

Определение диаметров рабочих труб	7.1.
Тепловые потери	7.2.
Состав теплотрассы	7.3.
Прямые трубопроводы	7.3.1.
Изгибы, ответвления	7.3.2.

**Определение диаметра рабочих труб**

**7.1.**

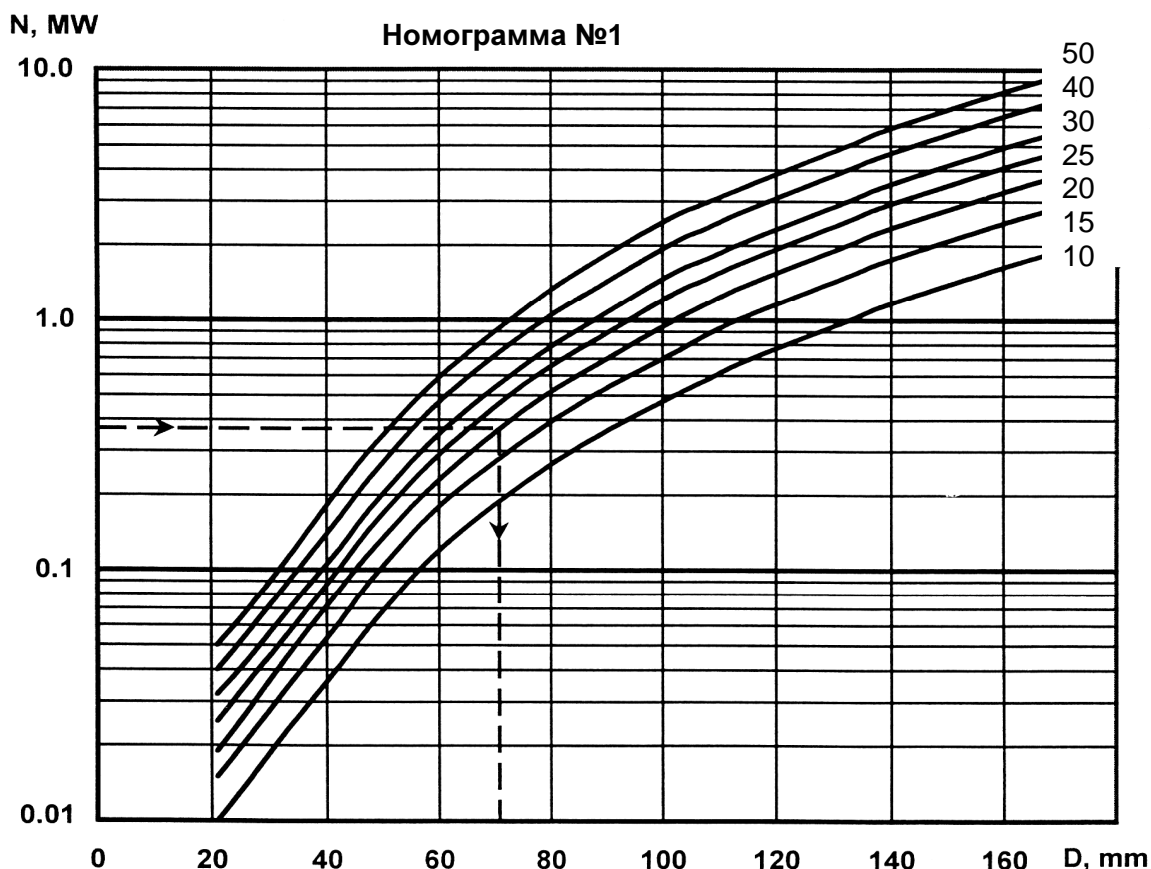
После того, как уточнена топографическая схема будущей теплотрассы и известны расстояния между объектами, можно приступить к определению диаметров рабочих труб.

Исходными данными для расчета являются:

- потребляемая тепловая мощность -  $N$ , MW;
- проектная разность температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах -  $\Delta t$ , °C.

Эти данные необходимо знать для каждого объекта.

Наружный диаметр рабочих труб  $D$  приблизительно определяем по номограммам.



**ПРИМЕР:**

Потребляемая мощность объекта 0,38 MW и прогнозируемая разность температур подающего и обратного теплоносителя 20 C°. Проведя прямые, как показано на номограмме №1, определяем наружный диаметр рабочей трубы > 70 мм. Принимаем  $D = 76,1$  мм.

## Определение диаметра рабочих труб

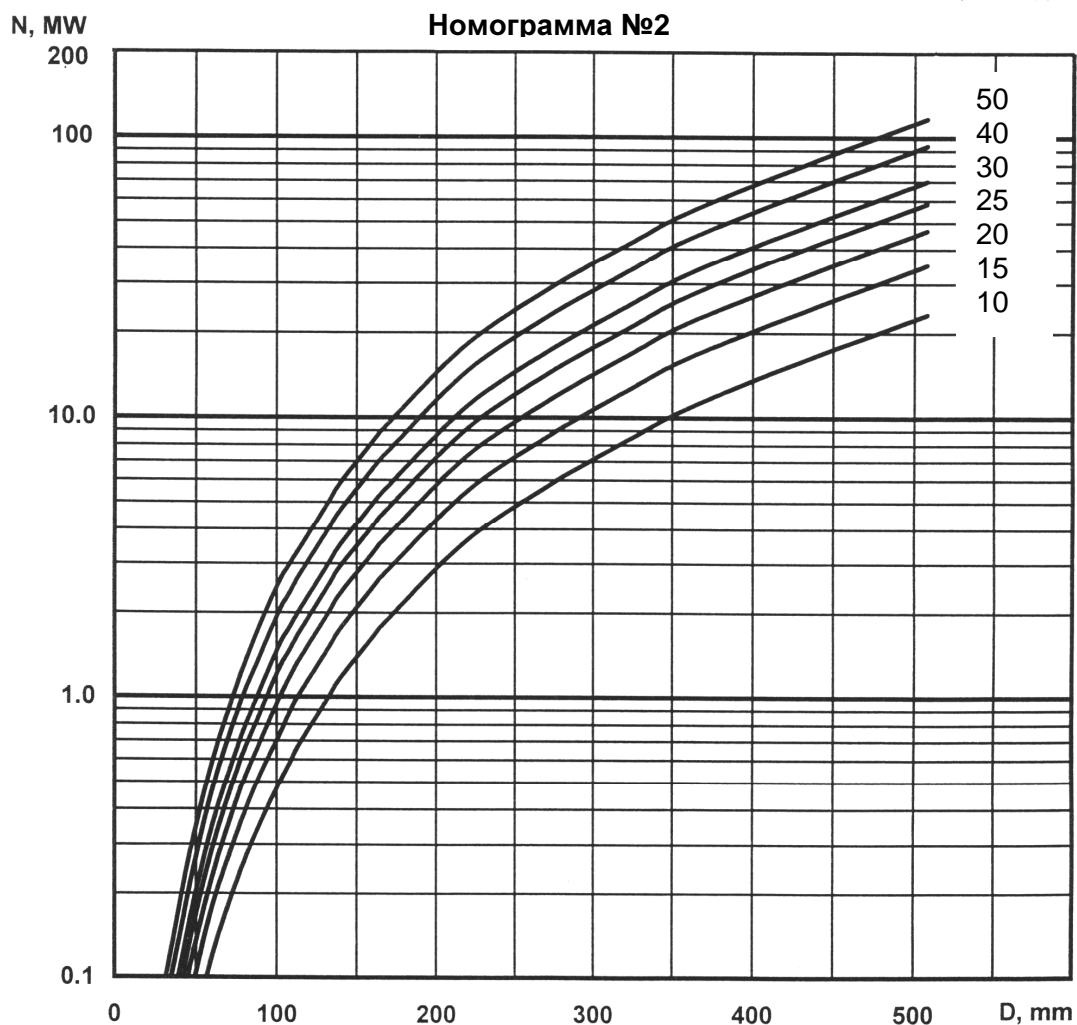
7.1.

Аналогично определяются диаметры всех труб, подходящих непосредственно к объектам.

Далее суммированием мощностей отдельных ветвей теплотрассы выходим к определению мощностей и диаметров магистральных трубопроводов. Ход расчета противоположен направлению потока в теплотрассе.

Для больших мощностей применять номограмму №2.

Для сложных и длинных теплотрасс необходимо провести расчет гидравлических потерь.



Тепловые потери определим для наиболее распространенного способа укладки теплотрассы со следующими характеристиками:

- глубина укладки  $h = 0,5$  м;
- расстояние между трубами - оболочками подающего и обратного трубопроводов - 200 мм.

Кроме того, будем считать, что соблюдены все остальные требования устройства и монтажа теплотрассы, как песчаная подушка, способ засыпки и пр. Для этих условий в таблице 4.1. приведены коэффициенты удельных тепловых потерь для разных типоразмеров труб. Мощность тепловых потерь можно определить по формуле:

$$N_{\text{пот}} = K \cdot (t_1 + t_2 - 2 t_{\text{гр}}) \cdot L / 1000 \text{ [кВт]},$$

где

- $K$  - коэффициент удельных тепловых потерь, Вт/м<sup>0</sup> К;  
 $t_1$  - температура падающего теплоносителя, °С;  
 $t_2$  - температура обратного теплоносителя, °С;  
 $t_{\text{гр}}$  - температура грунта, °С;  
 $L$  - длина участка теплотрассы с постоянным диаметром, м.

#### ПРИМЕР:

Мощность тепловых потерь для ветви теплотрассы длиной  $L = 25$  м с диаметром рабочей трубы  $d = 76$  мм, диаметром трубы-оболочки  $D = 160$  мм (т.е. 2 серии теплоизоляции) при температуре подающего теплоносителя  $t_1 = 90^\circ\text{C}$ , обратного  $t_2 = 65^\circ\text{C}$  и температуре грунта  $t_{\text{гр}} = 8^\circ\text{C}$  составит:

$$N_{\text{пот}} = 0,202 (90 + 65 - 2 \cdot 8) \cdot 25 / 1000 \approx 0,70 \text{ [кВт]}.$$

Аналогично определяются мощности тепловых потерь для всех ветвей и магистралей теплотрассы. Величины потерь мощности прибавляются к ранее определенным полезным мощностям каждой ветви. Суммы сопоставляются с монограммами (см. лист 8.1.). В исключительных случаях может потребоваться увеличение диаметров трубопроводов.

Следует также провести сравнительный экономический расчет выгоды применения трубопроводов 1, 2 или 3 серии теплоизоляции.

Теплотрасса состоит из следующих типов изделий:

- прямых труб,
- отводов,
- Т - отводов,
- переходов,
- неподвижных опор,
- компенсаторов,
- вентиляей,
- системы сигнализации и т.д.

Каждое изделие имеет свои особенности проектирования. Обратим внимание на наиболее важные и часто встречающиеся в практике.

В процессе проектирования теплотрасс обязательным условием является соблюдение допустимой длины прямого участка  $L_{\text{макс}}$ , которая зависит от определенных параметров (см. лист 7.2.).

Максимально допустимые значения длины прямого участка определяются по следующей формуле:

$$L_{\text{макс}} = 2 \cdot A \cdot \sigma_0 / F_{\text{тр}} \quad [\text{м}]$$

где

- A - площадь сечения стальной трубы, мм<sup>2</sup>;
- $\sigma_0$  - осевое напряжение, Н/мм<sup>2</sup>;
- $F_{\text{тр}}$  - сила трения на 1 погонный метр трубы, Н/м.

При допустимом осевом напряжении  $\sigma = 150$  Н/мм<sup>2</sup> формула приобретает вид:

$$L_{\text{макс}} = 300 \cdot A / F_{\text{тр}} \quad [\text{м}]$$

Сила трения  $F_{\text{тр}}$  определяется при помощи следующей формулы:

$$F_{\text{тр}} = 0,75 \cdot \pi \cdot D \cdot h \cdot \gamma \cdot \mu \quad [\text{Н/м}],$$

где

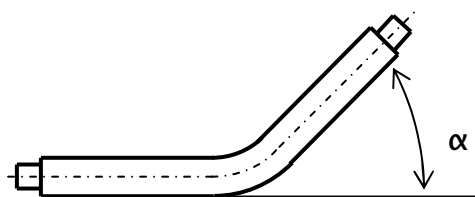
- D - наружный диаметр трубы - оболочки, м;
- h - глубина укладки труб, м;
- $\gamma$  - удельный вес грунта, Н/м<sup>3</sup>,  $\gamma = 18000$  Н/м<sup>3</sup>;
- $\mu$  - коэффициент трения,  $\mu = 0,4$ .

Если длина прямого участка трубопровода оказывается больше допустимой, существуют следующие способы решения проблемы:

- применение традиционных L-, U-, Z-образных компенсаторов;
- применение промышленно изготовленных компенсаторов;
- предварительный нагрев теплотрассы перед засыпкой траншей;
- комбинированные методы.

Ввиду сложности расчетов, которые требуют применение ЭВМ (компьютеров и специальных программ), методики расчета здесь не приводятся.

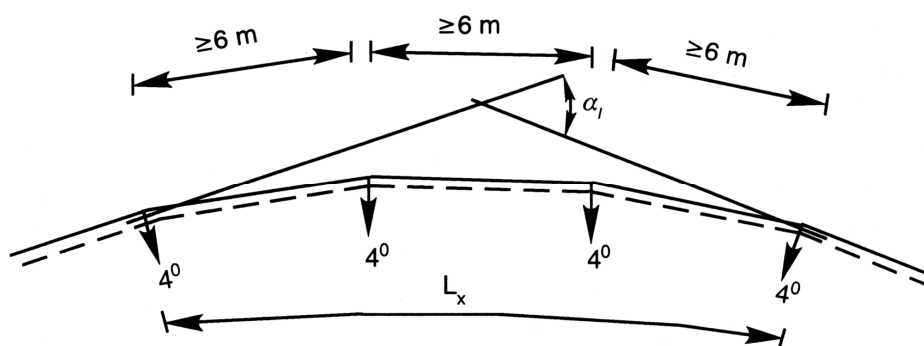
За помощью рекомендуем обращаться в специализированные проектные организации, которые знакомы с продукцией нашего предприятия или непосредственно в наш адрес.



В случаях невозможности укладки трасс трубопроводов с применением прямоугольных отводов, применяются отводы с нестандартным углом изгиба. Такие отводы используются в ограниченной мере, поскольку величина деформации трубопровода с применением 60 градусного отвода ( $\alpha = 60^\circ$ ) увеличивается в 1,75 раз, а с применением 45 градусного ( $\alpha = 45^\circ$ ) - в 2,3 раза.

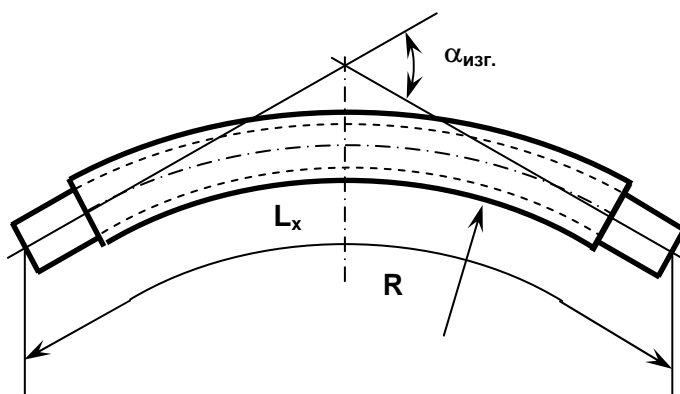
Угол изгиба трассы ограничивается увеличением напряжения на сварные швы, а также возможностью монтажа соединительных муфт.

Величина угла изгиба трассы допускается не более  $4^\circ$ , при этом минимальная длина трубы должна быть не менее 6 м.



Для изменения направления трассы возможен метод эластического изгиба трубопроводов. При этом методе рекомендуется трубы сваривать вне траншеи. После сварки труб трубопровод укладывают или втягивают в траншею.

Минимальный радиус изгиба **R** зависит от диаметра **d** стальной трубы.



Минимальные радиусы изгиба **R** приведены в таблице:

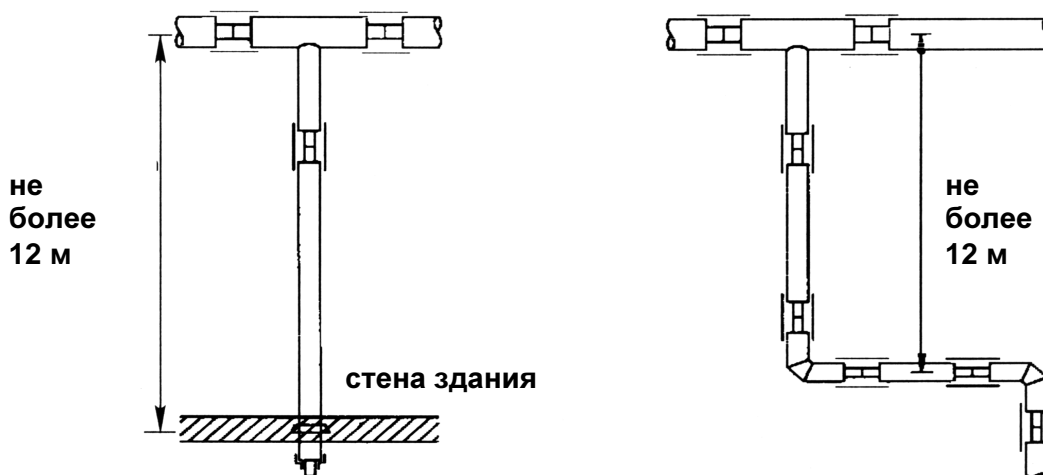
Диаметр стальной трубы $d$ , мм	Минимальный радиус изгиба $R$ , мм
26	18
33	22
42	25
48	30
60	35
76	42
89	50
108	66
114	69
133	76
139	78
159	98
168	102
219	128
273	158
324	189
355	207
406	229



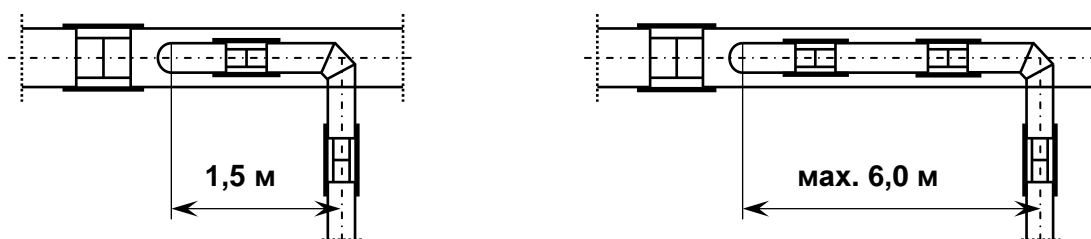
**Изгибы, ответвления**

**7.3.2.**

Для присоединения предназначенных для подключения объектов на трассах ответвлений в магистральный трубопровод монтируются Т-образные отводы.



Поскольку Т-образный отвод не имеет возможности компенсации, в случае более длинных ответвлений необходимо применять Z-образные компенсаторы или использовать параллельные L-образные отводы, поскольку у них конструктивно образуется L-образный компенсатор, предохраняющий Т-образный отвод от усилий, вызываемых удлинением труб.



Длина параллельного участка рекомендуется не более 1,50 м. В отдельных случаях допускается максимальная длина участка не более 6 м, если это обосновано расчетом допустимых деформаций и напряжений.