

- 1 Литкенс Н. В., Салихова В. П., Шелухина Т. М. Электромагнитические переходные процессы в системах электроснабжения—М., МЭИ, 1977—78 с.
- 2 Веретенников Л. П. Исследование процессов в силовых электроэнергетических системах. Теория и методы.—Л.: Судостроение, 1975.—375 с.
- 3 Пакет прикладных программ для моделирования динамических процессов в системах генерирования электроэнергии летательных аппаратов/Гос. фонд алгоритмов и программ, ВЦТИЦентр; Авторы: Аветисян Л. А., Пихленаян А. Р., Винаский О. В.—№ ГРП007020.—М., 1984—450 с.
- 4 Савалов С. В. и др. Математическая модель электронного регулятора напряжения с широтноимпульсным модулятором. // Тр. МИИТ.—М.: Изд-во МИИТ, 1983.—Вып. 710.—С. 15—27.

Изв. АН АрмССР (сер. ФН), т. XLII, № 1, 1988

АВТОМАТИЗАЦИЯ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

П. А. МАТЕВОСЯН, В. Г. ХАЧАТУРЯН

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ГАЗОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Затраты на сооружение и эксплуатацию газотранспортных систем (ГТС) весьма значительны. Вопросам оптимизации параметров ГТС посвящен ряд работ [1, 2], однако известные методики можно применить при проектировании отдельных газопроводов и они рассчитаны на большие ЦВМ серии ЕС.

В настоящей работе предлагаются методика, математическая модель и алгоритмы, а также способы технической реализации задачи оптимизации параметров проектируемой ГТС с помощью средств аналоговой и микропроцессорной вычислительной техники.

Задача проектирования ГТС с учетом двойного топливоснабжения пунктов газопотребления относится к категории больших (нелинейных) многопараметрических задач. Проектирование усложняется при наличии в ГТС нескольких источников подачи газа и второго вида топлива, а также кольцевых участков газопровода (УГ). В качестве критерия оптимизации принимается минимум приведенных затрат на сооружение и эксплуатацию газотранспортной системы.

Согласно предлагаемому алгоритму при проектировании развития ГТС на первом этапе с помощью микро-ЭВМ предусматривается осуществить расчет оптимальных технико-экономических характеристик (ТЭХ) для всех УГ, входящих в рассматриваемую ГТС. На втором этапе на основе ТЭХ УГ, используя специализированное аналоговое вычислительное устройство (САВУ), осуществляется расчет оптимальных потоков газа по УГ в ГТС. На третьем этапе с помощью микро-ЭВМ на основе полученных оптимальных потоков газа проводится расчет технических параметров развиваемых газопроводов. Решение каждой из указанных задач может иметь и самостоятельное значение.

Для решения рассматриваемой задачи ГТС может быть представлена состоящей из отдельных УГ, включающих линейные отрезки газопроводов и компрессорные станции (КС). Разделение ГТС на УГ делается в узловых точках ГТС, к которым могут быть подключены три и более УГ, либо крупные газопотребители [ГП].

Целевая функция математической модели для расчета оптимальных потоков газа в развиваемой ГТС, удобная для реализации с помощью САВУ, имеет вид:

$$Z^{\text{ГТС}} = \sum_{k=1}^K C_k^{\text{УГ}}(Q_k) Q_k - \sum_{m=1}^M C_m^{\text{П}} [q_m^{\text{П}} - (q_m^{\text{П}})^{\text{min}}] \rightarrow \min, \quad (1)$$

где $Z^{\text{ГТС}}$ — приведенные затраты на развитие и эксплуатацию ГТС, *т. руб. год*; $C_k^{\text{УГ}}(Q_k) = \frac{Z_k^{\text{УГ}}}{Q_k}$, $Z_k^{\text{УГ}}$ — удельные и приведенные затраты на строительство и эксплуатацию k -го УГ, *т. руб. т. у. т.*; Q_k — поток газа через k -ый УГ, *т. у. т. год*; $C_m^{\text{П}}$ — эффективность от использования газа в m -ом пункте газопотребления, *т. руб./т. у. т.*; $q_m^{\text{П}}$ — поток газа в m -ый пункт ГП, *т. у. т. год*; K — число участков газопровода; M — число выделенных газопотребителей в ГТС.

Математическая модель включает также:

ограничения на потребление газа в m -ом ГП и на его поступление

$$(q_m^{\text{П}})^{\text{min}} \leq q_m^{\text{П}} \leq (q_m^{\text{П}})^{\text{max}}, \quad m = (\overline{1, M}); \quad (2)$$

$$(q_k^{\text{Г}})^{\text{min}} \leq q_k^{\text{Г}} \leq (q_k^{\text{Г}})^{\text{max}}, \quad k = (\overline{1, M}); \quad (3)$$

баланс топливопотребления ГП и в узловых точках ГТС

$$q_m^{\text{П}} + T_m^{\text{П}} = B_m^{\text{П}}, \quad m = (\overline{1, M}); \quad (4)$$

$$\sum_{k=1}^K Q_k + q_k^{\text{Г}} - q_k^{\text{П}} = 0, \quad k = (\overline{1, N}), \quad (5)$$

где $T_m^{\text{П}}$, $B_m^{\text{П}}$ — второй вид топлива, поставляемый в m -ый ГП, и общее потребление топлива *т. у. т.*; N — число узловых точек в ГТС; $q_k^{\text{Г}}$ — поток газа, поступающего извне в k -ую узловую точку системы.

При составлении условия (5) предполагается, что каждая узловая точка может иметь не более одного источника поступления газа. При отсутствии в узловой точке одной из компонент соответствующее слагаемое равно нулю.

Для решения задачи (1) — (5) с помощью микро-ЭВМ рассчитываются ТЭХ УГ — $Z_k^{\text{УГ}} = f(Q_k)$ для различных потоков газа на входах и выходах УГ и аппроксимируемые полиномом второго порядка [2, 6]. На втором этапе для расчета оптимальных потоков использован принцип распределения тока по путям наименьшего сопротивления в сети, обеспечивающий минимум электрических потерь в цепи [3, 7]. Электрическая схема САВУ, предназначенная для реализации математиче-

ской модели (1) — (5), включает источники тока, моделирующие потоки газа, объемы добычи и газопотребления [4], а также источники напряжения, моделирующие удельные приведенные затраты и эффективность от использования газа в ГП [5]. Условия баланса реализуются в соответствующих узловых точках, а ограничений — с помощью динотных схем ограничений. После расчета оптимальных значений потоков по УГ с помощью микро-ЭВМ по (1) — (5) рассчитываются оптимальные технические параметры УГ.

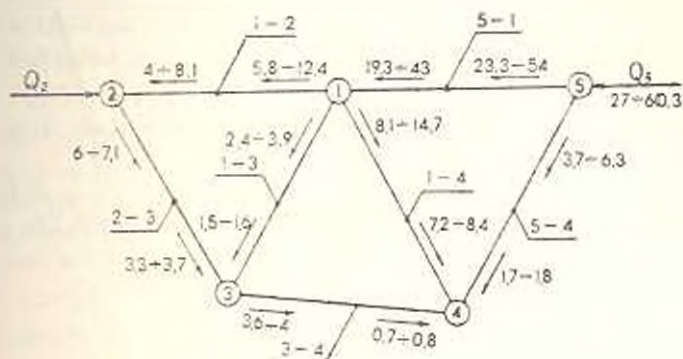


Схема сети ГТС (потоки указаны в млрд. м³/год).

Расчеты по данной методике проводились для гипотетической ГТС, аналогичной ГТС Закавказья, структура которой приводится на рисунке. В процессе расчета были использованы нормативные показатели на строительство и эксплуатацию газопроводов. Значение оптимальных потоков газа на входах и выходах соответствующих УГ приводятся в таблице.

Таблица

Обозначение УГ	Оптимальные потоки газа по УГ	
	вход	выход
1 — 2	5,9	4
2 — 3	6	3,3
1 — 3	2,4	1,5
3 — 4	3,6	0,7
1 — 4	13,5	7,2
5 — 1	28,8	24,8
5 — 4	3,7	1,8

Осуществление предлагаемого метода решения рассматриваемой задачи проектирования с помощью САВУ в сочетании с микро-ЭВМ дает возможность облегчить проектирование развития территориальных ГТС и отдельных газопроводов в условиях проектных организаций.

ЕрПИИ К. Маркса

20. VI 1986.

**ԳԱԶԱՄԻՂԱՅԻՆ ՀԱՄԱԿԱՐԿԵՐԻ ԶԱՐԿԱՑՄԱՆ
ՆԱԽԱԳԻՄԱՆ ԱՎՏՈՄԱՏԱՑՈՒՄԸ**

Ա. մ. փ. ո. փ. ո. մ.

Առաջարկվում է նախադժվո՞ղ ԳՀՄ-ի պարամետրերի օպտիմալացման խնդրի մեթոդիկան, մաթեմատիկական մոդելը, ալգորիթմները և նրա տեխնիկական իրականացման էղանակներն անալոգային և միկրոպրոցեսորային տեխնիկայի կիրառմամբ: ԳՀՄ-ի սպախմալ հոսքերի հաշվարկի մաթեմատիկական մոդելն իրականացվում է անալոգային մասնագիտացված հաշվողական սարքի կիրառմամբ, իսկ զարգացող ԳՀՄ-ի զազամուղերի օպտիմալ տեխնիկական պարամետրերի հաշվարկի մաթեմատիկական մոդելը՝ միկրո-էՀՄ-ի օգնությամբ:

Քերվում է Անդրկովկասի զազամուղին նամարժեր պայմանական զազամուղային համակարգի օպտիմալ տեխնիկական և ուժիմային պարամետրերի հաշվարկի սրինակ:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Трубопроводный транспорт газа / С. А. Бобровский, С. Г. Щербакоч, Е. Н. Яковлев и др.—М.: Наука, 1976.—495 с.
2. Методические указания по расчету оптимальных параметров разветвляемых газо-транспортных систем в условиях ресурсных ограничений / П. А. Матвеев, Ю. А. Орбелян, А. Г. Мациканян и др.—М. ВНИИЭгазпром, 1981.—84 г.
3. Пухов Г. Е., Кулик М. Н. Гибридное моделирование в энергетике. Киев. Наукова Думка, 1977.—150 с.
4. Хачатурян В. Г. Моделирование потребителей и источников газа в оптимизируемой аналоговой модели транспортной системы / ЕрIII ам. К. Маркис.—Ереван, 1984.—8 с.—Доп. в АрмНИИПТИ 1985, № 34 Ар-85.
5. Хачатурян В. Г. Устройство для моделирования удельных затрат на транспорт га-за / ЕрIII ам. К. Маркис.—Ереван, 1984.—7 с.—Доп. в АрмНИИПТИ 1985, № 36—Ар 85.
6. Орбелян Ю. А. Построение технико-экономических характеристик участков газо-провода.—М. ВНИИЭгазпром, 1983.—Вып. 4.—9 с.
7. Пухов Г. Е. Избранные вопросы теории математических машин.—Киев: Изд-во АН УССР, 1964.—264 с.

Изв. АН АрмССР, (сер. III), т. XLI, № 4, 1988

АВТОМАТИЗАЦИЯ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Л. А. УНАНЯН

**НЕЧЕТКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫМИ
СИСТЕМАМИ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ**

Управление территориальными системами газоснабжения (ТСГ) является сложной задачей, осуществляемой диспетчерскими служба-ми. Сложность заключается в многомерности управляющих парамет-