

УДК 622.691.4

П. А. МАТЕВОСЯН, А. Л. ОГАНИСЯН, Э. С. САФАРЯН

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ РЕЖИМОМ РАБОТЫ КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА

Работа посвящена оптимизации режима работы КС по критерию минимума энергетических затрат. Приведены математическая модель и результаты реализации задачи оптимизации работы КС и режиме оперативного управления с помощью микро-ЭВМ. Для реализации задачи применены программа НЕЛСИ СМ нелинейного программирования. Приводится пример.

Библиогр.: 5 назв.

Աշխատանքը նվիրված է ճնշակային կայանների աշխատանքային ռեժիմի օպտիմալ կառավարման խնդրին բառ էներգետիկական ծախսերի նվազագույն լինելու շահանքով: Քերված են մաթեմատիկական նմաներ և ճնշակային կայանի աշխատանքը միկրո-էՎՄ-ի գոտագրումով օպտիմալ ղարկները: Խնդրի արդյունքները անմիջական կառավարման ռեժիմով: Խնդրի իրագործման համար կիրառված է գծային ծրագրավորման ՆԵԼՍԻ ՄՄ ծրագրերը: Քերված են օրինակներ:

В газоперекачивающих агрегатах (ГПА) компрессорных станций (КС) газотранспортной системы (ГТС) Союза расходуется 10...12% от транспортируемого газа. Оптимизация режима работы КС, как показывает практика [1, 2], может дать экономию порядка 1...3% от сжигаемого на КС газа. Проблеме оптимизации режимов работы КС посвящен ряд работ [3, 4]. В отличие от известных работ в настоящей статье приведены результаты разработок математической модели и алгоритма реализации задачи оптимизации режимов работы КС, оснащенных газотурбинными нагнетателями, при оперативном управлении с помощью микро-ЭВМ.

Оптимизация режима работы КС сводится к рациональному перераспределению изменяемого во времени потока газа, транспортируемого через КС между ГПА, с учетом их КПД, а также температуры транспортируемого газа, его химического состава, давления на входе и выходе КС с целью минимизации энергетических затрат.

Целевая функция математической модели рассматриваемой задачи оптимизации может быть представлена в виде

$$A^{КС} = \sum_{i=1}^n A_i^{ГПА} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{102} \frac{K_i}{K_i - 1} zRT^{*} q_i (e^{(K_i - 1)K_i T_i^{*nGA}} - 1) + A^{мех} = \min, \quad (1)$$

Кроме того, математическая модель включает ограничения в виде балансового уравнения

$$\sum_{i=1}^n q_i = Q \quad (2)$$

и неравенств

$$q_{i, \min} \leq q_i \leq q_{i, \max} \quad (3)$$

где Q — поток газа, пропускаемого через КС, кг/с ; M — число ГПА в КС, шт; q_i — поток газа, транспортируемый через i -ый ГПА, кг/с ; $\eta_i^{\text{пол}}$ — полнотропический КПД i -го ГПА; $\varepsilon = P^{\text{н}}/P^{\text{в}}$ — степень повышения давления газа на КС; $P^{\text{н}}$ — давление нагнетания, МПа ; $P^{\text{в}}$ — давление газа на входе в КС, МПа ; $T^{\text{в}}$ — температура газа на входе в КС, К ; z — коэффициент сжимаемости газа; K — коэффициент адиабаты; $N_i^{\text{ГПА}}$ — мощность, расходуемая на i -ом ГПА, кВт ; $N^{\text{мех}}$ — механические потери в ГПА, кВт ; R — газовая постоянная, $\text{кг} \cdot \text{м} / \text{кг} \cdot \text{К}$.

Несмотря на то, что КС оснащается одинаковыми газотурбинными газоперекачивающими агрегатами, их КПД могут отличаться по причине неидентичности изготовления, из-за различных засорений в процессе эксплуатации, износа и других факторов. Анализ газодинамических характеристик нагнетателей различного типа показывает, что характеристика $\eta_i^{\text{пол}}(q)$ существенно зависит от технического состояния агрегатов [5].

При реализации задачи на микро-ЭВМ, значения $\eta_i^{\text{пол}}$ могут быть получены путем снятия характеристик с действующих ГПА [2] и аппроксимированы полиномом вида

$$\eta_i^{\text{пол}} = a q_i^2 + b q_i + c, \quad (4)$$

где a , b и c — коэффициенты аппроксимации.

В рассматриваемой задаче параметры Q , $P^{\text{н}}$, $P^{\text{в}}$, $T^{\text{в}}$, z , R и K с течением времени могут изменяться и непосредственно вводиться в ЭВМ с пульта дисплея оператором. Рассматриваемая задача оптимизации (1)–(4) относится к классу многомерных задач нелинейного программирования. Для реализации математической модели (1)–(4) была использована программа оптимизации, входящая в пакет прикладных нелинейных программ ЭВМ типа СМ-4.

В результате оптимизационного расчета для каждого ГПА устанавливаются величины потоков газа, при которых КС будет затрачивать минимальное количество топлива при заданных условиях.

В качестве примера была рассмотрена КС, содержащая три рабочих агрегата типа ГТК-16. Исходная информация: $P^{\text{н}} = 7,5 \text{ МПа}$, $P^{\text{в}} = 5,5 \text{ МПа}$, $\varepsilon = 0,6$, $T^{\text{в}} = 290 \text{ К}$, $z = 0,9$, $R = 49 \text{ кг} \cdot \text{м} / \text{кг} \cdot \text{К}$, $Q = 777 \text{ кг/с}$, $K = 1,3$, $N^{\text{мех}} = 150 \text{ кВт}$, $a_1 = a_2 = -0,0144$, $a_3 = -0,0146$, $b_1 = b_2 = 0,2045$, $b_3 = 0,2042$, $c_1 = c_2 = 0,094$, $c_3 = 0,092$. Кроме того, известно $200 \leq q_i \leq 400$. В результате решения задачи (1)–(4) были получены следующие потоки газа: $q_1 = q_2 = 284,85 \text{ кг/с}$, $q_3 = 207,3 \text{ кг/с}$ и соответственно, затрачиваемые на компримирование газа мощности: $N_1 = N_2 = 14791,2 \text{ кВт}$, $N_3 = 10849,2 \text{ кВт}$, $N_{\text{опт}}^{\text{КС}} = 40431,6 \text{ кВт}$. С целью сопоставления был рассмотрен вариант одинаковой загрузки

ГПА. При этом мощность составила $N_1 = N_2 = 13469,1 \text{ кВт}$, $N_3 = 13555,7 \text{ кВт}$, $N_4^{KC} = 40493,9 \text{ кВт}$. Разность мощностей составит

$$\Delta N = N_4^{KC} - N_{опт}^{KC} = 62,3 \text{ кВт}.$$

При изменении $\gamma_{обл}$ до 0,8 ожидаемый годовой экономический эффект на одной КС увеличивается до 21 тыс. рубл. В случае, если ЭВМ одновременно обслуживает 5 КС одного МГ, то затраты на ЭВМ окупятся за 2 месяца ее эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жидкова М. А. Переходные процессы в магистральных газопроводах.—Киев: Наукова Думка, 1979.—256 с.
2. Леонтьев Е. В., Цигельников Е. В. Изменение газодинамических характеристик ЦКМ в процессе эксплуатации // Сб.: «Труды ВНИИГаза», 1987.—С. 27—30.
3. Бобровский С. А. и др. Трубопроводный транспорт газа.—М.: Наука, 1976.—495 с.
4. Добыча, подготовка и транспорт природного газа и конденсата: Спр. рук. / Под ред. А. С. Коротаева в 2-х томах.—1984.—Т. 1, 360 с.—Т. 2.—288 с.
5. Инструкции по определению производительности, мощности и затрат топливного газа для ГПА с газотурбинным приводом.—М.: ВНИИГаз, 1984.—21 с.

ЕрНИ

25. X. 1989

Изв. АН Армении (сер. ТН), т. XLIV, № 3, 1991, с. 133—136

НАУЧНОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

УДК 621.317.33

М. Г. АЗАРЯН

ВЧ—МЕТОД АБСОЛЮТНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ЛОКАЛЬНОГО УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕКТРОНИКИ

Основываясь на особенностях протекания ВЧ-токов, наведенных в исследуемый образец с помощью бесконтактного ВЧ-зонда, предложен метод абсолютного определения локального удельного сопротивления в высокоомных материалах электроники, использующий частотно-модулированный ВЧ-сигнал. Метод позволяет избежать ограничений, присущих описанной технике ВЧ-зонда.

Ил. 1. Библиогр.: 6 назв.

Հիմնվելով անհաղթելի ՔՎ-դաշտի ճառագայթի ճառագայթման ՔՎ-հոսանքների անցման լուրահատկությունների վրա՝ առաջարկված է էլեկտրոնային տեխնիկայի բարձրագույն մակարդակի տեխնիկական զինավորվածության որոշման բացարձակ մեթոդ, որում օգտագործվում է անալոգիկային մոդուլացիայով ՔՎ-ազդանշան, Մեթոդը թույլ է տալիս խուսափել առանձնահատկություններից, որոնք բնորոշ են ՔՎ-զոնդի օգտագործման հայտնի տեխնիկային:

Целью работы является предложить способ, который, используя идею наведенных ВЧ-токов [1—4], позволит бы, увеличив локаль-