше, статическое давление больше в широких местах, то есть там, где скорость меньше.

4. Потери напора на трение

Движение жидкости по трубопроводам обычно сопровождается потерями энергии (напора) $h_{пот}$. При этом различают удельные потери энергии на трение $h_{тр}$ и на местные сопротивления $h_{м.с.}$. Сумма этих потерь дает суммарные потери напора для данного трубопровода $h_{пот}$.

Потери энергии на трение при движении жидкости по трубам имеют место по всей длине трубопроводов. Возникают потери за счет трения между слоями жидкости, движущимися с разной скоростью друг относительно друга, а также при ударах частиц жидкости друг о друга и о стенку трубопровода. Величина потерь напора на трение и преобладающее действие того или иного механизма потерь на трение зависит, прежде всего, от режима движения жидкости.

Различают два режима движения жидкости: ламинарный, когда слои жидкости движутся, не перемешиваясь, параллельно друг другу, и турбулентный, при котором каждая частица жидкости движется по сложной траектории. В большинстве случаев режим движения можно оценить с помощью критерия Рейнольдса:

$$Re = \frac{Wd}{\nu},$$

где W – средняя скорость движения жидкости, м/с; d – диаметр трубопровода, м; ν – кинематический коэффициент вязкости, м²/с.

Потери напора на трение определяются в следующем порядке. При известной скорости движения жидкости W и кинематическом коэффициенте вязкости ν , известных характеристиках трубопровода (длине l , диаметре d) и абсолютной шероховатости стенки k вначале определяют режим движения жидкости по критерию Рейнольдса

Если режим движения ламинарный, то определяется коэффициент трения λ , а затем и потери напора на трение или потери давления на трение по формуле.

При турбулентном режиме формула для определения коэффициента трения выбирается в зависимости от толщины ламинарной пленки.

5. Местные потери напора

Кроме потерь напора на трение, действующих по всей длине трубопровода, встречается еще один вид потерь напора – это потери на местные сопротивления. Местные сопротивления, встречающиеся в гидравлических сетях, можно разбить на 4 группы:

- связанные с изменением сечения потока жидкости (различные сужения и расширения);
- связанные с изменением направления потока жидкости (повороты);
- связанные со слиянием и разделением потоков жидкости;
- различная запорная арматура (задвижки, вентили и т.д.).

Потери напора на местных сопротивлениях $h_{м.с.}$ определяются по простым формулам:

$$h_{м.с.} = \xi * \frac{W^2}{2g}, \text{ м}$$

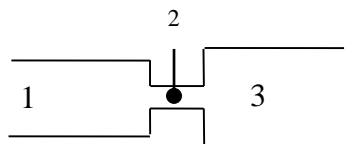
где ξ – коэффициент местных сопротивлений, определяемый по справочнику.

Суммарные потери напора в данном трубопроводе складываются из потерь на трение и потерь на местные сопротивления:

$$h_{пот\Sigma} = h_{тр} + h_{м.с.}, \text{ м}$$

6. Расчет простых трубопроводов

Последовательное соединение.

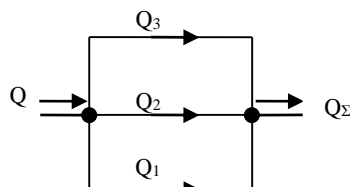


При подаче жидкости по такому трубопроводу расход во всех сечениях одинаков, давление в узле одинаково для обоих отрезков, а полная потеря напора равна сумме потерь напора в первом и втором трубопроводах:

$$h_{пот} = \sum_{i=1}^n h_i$$
$$Q = Q_1 = Q_2 = Q_3 = \text{const}$$

Гидравлическую характеристику последовательного соединения труб можно получить путем графического сложения характеристик по правилу последовательного соединения: складываются напоры (давления) при одинаковых расходах.

Параллельное соединение



Для расходов в ветвях и всего соединения используются следующие уравнения:

$$h_{\text{пот}} = h_{\text{пот1}} = h_{\text{пот2}} = h_{\text{пот3}} = \text{const}$$

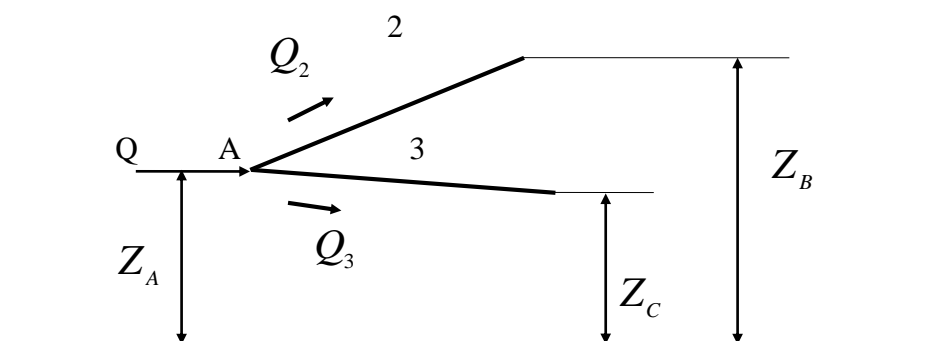
$$Q = \sum_{i=1}^n Q_i$$

Данные уравнения являются основой для аналитического метода расчёта параллельного соединения труб.

Гидравлическую характеристику параллельного соединения можно также получить методом сложения характеристик ветвей. Характеристики ветвей должны быть предварительно рассчитаны по методике простого трубопровода и построены.

Правило параллельного соединения: складываются расходы при одинаковых напорах.

Разветвленное соединение



Разветвлённое расходящееся соединение представляет соединение простых трубопроводов в одной узловой точке. Жидкость подается в узловую точку А и расходится по ветвям 1,2, 3.

Также, как и для параллельного соединения, в узле А выполняется условие:

$$Q = Q_2 + Q_3 .$$

Отличие заключается в разных концевых условиях в ветвях 1, 2 и 3.

Течение в разветвлённом соединении происходит при одинаковом для всех ветвей напоре (давлении p_M) в узле А. Исходя из этого, запишем выражение для потребного (геодезического) напора для ветвей 2 и 3:

$$H_{\text{гед},2} = \frac{p_A}{\rho g} = \frac{p_B}{\rho g} + (Z_B - Z_A) + H_{\text{ном},2} = H_{\text{стат},2} + H_{\text{ном},2} ;$$

$$H_{\text{гед},3} = \frac{p_A}{\rho g} = \frac{p_C}{\rho g} + (Z_C - Z_A) + H_{\text{ном},3} = H_{\text{стат},3} + H_{\text{ном},3} .$$

7. Расчет сложных трубопроводов

Сложный трубопровод составляется из простых трубопроводов с последовательным и параллельным их соединением или разветвлениями.

ЗАДАНИЕ

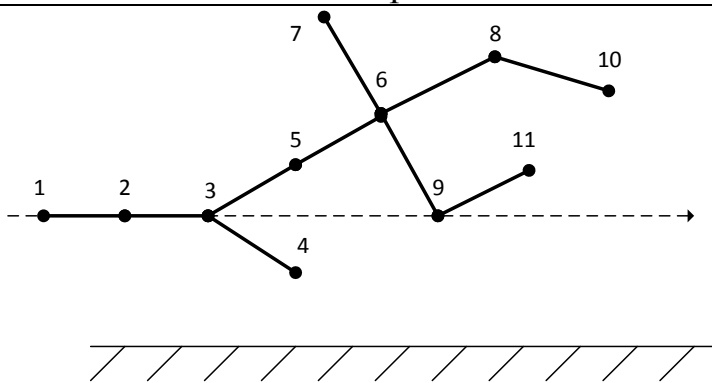
В сложном трубопроводе (приложение 1) протекает заданное вещество при некоторой температуре. Трубопровод имеет заданные геометрические характеристики (приложение 2): длина l и d диаметр в каждом сечении, а также общую для всего трубопровода шероховатость стенок δ . Относительно оси горизонта труба меняет своё направление под определенным углом.

Учитывая потери напора на трение и местные потери, рассчитать необходимый расход и полный напор на входе трубопровода (точка 1 на схеме) для обеспечения конечных потребителей требуемым расходом. Построить гидравлическую характеристику сложного трубопровода.

Недостающие параметры могут быть получены из справочников (ссылка в пояснительной записке к курсовой работе строго обязательна).

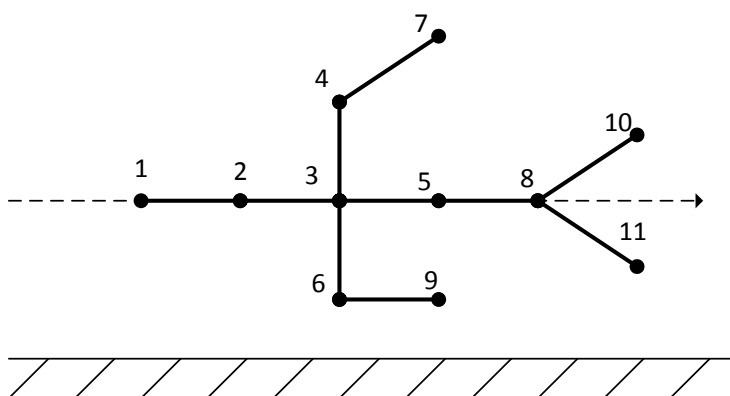
Варианты представлены в приложении 3.

Приложение 1. Схемы сложных трубопроводов



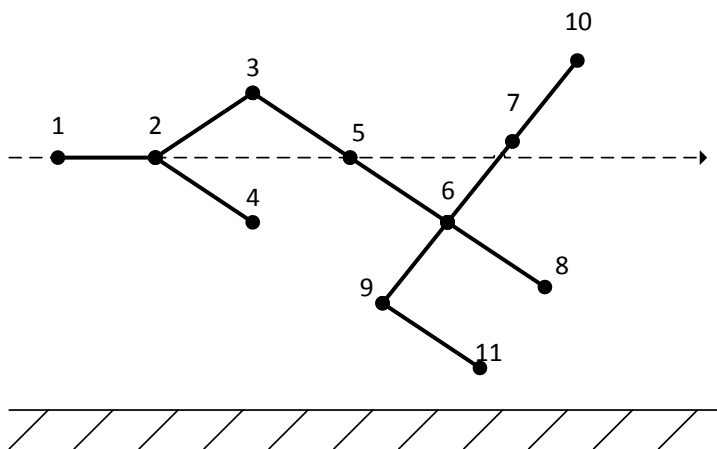
- 2 - запорный кран
- 3 - тройник
- 5 - внезапное сужение/расширение
- 6 - крестовина
- 8 - плавный поворот
- 9 - внезапный поворот (колено)

Схема 1



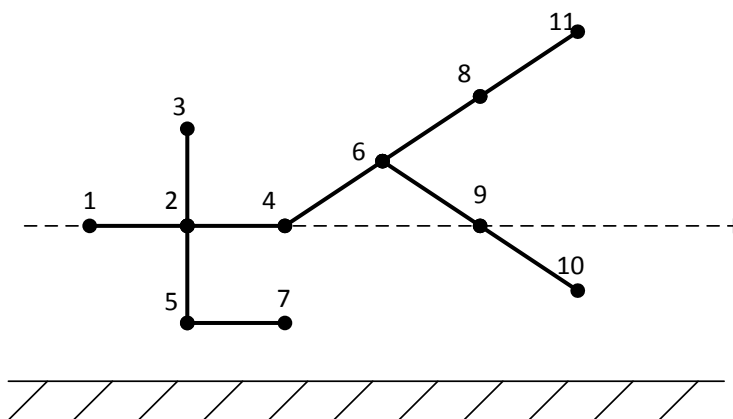
- 5 - запорный кран
- 8 - тройник
- 2 - внезапное сужение/расширение
- 3 - крестовина
- 4 - плавный поворот
- 6 - внезапный поворот (колено)

Схема 2



- 7 - запорный кран
- 2 - тройник
- 5 - внезапное сужение/расширение
- 6 - крестовина
- 3 - плавный поворот
- 9 - внезапный поворот (колено)

Схема 3



- 8 - запорный кран
- 6 - тройник
- 9 - внезапное сужение/расширение
- 2 - крестовина
- 4 - плавный поворот
- 5 - внезапный поворот (колено)

Схема 4

Приложение 2. Параметры трубопровода Схема 1

Параметр трубопровода	Длина участка №, м/ Диаметр участка №, мм										Углы №			Коэффициент местных сопротивл. №		Радиус скругл. участка №, мм	Положение точки 1, м	Конечные расходы, л/час				Жидкость внутри труб	Температура жидкости, С	Шероховатость, мм
											2-3-4	2-3-5	6-5-10											
	1-2	2-3	3-4	3-5	5-6	6-7	6-8	8-10	6-9	6-11	2	3	8	Q4	Q7	Q10	Q11							
1	2/90	3/90	4/90	5/90	3/75	4/75	5/75	2/75	3/75	4/75	30	60	90	1,1	1,8	15	2,0	2	3	4	5	вода	20	0,01
2	3/75	4/75	5/75	2/75	4/60	5/60	2/60	3/60	4/60	5/60	60	90	120	1,3	1,6	30	2,5	3	4	5	6		30	0,02
3	4/60	5/60	2/60	3/60	5/45	2/45	3/45	4/45	5/45	2/45	90	120	15	1,5	1,4	45	3,0	4	5	6	7		40	0,03
4	5/45	2/45	3/45	4/45	2/30	3/30	4/30	5/30	2/30	3/30	120	15	180	1,7	1,2	60	3,5	5	6	7	8		50	0,04
5	2/30	3/30	4/30	5/30	3/15	4/15	5/15	2/15	3/15	4/15	15	180	30	1,9	1,8	75	4,0	6	7	8	2		60	0,05
6	3/15	4/15	5/15	2/15	2/90	3/90	4/90	5/90	2/90	3/90	180	30	60	2,1	1,6	90	4,5	7	8	2	3		70	0,06
7	2/90	3/90	4/90	5/90	3/75	4/75	5/75	2/75	3/75	4/75	30	60	90	2,3	1,4	15	5,0	8	2	3	4		80	0,07
8	3/75	4/75	5/75	2/75	4/60	5/60	2/60	3/60	4/60	5/60	60	90	120	2,5	1,2	30	5,5	2	3	4	5		20	0,01
9	4/60	5/60	2/60	3/60	5/45	2/45	3/45	4/45	5/45	2/45	90	120	15	1,1	1,8	45	2,0	3	4	5	6		30	0,02
10	5/45	2/45	3/45	4/45	2/30	3/30	4/30	5/30	2/30	3/30	120	15	180	1,3	1,6	60	2,5	4	5	6	7		40	0,03
11	2/30	3/30	4/30	5/30	3/15	4/15	5/15	2/15	3/15	4/15	15	180	30	1,5	1,4	75	3,0	5	6	7	8		50	0,04
12	3/15	4/15	5/15	2/15	2/90	3/90	4/90	5/90	2/90	3/90	180	30	60	1,7	1,2	90	3,5	6	7	8	2		60	0,05
13	2/90	3/90	4/90	5/90	3/75	4/75	5/75	2/75	3/75	4/75	30	60	90	1,9	1,8	15	4,0	7	8	2	3		70	0,06
14	3/75	4/75	5/75	2/75	4/60	5/60	2/60	3/60	4/60	5/60	60	90	120	2,1	1,6	30	4,5	8	2	3	4		80	0,07
15	4/60	5/60	2/60	3/60	3/75	4/75	5/75	2/75	3/75	4/75	90	120	150	2,3	1,4	45	5,0	2	3	4	5		20	0,01

Приложение 2. Параметры трубопровода Схема 2

Параметр трубопровода	Длина участка №, м/ Диаметр участка №, мм										Углы №			Коэффициент местных сопротивл. №		Радиус скругл. участка №, мм	Положение точки 1, м	Конечные расходы, л/час				Жидкость внутри труб	Температура жидкости, С	Шероховатость, мм
											3-4-7	5-8-10	5-8-11											
	1-2	2-3	3-4	4-7	3-5	5-8	8-10	8-11	3-6	6-9	5	8	6	Q7	Q9	Q10	Q11							
1	5/45	3/30	4/30	5/30	3/30	4/30	5/30	3/30	4/30	5/30	60	90	120	1,3	1,6	30	3,0	5	6	7	8	нефть	30	0,02
2	2/30	4/15	5/15	2/15	4/15	5/15	2/15	4/15	5/15	2/15	90	120	15	1,5	1,4	45	3,5	6	7	8	2		40	0,03
3	3/15	3/90	4/90	5/90	3/90	4/90	5/90	3/90	4/90	5/90	120	15	180	1,7	1,2	60	4,0	7	8	2	3		50	0,04
4	2/90	4/75	5/75	2/75	4/75	5/75	2/75	4/75	5/75	2/75	15	180	30	1,9	1,8	75	4,5	8	2	3	4		60	0,05
5	3/75	5/60	2/60	3/60	5/60	2/60	3/60	5/60	2/60	3/60	180	30	60	2,1	1,6	90	5,0	2	3	4	5		70	0,06
6	4/60	2/45	3/45	4/45	2/45	3/45	4/45	2/45	3/45	4/45	30	60	90	2,3	1,4	15	5,5	3	4	5	6		80	0,07
7	5/45	3/30	4/30	5/30	3/30	4/30	5/30	3/30	4/30	5/30	60	90	120	2,5	1,2	30	2,0	4	5	6	7		20	0,01
8	2/30	4/15	5/15	2/15	4/15	5/15	2/15	4/15	5/15	2/15	90	120	15	1,1	1,8	45	2,5	5	6	7	8		30	0,02
9	3/15	3/90	4/90	5/90	3/90	4/90	5/90	3/90	4/90	5/90	120	15	180	1,3	1,6	60	3,0	6	7	8	2		40	0,03
10	2/90	4/75	5/75	2/75	4/75	5/75	2/75	4/75	5/75	2/75	15	180	30	1,5	1,4	75	3,5	7	8	2	3		50	0,04
11	3/75	5/60	2/60	3/60	5/60	2/60	3/60	5/60	2/60	3/60	180	30	60	1,7	1,2	90	4,0	8	2	3	4		60	0,05
12	4/60	4/75	5/75	2/75	4/75	5/75	2/75	4/75	5/75	2/75	30	60	90	1,9	1,8	15	4,5	2	3	4	5		70	0,06
13	4/60	2/45	3/45	4/45	2/45	3/45	4/45	2/45	3/45	4/45	60	90	120	2,1	1,6	30	5,0	4	5	6	7		80	0,07
14	5/45	3/30	4/30	5/30	3/30	4/30	5/30	3/30	4/30	5/30	90	120	150	2,3	1,4	45	2,5	5	6	7	8		20	0,01
15	5/45	3/30	4/30	5/30	3/30	4/30	5/30	3/30	4/30	5/30	60	90	120	1,3	1,6	30	3,0	5	6	7	8		30	0,02

Приложение 2. Параметры трубопровода Схема 3

Параметр трубопровода	Длина участка №, м/ Диаметр участка №, мм										Углы №			Коэффициент местных сопротивл. №		Радиус скругл. участка №, мм	Положение точки 1, м	Конечные расходы, л/час				Жидкость внутри труб	Температура жидкости, С	Шероховатость, мм
											1-2-3	1-2-4	6-9-11											
	1-2	2-3	2-4	3-5	5-6	6-7	7-10	6-8	6-9	9-11	2	7	3	Q4	Q8	Q10	Q11							
1	3/30	4/30	5/30	3/30	5/45	5/45	5/45	5/45	5/45	5/45	60	90	120	1,3	1,6	30	3,0	5	6	7	8	керосин	50	0,04
2	4/15	5/15	2/15	4/15	2/30	2/30	2/30	2/30	2/30	2/30	90	120	15	1,5	1,4	45	3,5	6	7	8	2		60	0,05
3	3/90	4/90	5/90	3/90	3/15	3/15	3/15	3/15	3/15	3/15	120	15	180	1,7	1,2	60	4,0	7	8	2	3		70	0,06
4	4/75	5/75	2/75	4/75	2/90	2/90	2/90	2/90	2/90	2/90	15	180	30	1,9	1,8	75	4,5	8	2	3	4		80	0,07
5	5/60	2/60	3/60	5/60	3/75	3/75	3/75	3/75	3/75	3/75	180	30	60	2,1	1,6	90	5,0	2	3	4	5		20	0,01
6	2/45	3/45	4/45	2/45	4/60	4/60	4/60	4/60	4/60	4/60	30	60	90	2,3	1,4	15	5,5	3	4	5	6		30	0,02
7	3/30	4/30	5/30	3/30	5/45	5/45	5/45	5/45	5/45	5/45	60	90	120	2,5	1,2	30	2,0	4	5	6	7		40	0,03
8	4/15	5/15	2/15	4/15	2/30	2/30	2/30	2/30	2/30	2/30	90	120	15	1,1	1,8	45	2,5	5	6	7	8		50	0,04
9	3/90	4/90	5/90	3/90	3/15	3/15	3/15	3/15	3/15	3/15	120	15	180	1,3	1,6	60	3,0	6	7	8	2		60	0,05
10	4/75	5/75	2/75	4/75	2/90	2/90	2/90	2/90	2/90	2/90	15	180	30	1,5	1,4	75	3,5	7	8	2	3		70	0,06
11	3/30	4/30	5/30	3/30	5/45	5/45	5/45	5/45	5/45	5/45	60	90	120	1,3	1,6	30	3,0	5	6	7	8		80	0,07
12	4/15	5/15	2/15	4/15	2/30	2/30	2/30	2/30	2/30	2/30	90	120	15	1,5	1,4	45	3,5	6	7	8	2		20	0,01
13	3/90	4/90	5/90	3/90	3/15	3/15	3/15	3/15	3/15	3/15	120	15	180	1,7	1,2	60	4,0	7	8	2	3		30	0,02
14	4/75	5/75	2/75	4/75	2/90	2/90	2/90	2/90	2/90	2/90	15	180	30	1,9	1,8	75	4,5	8	2	3	4		50	0,04
15	5/60	2/60	3/60	5/60	3/75	3/75	3/75	3/75	3/75	3/75	180	30	60	2,1	1,6	90	5,0	2	3	4	5		60	0,05

Приложение 2. Параметры трубопровода Схема 4

Параметр трубопровода	Длина участка №, м/ Диаметр участка №, мм										Углы №			Коэффициент местных сопротивл. №		Радиус скругл. участка №, мм	Положение точки 1, м	Конечные расходы, л/час				Жидкость внутри труб	Температура жидкости, С	Шероховатость, мм
											2-4-6	4-6-8	4-6-9											
	1-2	2-3	2-4	2-5	5-7	4-6	6-8	8-11	6-9	9-10	6	8	5	Q3	Q7	Q10	Q11							
1	4/75	5/75	2/75	4/75	5/75	2/75	4/75	5/75	2/75	3/15	120	15	180	1,7	1,2	60	4,0	8	2	3	4	тосол	70	0,06
2	5/60	2/60	3/60	5/60	2/60	3/60	5/60	2/60	3/60	2/90	15	180	30	1,9	1,8	75	4,5	2	3	4	5		80	0,07
3	2/45	3/45	4/45	2/45	3/45	4/45	2/45	3/45	4/45	3/75	180	30	60	2,1	1,6	90	5,0	3	4	5	6		20	0,01
4	3/30	4/30	5/30	3/30	4/30	5/30	3/30	4/30	5/30	4/60	30	60	90	2,3	1,4	15	5,5	4	5	6	7		30	0,02
5	4/15	5/15	2/15	4/15	5/15	2/15	4/15	5/15	2/15	5/45	60	90	120	2,5	1,2	30	2,0	5	6	7	8		40	0,03
6	3/90	4/90	5/90	3/90	4/90	5/90	3/90	4/90	5/90	2/30	90	120	15	1,1	1,8	45	2,5	6	7	8	2		50	0,04
7	4/75	5/75	2/75	4/75	5/75	2/75	4/75	5/75	2/75	3/15	120	15	180	1,3	1,6	60	3,0	7	8	2	3		60	0,05
8	3/30	4/30	5/30	3/30	4/30	5/30	3/30	4/30	5/30	2/90	15	180	30	1,5	1,4	75	3,5	5	6	7	8		70	0,06
9	4/15	5/15	2/15	4/15	5/15	2/15	4/15	5/15	2/15	5/45	60	90	120	1,3	1,6	30	3,0	8	2	3	4		80	0,07
10	3/90	4/90	5/90	3/90	4/90	5/90	3/90	4/90	5/90	2/30	90	120	15	1,5	1,4	45	3,5	2	3	4	5		70	0,01
11	4/75	5/75	2/75	4/75	5/75	2/75	4/75	5/75	2/75	3/15	120	15	180	1,7	1,2	60	4,0	3	4	5	6		80	0,06
12	5/60	2/60	3/60	5/60	2/60	3/60	5/60	2/60	3/60	2/90	15	180	30	1,7	1,2	75	4,5	4	5	6	7		20	0,07
13	4/75	5/75	2/75	4/75	5/75	2/75	4/75	5/75	2/75	3/75	120	15	180	1,9	1,8	90	5,0	5	6	7	8		30	0,01
14	5/60	2/60	3/60	5/60	2/60	3/60	5/60	2/60	3/60	3/15	15	180	30	2,1	1,6	15	5,5	6	7	8	2		40	0,02
15	2/45	3/45	4/45	2/45	3/45	4/45	2/45	3/45	4/45	2/90	180	30	60	2,3	1,4	30	2,0	7	8	2	3		50	0,03

Приложение 3. Варианты задания на курсовое проектирование

Вариант ОНГ-XX-1	Схема (Прил. 1)	Параметры Трубопровода (Прил.2)	Вариант ОНГ-XX-2	Схема	Параметры трубопровода
1	1	1	1	3	8
2	2	1	2	4	8
3	3	1	3	1	9
4	4	1	4	2	9
5	1	2	5	3	9
6	2	2	6	4	9
7	3	2	7	1	10
8	4	2	8	2	10
9	1	3	9	3	10
10	2	3	10	4	10
11	3	3	11	1	11
12	4	3	12	2	11
13	1	4	13	3	11
14	2	4	14	4	11
15	3	4	15	1	12
16	4	4	16	2	12
17	1	5	17	3	12
18	2	5	18	4	12
19	3	5	19	1	13
20	4	5	20	2	13
21	1	6	21	3	13
22	2	6	22	4	13
23	3	6	23	1	14
24	4	6	24	2	14
25	1	7	25	3	14
26	2	7	26	4	14
27	3	7	27	1	15
28	4	7	28	2	15
29	1	8	29	3	15
30	2	8	30	4	15