

Гидравлический расчет простого трубопровода

При расчетах напорных трубопроводов основными задачами являются *определение*:

- пропускной способности (расхода),
- потери напора на том или ином участке, равно как и на всей длине,
- диаметра трубопровода при заданных расходе и потерях напора.

Учитывая *гидравлическую схему работы длинных трубопроводов*, их можно разделить также на *простые и сложные*.

Простыми называются последовательно соединенные трубопроводы одного или различных сечений, не имеющих никаких ответвлений.

К *сложным* трубопроводам относятся системы труб с одним или несколькими ответвлениями, параллельными ветвями и т.д.

Таким образом, будем решать две задачи графоаналитическим методом :

1. Определение *пропускной способности* трубопровода Q по заданным параметрам его и жидкости.
2. Определение *минимального диаметра* трубопровода d по заданным напору H , параметрам жидкости и трубопровода.

Рассмотрим алгоритм решения задач этого типа на примере *первой задачи*.

Графоаналитический способ решения основан на предварительном построении графической зависимости $h_T=f(Q)$ - гидравлической характеристики трубопровода.

Для этого:

1. Последовательно задаемся рядом произвольных значений дебита Q .
2. Находим соответствующие средние линейные скорости ω .
3. Рассчитываем соответствующие параметры Re .
4. Рассчитываем соответствующие параметры λ .
5. Для каждого принятого значения Q находим потери напора h_T .
6. По полученным данным строим график $h_T = f(Q)$.
7. Отложив на оси ординат известное (реальное) значение h_T , на оси абсцисс находят соответствующее ему искомое значение Q .

Аналогично решается и *вторая задача*:

Задаются рядом значений d , находят для них потери напора h_T , строят график $h_T = f(d)$ и по заданной величине H по графику находят соответствующее ему значение d .

Потери напора на трение в трубопроводе определяются по формуле Дарси-Вейсбаха:

$$h_T = \lambda \frac{l}{d} * \frac{w^2}{2g}$$

l - длина участка трубопровода, м
 d - диаметр трубопровода, м

λ - коэффициент гидравлического сопротивления

w - скорость движения потока, определяется из уравнения Дарси, м/с

Разновидностью этого выражения, часто применяемой при технологических расчетах трубопроводов, является формула академика Лейбензона:

$$h_T = \beta * \frac{Q^{2-m} - \nu^m \nu}{d^{5-m}} * l$$

где Q и ν - соответственно объемный расход и кинематическая вязкость перекачиваемой жидкости;

$$h_T = \lambda \frac{l}{d} * \frac{w^2}{2g}$$

$h_T = \lambda \frac{l}{d} * \frac{w^2}{2g}$ А, m- коэффициенты, зависящие от режима течения жидкости.

Для ламинарного режима А= 64,

Для турбулентного режима А = 0,316

m - показатель степени, который имеет разные значения в зависимости от режима течения.

Для ламинарного течения *m*=1, для турбулентного течения *m*=2

Коэффициент гидравлического сопротивления λ определяется по - разному для разных случаев. Для **ламинарного течения** в гладких трубах с жёсткими стенками, коэффициент потерь на трение по длине определяется по формуле **Пуазейля**:

$$\lambda = \frac{68}{Re}.$$

где Re – число Рейнольдса.

Для **турбулентного течения** существуют более сложные зависимости. Одна из наиболее часто используемых формул – это формула **Блазиуса**:

$$\lambda = \frac{0,316}{\sqrt[4]{Re}}.$$

Формула Блазиуса применяется для *гидравлически гладких труб*.

Графики для определения коэффициента потерь на трение по длине *для шероховатых труб* приведены далее:

Пример решения задачи

По трубопроводу длиной 1000 м с внутренним диаметром 0.253 м перекачивается нефть с динамической вязкостью 0.005 Па*с и плотностью 870 кг/м³. Пропускная способность трубопровода 140 л/с. Определить реальные потери напора по длине трубопровода и его диаметр, способный пропустить промышленное количество нефти. Расчеты произвести аналитическим и графоаналитическим способами.

Решени е.

Аналитический
способ:

$$h_T = \lambda \frac{l}{d} * \frac{w^2}{2g}$$

$$h_T = \lambda \frac{l}{d} * \frac{w^2}{2g}$$

$$h_T = \lambda \frac{l}{d} * \frac{w^2}{2g}$$

В зависимости от режима движения потока, выбираем формулу. Например, для ламинарного режима:

$$h_T = \lambda \frac{l}{d} * \frac{w^2}{2g}$$

$$h_T = \lambda \frac{l}{d} * \frac{w^2}{2g}$$

Графоаналитический способ:

1. Задаемся Q
2. Рассчитываем h_T
3. Строим график h_T - f(Q)
4. Определяем реальное значение h_T при промышленной пропускной способности трубопровода Q_р

