

ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. 2027110 РФ, МПК 6F23 N1/04. Способ автоматического регулирования процесса горения в тепловых агрегатах / И. И. Стриха, № 49442289/06; Заявлено 04.06.91. Опубл. 20.01.95 // Изобретения. — 1995. — № 2. — 192 с.
2. Нурмеев Б. К. Выбор способа сокращения выбросов в атмосферу промышленным источником при неблагоприятных метеоусловиях // Теплоэнергетика. — 1988. — № 8. — С. 15–17.
3. Bruns HeinoId. Zu ökonomischen und ökologisch bedingten Zielstellungen für Entscheidungen zur Lastzuordnung parallel betriebener Wärmeerzeuger // Energietechnik. — 1989. — № 5. — P. 190–194.
4. Шакалова Т. В., Цуканов А. А. Оптимальное распределение нагрузки и топлива между парогенераторами ТЭЦ // Сталь. — 1988. — № 2. — С. 105–117.
5. Волков Э. П., Прохоров В. Б., Роголев Н. Д. Рациональное распределение выбросов от ТЭЦ и их влияние на окружающую среду // Теплоэнергетика. — 1988. — № 8. — С. 5–8.
6. Минимизация выбросов вредных веществ на ТЭС объединенной энергосистемы диспетчерским управлением / А. П. Голованов, Ж. М. Медетов, С. И. Кокасенко и др. — Алма-Ата: КазНИИ НК И, 1991. — 24 с.
7. Парчевский В. М., Плетьев Г. П. Оптимальные распределения экологической нагрузки между котлами ТЭС с использованием характеристик экологических затрат // Энергетика... (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ). — 1990. — № 2. — С. 92–96.
8. А.С. 1603478 СССР, МКИ Н 02 J 8/05. Способ распределения нагрузок между совместно работающими котлоагрегатами / И. И. Стриха, Ф. И. Молочко, Н. И. Бартош, Г. Н. Гольдин (СССР), № 4416848, заявлено 21.03.88, опубл. 30.10.90. Бюл. № 40. — 3 с.

Представлена научным
семинаром лаборатории
топлива и топочных процессов

Поступила 6.06.2000

УДК 622.691.4

СРАВНЕНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДИК ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ЗАКОЛЬЦОВАННЫХ ГАЗОВЫХ СЕТЕЙ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

Докт. техн. наук, проф. ОСИПОВ С. Н., асп. САВАСТИЕНОК А. Я.

*Белорусская государственная политехническая академия
Полоцкий государственный университет*

В Республике Беларусь интенсивно развивается система газоснабжения, вводятся в строй новые сети. Снижение их стоимости при обеспечении одного и того же народнохозяйственного эффекта — одна из актуальных задач. Сравнение существующих методик гидравлического расчета газовых сетей производится для выявления наиболее соответствующей этим условиям. Снижение стоимости строительства газовой сети означает уменьшение срока ее окупаемости, а, значит, способствует удешевлению единицы энергии, полученной при сжигании газа.

В данной работе на примере закольцованной газовой сети низкого давления, питаемой одним ГРП, по критерию минимума материаловложений $\sum d_i l_i$ [1] сравниваются три методики гидравлического расчета, изложенные в [1] (методика «И»), [2] (методика «Л») и [3] (методика «Т»).

Все они используют следующую формулу:

$$P_n - P_k = 0,81\lambda \frac{Q_0^2}{d^5} \rho_0 l, \quad (1)$$

где P_n, P_k – начальное и конечное значения давления на участке трубопровода, Па;

Q_0 – объемный расход, приведенный к нормальным условиям, м³/с;

ρ_0 – плотность при нормальных условиях, кг/м³;

l – длина участка, м;

λ – коэффициент гидравлического трения.

В методике «И» коэффициент λ определяется по формуле Альтшуля, в методиках «Л» и «Т» – по формуле Блазиуса. Они принципиально отличаются распределением расчетного перепада давления по участкам сети: в методике «И» – пропорционально длине участка; в методике «Л» – исходя из условия экономичности

$$\sum_y \frac{V_i^{0,37} l_i^{1,21}}{\Delta p_i^{1,21}} = 0, \quad (2)$$

в методике «Т» – в зависимости от количества расчетных зон в направлении.

Принцип распределения расчетного перепада давлений по методике «И» невозможно обосновать теоретически, в методике «Т» распределение Δp_i приводит к оптимальному решению только для гипотетических сетей. Методика «Л» позволяет распределить Δp_i по условию экономичности для любой трассировки сети. Таким образом, методика «Л» является наиболее экономичной и универсальной.

Результаты этого аналитического вывода подтвердились на примере расчета закольцованной газовой сети низкого давления, расчетная схема которой представлена на рис. 1.

При одинаковых трассировке и потокораспределении расчет по методике «Л» обеспечил экономию на 6,46 % (425 м трубы Ø100 мм) по сравнению с методикой «И». Сложность трассировки не позволила применить метод «Т».

Как видно из табл. 1, суммарная металлоемкость решения по методике «Л» составила 65797,5 м·см при сумме недоиспользованных перепадов давлений в направлениях 2304,9 Па, по методике «И» – соответственно 70050 м·см и 2372,9 Па (табл. 2).

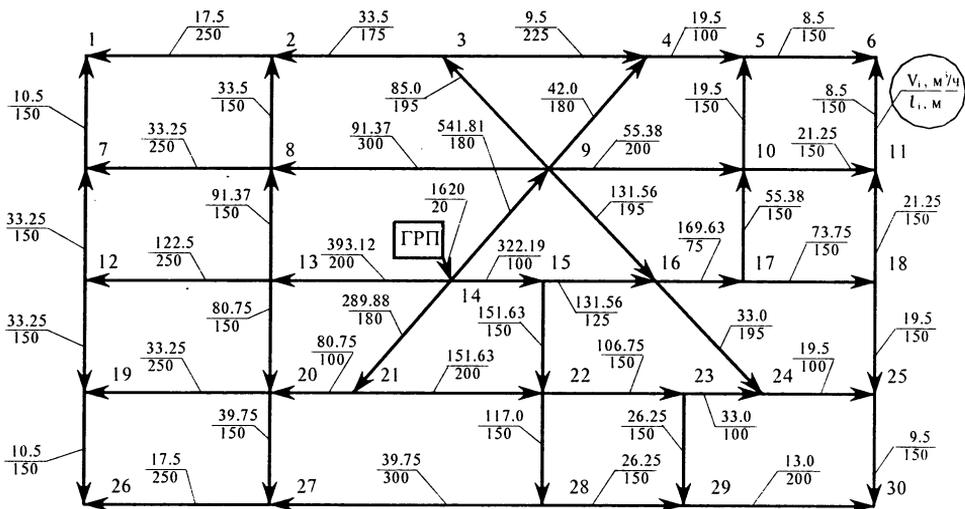


Рис. 1

Решение сети газоснабжения по методике «Л»

Таблица 1

Участок	$\Delta p_i, \text{ Па}$	$D_i, \text{ см}$	Участок	$\Delta p_i, \text{ Па}$	$D_i, \text{ см}$	Участок	$\Delta p_i, \text{ Па}$	$D_i, \text{ см}$
2-1	233,6	5,0	13-8	415,4	10,0	18-25	288,5	5,0
3-2	433,1	6,5	14-9	181,2	20,0	20-19	464,2	6,5
3-4	389	5,0	9-16	303,1	10,0	21-20	380,1	8,0
4-5	168,3	5,0	17-10	247,4	8,0	21-22	228,3	12,5
5-6	109,4	5,0	18-11	278,8	5,0	22-23	252,3	10,0
7-1	112,3	5,0	13-12	460,1	10,0	23-24	234,9	6,5
8-2	257,9	6,5	14-13	280,5	15,0	24-25	139,2	5,0
9-3	339,5	8,0	14-15	163,9	15,0	19-26	119	5,0
9-4	728,5	6,5	15-16	320,4	10,0	20-27	401,9	6,5
10-5	254,4	5,0	16-17	91,9	12,5	22-28	184,3	10,0
11-6	112,3	5,0	17-18	220,1	10,0	23-29	289,6	6,5
8-7	379,2	6,5	12-19	327,8	6,5	25-30	108,6	5,0
9-8	514,7	10,0	13-20	323,7	8,0	27-26	181,3	6,5
9-10	624,4	6,5	14-21	224,1	15,0	28-27	369,4	8,0
10-11	251,5	6,5	15-22	288,5	10,0	28-29	357,6	6,5
12-7	334,5	6,5	16-24	455,3	6,5	29-30	193,1	5,0
						0-14	12,6	30,0

В результате анализа расчетных данных установлено, что экономия получена за счет следующих факторов:

- 1) распределения расчетного перепада давления исходя из условия экономичности (2,36 %);
- 2) использования формулы Блазиуса для определения коэффициента гидравлического трения вместо формулы Альтшуля (2,34 %);
- 3) присвоения участкам направления стандартных диаметров после определения расчетных перепадов давлений для всех участков сети (1,63 %).

Вывод условия экономичности (2) представлен в [2]. Формула Блазиуса для определения λ справедлива для режима гидравлически гладких труб ($4000 \leq Re \leq 100000$). В рассчитанной сети этому режиму соответствует 48 участков суммарной длиной 8175 м из 49. Режим работы только одного участка длиной 20 м не соответствовал режиму гидравлически гладких труб. Это составляет 0,244 % протяженности трубопроводов данной сети.

Таблица 2

Решение сети газоснабжения по методике «И»

Участок	Δp_i , Па	D_i , см	Участок	Δp_i , Па	D_i , см	Участок	Δp_i , Па	D_i , см
2-1	391,6	6,5	13-8	254,6	8,0	18-25	163,9	6,5
3-2	274,1	6,5	14-9	234,8	20,0	20-19	430,6	6,5
3-4	290,4	5,0	9-16	254,3	12,5	21-20	275,6	8,0
4-5	129,1	5,0	17-10	223,1	8,0	21-22	193,6	12,5
5-6	193,6	5,0	18-11	195,6	6,5	22-23	230,3	10,0
7-1	254,6	5,0	13-12	348,4	10,0	23-24	127,0	10,0
8-2	248,1	6,5	14-13	278,7	20,0	24-25	142,7	5,0
9-3	251,7	10,0	14-15	153,6	15,0	19-26	209,1	5,0
9-4	586,4	6,5	15-16	178,4	12,5	20-27	413,4	6,5
10-5	223,1	6,5	16-17	97,8	10,0	22-28	145,2	12,5
11-6	195,7	5,0	17-18	195,7	10,0	23-29	230,3	6,5
8-7	424,4	6,5	12-19	209,1	6,5	25-30	163,8	5,0
9-8	496,3	10,0	13-20	258,4	10,0	27-26	242,0	6,5
9-10	453,9	8,0	14-21	174,2	15,0	28-27	29,03	8,0
10-11	340,4	5,0	15-22	230,3	12,5	28-29	223,2	6,5
12-7	339,2	8,0	16-24	278,3	6,5	29-30	297,6	5,0
						0-14	26,1	20,0

В методике «И» определение расчетных перепадов давлений для направления происходит после присвоения стандартных значений диаметров участкам предыдущего направления. В методике «Л» расчетные перепады давлений определяются для всех участков сети до начала процедуры перехода от расчетных значений диаметров к стандартным. Такой принцип перехода к стандартным значениям диаметров позволяет более полно реализовать распределение перепадов давлений из условия экономичности.

Таким образом, методика «Л» является наиболее эффективной и универсальной, и, как показывает анализ большого массива расчетов, в случае внедрения в практику проектирования обеспечит в масштабах нашей страны заметную (5–10 %) экономию газопроводных труб.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ионин А. А. Газоснабжение. – М.: Стройиздат, 1989.
2. Левин А. М., Смирнов В. А., Черкасова А. Я. Расчет газовых сетей на минимум металла // Газовая промышленность. – 1966. – № 9. – С. 28–32.
3. Горчинский Я. М. Оптимизация проектируемых и эксплуатируемых газораспределительных систем. – Л.: Недра, 1988.

Представлена
научно-методическим семинаром
кафедры теплогазоснабжения
и вентиляции

Поступила 24.01.2000