

Гидравлической и тепловой расчет систем отопления с применением программы МОДЭН (версия 3.0)

**Волов Г. Я., к.т.н.,
ОДО «Энерговент»**

Гидравлический и тепловой расчеты при проектировании систем отопления является довольно трудоемкой задачей, даже если его выполнять на компьютере. В последнее время на рынке отопительного оборудования значительно вырос ассортимент. Очень часто поставщики нагревательных приборов представляют свои программные продукты для разработки систем отопления только с их продукцией. Специализированные программы для расчета отопления не успевают за быстро меняющимся оборудованием. Программа МОДЭН [1] позволит заменить как специализированные программы, так и программы фирм изготовителей. Преимущества МОДЭНа еще и в том, что он позволяет проводить моделирование не только системы отопления, но и систем вентиляции, а также ограждающих, технологии и т.д. Все это можно выполнять в рамках одной модели (проекта). В этой же статье остановимся только на вопросах расчета систем отопления.

В общем виде система водяного отопления состоит из следующих основных элементов:

1. Источник тепловой энергии (например, котел).
2. Насос для циркуляции теплоносителя.
3. Потребитель тепловой энергии (например, нагревательные приборы).
4. Запорная и регулирующая арматура
5. Трубопроводы.
6. Фитинги (отводы, тройники, переходы и т.д.).

Гидравлические потери можно определить по двум основным формулам

$$dP=S \cdot G^2 \tag{1}$$

$$dP=\lambda \cdot l/D + \zeta \cdot (\rho \cdot V^2/2) \tag{2}$$

здесь

S- характеристика гидравлических сопротивлений,

G- расход жидкости,

λ - коэффициент трения,

L- длина участка,

D- диаметр участка,

ζ - коэффициент местных потерь,

ρ - плотность жидкости,

V- скорость жидкости.

Программа МОДЭН позволяет составить модель каждого из перечисленных элементов. Остановимся на описании некоторых из них.

Тройник. Одним из наиболее важных и трудно моделируемым элементов любой гидравлической системы является тройник. Тройники бывают двух основных типов: слияния и разделения. На рисунке 1 приведены схемы таких тройников и описания каждого порта тройника.

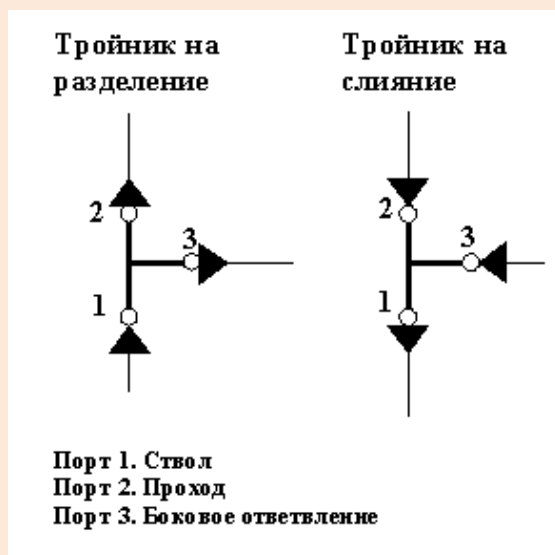


Рис. 1. Схема тройника

В гидравлике при описании тройников рассматривают гидравлические потери на проход (через порт 2) и на боковое ответвление (порт 3): коэффициенты местных потерь на проход – $\zeta_{\text{п}}$ и боковое ответвление $\zeta_{\text{б}}$. Отличительной способностью программы МОДЭН является то, что в ней наиболее предпочтительно использовать не таблицы для расчеты коэффициентов местных потерь, а формулы. Нами были использованы, как известные формулы из справочника [2], так и полученные автором путем обработки табличных данных.

Тройник разделение

$$\zeta_{\text{б}} = (V_{\text{с}}/V_{\text{о}})^2 \quad (3)$$

$$\zeta_{\text{п}} = 45,88 - 219,6 * (V_{\text{б}}/V_{\text{с}}) + 432,2 * (V_{\text{б}}/V_{\text{с}})^2 - 446,9 * (V_{\text{б}}/V_{\text{с}})^3 + 255,4 * (V_{\text{б}}/V_{\text{с}})^4 - 76,3 * (V_{\text{б}}/V_{\text{с}})^5 + 9,31 * (V_{\text{б}}/V_{\text{с}})^6 \quad (4)$$

Тройник слияния

$$\zeta_{\text{б}} = (1,03 - 0,92 * A_2^{(-1)} + 0,72 * A_2^{(-2)} - 0,23 * A_2^{(-3)}) * (1 + (A_3/A_2)^2 - 2 * (1 - A_3)) / (A_3/A_2)^2 \quad (5)$$

$$\zeta_{\text{п}} = (1,55 * A_3 - A_3^2) / (1 - A_3)^2 \quad (6)$$

$V_{\text{с}}$ – скорость в стволе,

$V_{\text{б}}$ – скорость в боковом ответвлении,

$V_{\text{п}}$ – скорость на проходе,

$A_2 = A_{\text{о}}/A_{\text{с}}$ – отношение площади порта 3 (боковое ответвление) к площади порта 1 (ствол),

$A_3 = G_{\text{о}}/G_{\text{с}}$ – отношение расхода жидкости через боковое ответвление к расходу в стволе.

Пример расчета. На рисунке 2 приведена схема горизонтальной квартирной системы отопления. Возможно, она приведена в несколько утрированном виде, однако, в ней представлены все основные элементы систем отопления. Пользователь должен выделить на такой схеме все элементы системы отопления для того, чтобы в дальнейшем найти им шаблоны в программе МОДЭН и собрать аналогичную схему в программе методом drag&drop. Схема вышеописанной системы в программе МОДЭН приведена рисунке 3. На рисунке 4 приведены основные обозначения элементов системы.

Работа с базой материалов и оборудования. В программе имеется база материалов и оборудования. В нее входят, в том числе, и элементы систем отопления. Для возможности выбора необходимого оборудования пользователь должен лишь указать таблицу, из которой необходимо провести выбор. При необходимости пользователь может указать и конкретный типоразмер оборудования. Подобранный типоразмер фиксируется пользователем и в дальнейшем этот элемент уже не рассчитывается.

Результаты расчета. В результате моделирования пользователь программы может получить следующую информацию:

- диаметры трубопроводов,
- типоразмеры нагревательных приборов,
- типоразмеры насоса,
- диаметры дроссельных шайб,

а также различные графики, характеризующие работу системы отопления. На рисунке 7 приведен один из таких графиков – пьезометрический график распределения давления по системе отопления.

Как быстро можно рассчитать систему отопления с помощью МОДЭНа. Понятно, что здесь очень многое зависит от квалификации проектировщика. Пример, который был описан в этой статье (нагрузки на нагревательные приборы были заданы), был мной составлен и рассчитан за несколько часов.

Литература.

1. www.energovent.com
2. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. – М: Машиностроение, 1975.

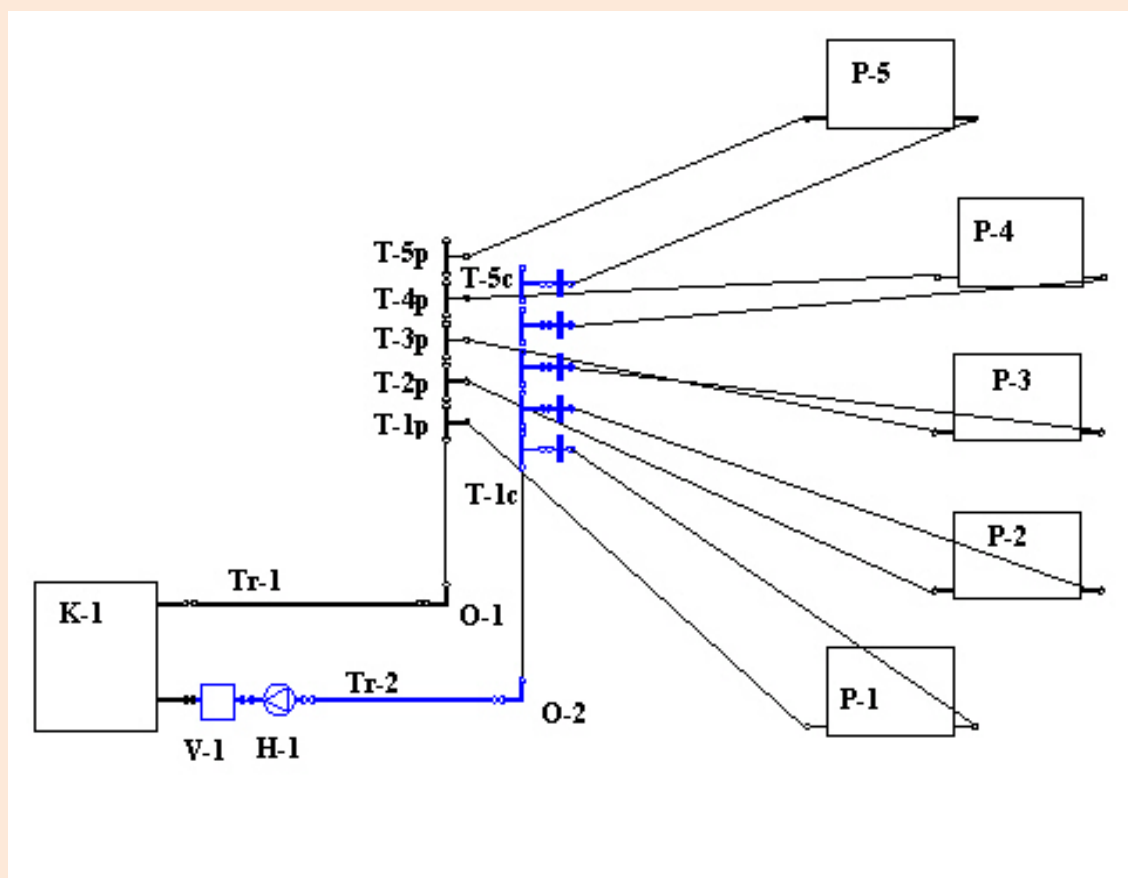


Рис. 2. Схема системы отопления

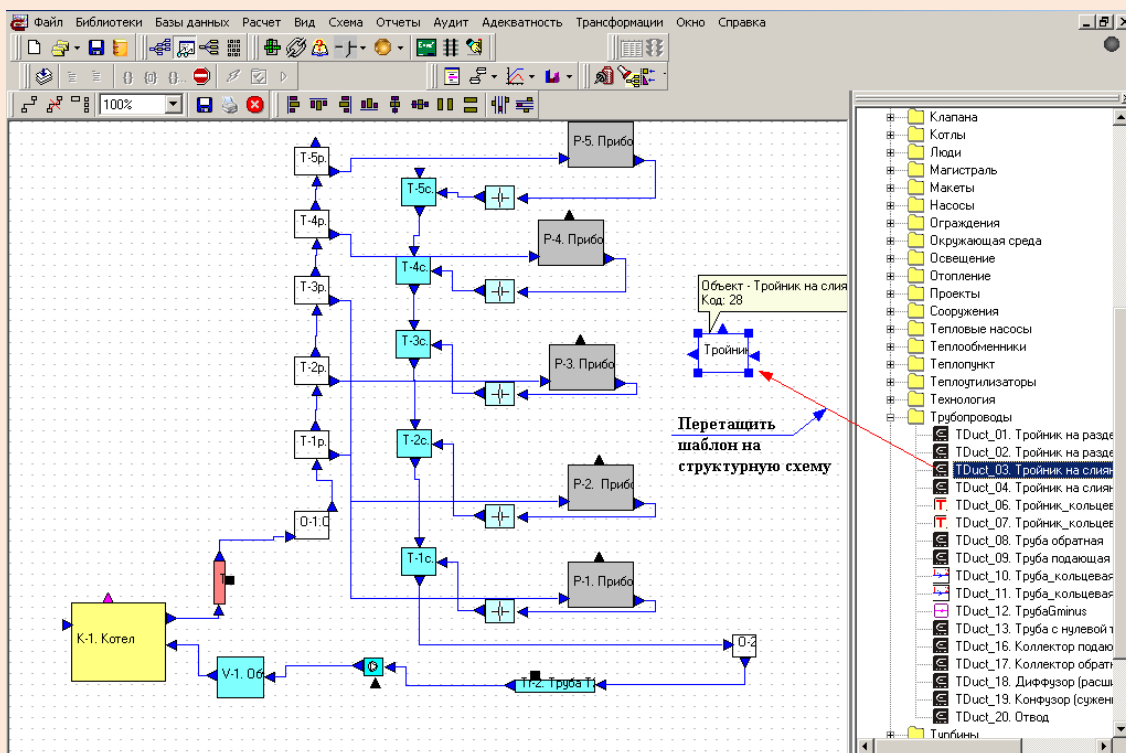


Рис. 3. Схема системы отопления в программе МОДЭН. Стрелками указаны направления потоков воды. (Окно программы МОДЭН)

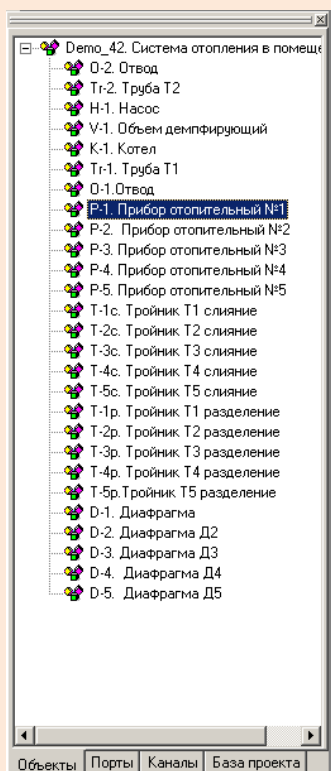


Рис. 4. Основные обозначения элементов системы отопления (окно программы МОДЭН)

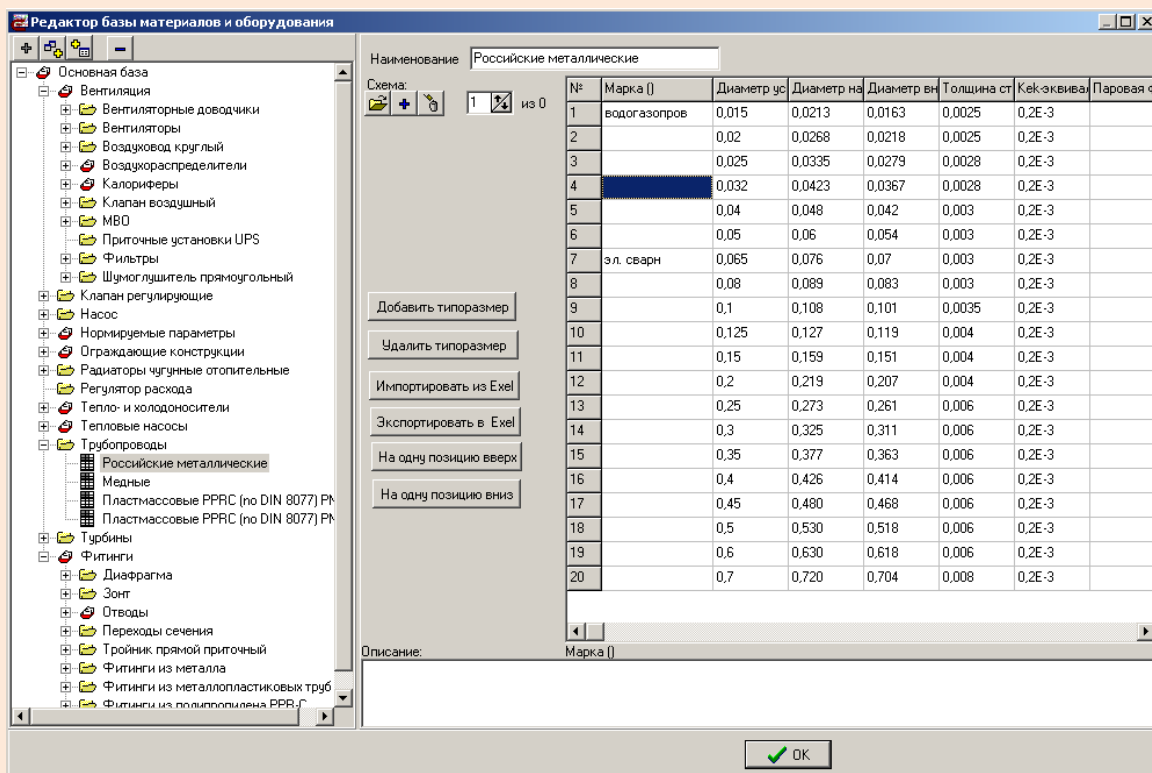


Рис. 5. База оборудования и материалов. Трубопроводы. (Окно программы МОДЭН)

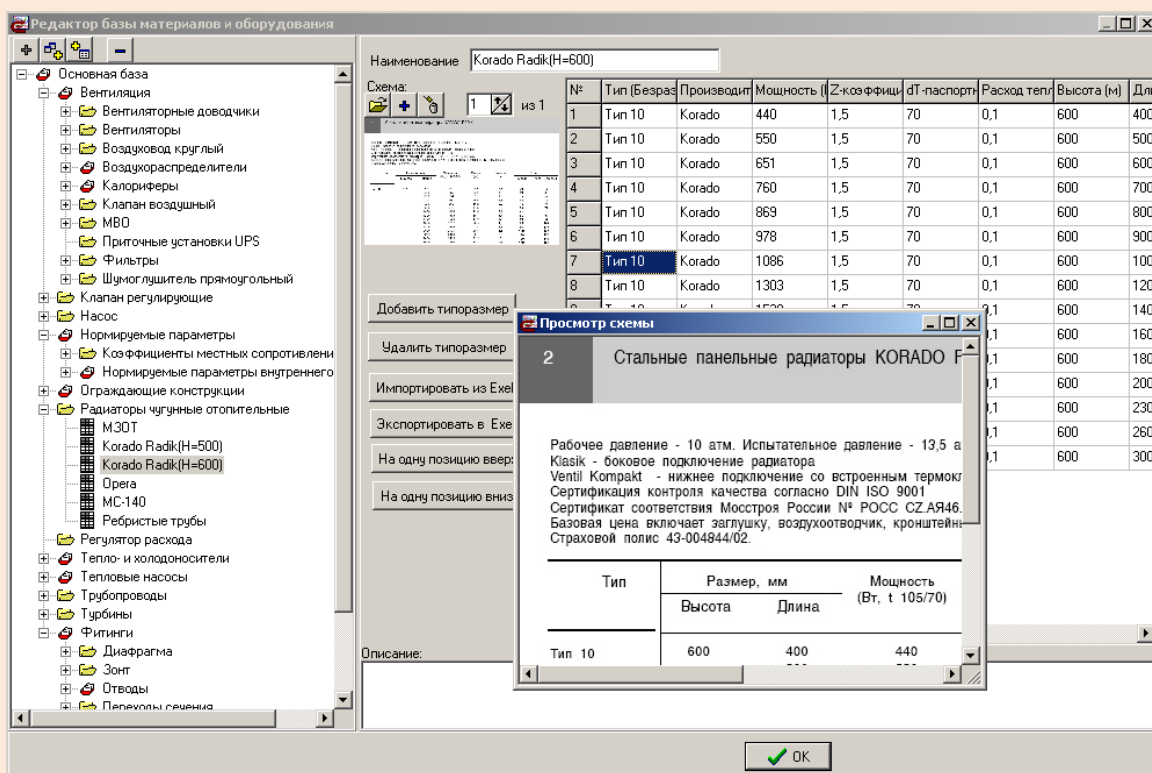


Рис. 6. База оборудования и материалов. Радиаторы. (Окно программы МОДЭН)

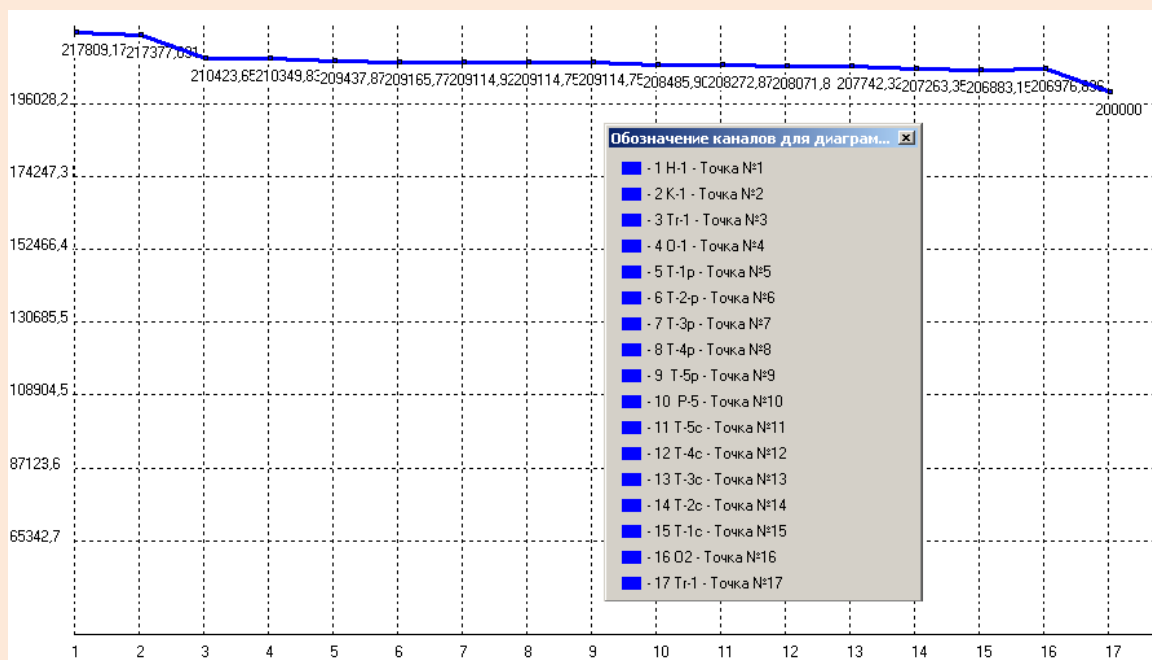


Рис. 7. Пьезометрический график системы отопления (окно программы МОДЭН)