

ЭНЕРГЕТИКА

Л. Г. АСАТЯН

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ СРЕДСТВ РЕГУЛИРОВАНИЯ
НЕРАВНОМЕРНОСТИ И РЕЗЕРВИРОВАНИЯ В ГАЗОСНАБЖЕНИИ
С УЧЕТОМ ИХ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ВЗАИМОСВЯЗИ

Газоснабжающая система, представляющая собой одну из быстро-развивающихся систем энергетики, призвана бесперебойно обеспечивать потребителей природным газом в соответствии с переменной во времени потребностью. В силу наличия жесткой технологической связи между потребителями, промыслами и газопроводами производственные мощности системы вынуждены работать в режиме потребления. А т. к. режим газопотребления носит крайне неравномерный характер, то мощности элементов системы будут незагружены, что в конечном итоге снизит эффективность капитальных вложений в систему газоснабжения. В борьбе с нежелательными последствиями неравномерности газопотребления проводится ряд мероприятий по регулированию неравномерности в газоснабжении — создание подземных хранилищ газа (ПХГ), пиковых установок (ПУ) по снижению и регазификации природного газа (СПГ) и других средств. В соответствии с [1, 2] для каждого значения пропускной способности газопровода существуют соответствующие значения объемов регулирования неравномерности и аварийных недопоставок газа потребителю. Следует отметить также, что пропускная способность газопровода и объем регулирования находятся в зависимости от потребного объема резервирования. Эта зависимость обусловлена возможностью создания (закачки) резервного объема газа в средство.

Такая возможность многоцелевого использования элементов системы и существование функциональной взаимосвязи между параметрами регулирования и резервирования в газоснабжении обуславливают комплексное решение этих задач [3]. Успешное решение комплексной задачи требует разработки и применения экономико-математической модели, отражающей разнохарактерность функционирования элементов газоснабжающей системы, внутренние и внешние связи их параметров.

В настоящей работе предлагается экономико-математическая модель комплексной задачи по оптимизации параметров элементов системы, предназначенных для регулирования неравномерности и компенсации аварийных недопоставок газа в газоснабжении с учетом их взаимосвязи.

Рассматриваемая система газоснабжения — фрагмент единой газоснабжающей системы — представляется в виде множеств: узлов $j \in D$ — потребления, точек ветвления газопроводов, промыслов; участков газопроводов (УГ) $k \in \Gamma$, расположенных между узлами; средств (ПХГ, ПУ по СПГ и др.) $i \in S$, предназначенных для регулирования и резервирования в газоснабжении.

Задача сводится к определению, при минимуме приведенных затрат по системе, значений параметров ее элементов, способствующих регулированию неравномерности добычи и транспорта газа и обеспечивающих заданный уровень газопотребления при уровне надежности (коэффициента производительности) H :

$$\Phi = \sum_{k \in \Gamma} 3_k^r(V_k^r, Q_k^{rp}) + \sum_{j \in n \in D} 3_j^a(V_j^a + Q_j^a(1-H)) + \\ + \sum_{i \in S} 3_i^r(G_i^r, Q_i^{rp}) \rightarrow \min.$$

Параметры элементов системы, обеспечивающие поставленную цель, взаимосвязаны уравнением материального баланса в каждом узле системы

$$\sum_{k \in \Gamma_j^+} V_{kj}^r - \sum_{k \in \Gamma_j^-} V_{kj}^r + T_p \sum_{i \in S_j} G_{ij}^{cR} + V_j^a + \sum_{k \in M_j} \sum_{l \in D_{kj}} Q_{kl}^n - \\ - \sum_{k \in M_j} \sum_{l \in D_{kj}} Q_{kl}^{rp} - \sum_{i \in S_j} Q_{ij}^{cp} - V_j^n - Q_j^n(1-H) = 0, \quad j \in D.$$

На переменные налагаются ограничения:

$$\sum_{k \in n_j} V_{kj}^r \leq V_j^a \leq \min \left\{ V_j^{aT}, \sum_{l \in D_j} V_l^n \right\}, \quad j \in n \in D;$$

$$V_{kj}^r \leq V_{kj}^r \leq \sum_{l \in n_{kj}} V_l^n, \quad D_{kj} \subseteq D, \quad k \in \Gamma_j^+ \cup \Gamma_j^-;$$

$$0 \leq G_{ij}^{cR} \leq \min \left\{ G_{ij}^{cr}, \sum_{l \in D_{ij}} \hat{G}_l^n - \sum_{k \in \Gamma_j^+} G_{kj}^r \right\}, \quad i \in S_j \subseteq S, j \in D, \quad D_{ij} \subseteq D;$$

$$0 \leq Q_{ij}^{cp} \leq \min \left\{ Q_{ij}^{cr} - Q_{ij}^{cR}, \sum_{k \in M_j} \sum_{l \in D_{kj}} Q_{kl}^n - Q_j^n(1-H) \right\},$$

$$\sum_{k \in \Gamma_j^+} V_{kj}^r - \sum_{k \in M_j} \sum_{l \in D_{kj}} Q_{kl}^n \leq 0, \quad i \in S_j \subseteq S, \quad j \in D;$$

$$0 \leq Q_{kj}^{rp} \leq \sum_{l \in D_{kj}} Q_{kl}^n - Q_j^n(1-H), \quad k \in \Gamma_j^+, \quad j \in D.$$

Принятые обозначения: $\Gamma_j^+, \Gamma_j^- \subseteq \Gamma$ — множество соответственно входящих и выходящих УГ у j -го узла; $D_j \subseteq D$ — множество узлов, питающихся j -ым узлом (промыслом); $D_{kj}, D_{ij} \subseteq D$ — множество узлов, питающихся соответственно k -ым УГ и i -ым средством у j -го узла; $S_j \subseteq S$ — множество средств у j -го узла; $n \subseteq D$ — множество промыслов в системе газоснабжения; $M_j \subseteq \Gamma$ — множество k -ых УГ, технологически связанных между собой и питающих j -ый и после него расположенные узлы потребления; $n_j \subseteq \Gamma$ — множество k -ых УГ, питающихся j -ым промыслом; V_{kj}^r — объем неравномерной работы k -го УГ без учета его аварии у j -го узла; Q_j^n — объем газопотребления j -го узла за расчетный период; V_j^n — объем неравномерности газопотребления j -го узла; T_p — продолжительность (365 сут) расчетного периода (года) планирования; V_j^A — объем неравномерной работы j -го промысла; G_{ij}^{cR} — производительность по отбору (регазификации) i -го средства у j -го узла, предназначенная для регулирования; H — коэффициент обеспечения потребителей газом — уровень надежности (относительное значение удовлетворения спроса); Q_{kj}^a — объем аварийной недопоставки газа k -ым УГ j -му узлу потребления; Q_{kj}^{am} — объем аварийной недопоставки газа k -ым УГ в провал l -го газопотребления; Q_{ij}^{cp} — объем резервирования i -го средства у j -го узла для компенсации аварийных недопоставок газа; Q_{kj}^{rp} — компенсируемый объем недопоставок газа за счет создания резервных мощностей на k -ом УГ у j -го узла; Q_{kj}^r — минимальное значение пропускной способности k -го УГ у j -го узла, обеспечивающей закачку (снижение) максимального объема газа для регулирования неравномерности с учетом аварии на газопроводе; V_{kj}^2 — минимальное значение объема неравномерности k -го УГ с учетом его аварии у j -го узла, соответствующее G_{kj}^r ; Z_k^r, Z_i^c, Z_j^A — соответственно приведенные затраты на сооружение и эксплуатацию k -го УГ, i -го средства, j -го промысла; Q_{ij}^{cT} — технически допустимый объем i -го узла; G_{ij}^{cT} — технически возможная производительность по отбору газа i -го средства у j -го узла; Q_j^A — годовой объем добычи газа на j -ом промысле; V_j^{AT} — объем неравномерности, соответствующий разности технически допустимого и фактического (годового) объемов добычи газа ($V_j^{AT} = Q_j^{AT} - Q_j^A$); G_l^n — максимально-суточный за расчетный период расход газопотребления l -го узла.

Таким образом, разработана экономико-математическая модель совместной оптимизации параметров элементов системы, предназначенных для регулирования неравномерности и компенсации аварийных недопоставок газа в газоснабжении с учетом их функциональной взаимомо-

связи. Использование разработанной модели при планировании и проектировании развития газоснабжающих систем позволит сэкономить материальные средства в результате совмещенной оптимизации функции элементов системы для целей регулирования неравномерности и резервирования в газоснабжении.

ЕКО ВНИИЭГазпрома

17. IV. 1985.

1. 2. ԱՍՍՏՐՅԱՆ

ԳԱԶԱՄԱՏԱԿԱՐԱՐՄԱՆ ԱՆՀԱՎԱՍԱՐԱԶԱՓՈՒԹՅԱՆ ԿԱՐԳԱՎՈՐՄԱՆ ՈՒ ՊԱՀԵՏԱԿՈՐՄԱՆ ՏԱՐՐԵՐԻ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԻ ՕՊՏԻՄԻԶԱՑԻԱՎԵԼ ՆՐԱՆՅ ՓՈՆԱԳԱՐՁ ՖՈՒՆԿՑԻՈՆԱԼ ԿԱՊԻ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ու մ

Բերված է գազամատակարարման անհավասարաչափությունը կարգավորող և վթարից առաջացած գազի թերի մատակարարումը փոխհատուցող դադատար համակարգի տարրերի համատեղ օպտիմիզացման տնտեսա-մաթեմատիկական մոդելը՝ հաշվի առնելով նրանց միջև գոյություն ունեցող փոխադարձ ֆունկցիոնալ կապը: Մշակված մոդելի կիրառումը դադամատակարարող համակարգերի դարգացման, պլանավորման և նախագծման ընթացքում հնարավորություն կստեղծի տնտեսել նյութական միջոցներ, ի հաշիվ դադամատակարարման անհավասարաչափությունը կարգավորող և պահեստավորում ստեղծող համակարգի տարրերի ֆունկցիաների համատեղ օպտիմիզացման:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Вольский Э. Л., Гарляускас А. И., Герчиков С. В. Надежность и оптимальное резервирование газовых промыслов и магистральных газопроводов.— М.: Недра, 1980.— 279 с.
2. Временные методические положения по расчету оптимального регулирования сезонной неравномерности в газоснабжении. / М. А. Валесян, И. Я. Фурман, Л. Г. Асатрян и др. — М.: ВНИИЭГазпром, 1978.— 62 с.
3. Мелентьев Л. А. Оптимизация развития и управления больших систем энергетики.— М.: Высшая школа, 1976.— 336 с.