

ДЕКОМПОЗИЦИЯ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ЛОКАЛЬНОЙ ПОДСИСТЕМЫ ИНЖЕНЕРНОЙ СЕТИ

Н.В. Федоров, к.т.н., А.М. Хренов, к.т.н.

Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова

ул. Революции, 12, 61002, г. Харьков, Украина,

E-mail xrenov.aleksandr@bk.ru

Задачу структурной и параметрической оптимизации локальной подсистемы инженерной сети рассмотрим на примере оптимизации локальной подсистемы магистрального газопровода. Такая система состоит из двух частей: активной части и пассивной части. Под активной частью понимается компрессорная станция (КС), а под пассивной – сеть магистрального газопровода, прилегающая к данной компрессорной станции.

В качестве критерия оптимизации работы локальной подсистемы магистрального газопровода принят критерий минимума энергозатрат N .

Вектор управляемых переменных локальной подсистемы магистрального газопровода может быть представлен в виде

$$\bar{r} = \{P_v, \bar{q}_{vx}, \bar{b}, \bar{u}\} \quad (1.1)$$

где P_v - давление на входе компрессорной станции; \bar{q}_{vx} - вектор переменных, определяющий распределение поставок газа между потребителями подсистемы; \bar{b} - вектор переменных определяющий структуру подсистемы; \bar{u} - вектор управления активными элементами подсистемы.

P_v и компоненты вектора \bar{q}_{vx} для данной задачи считаются заданными.

Компоненты векторов \bar{b} и \bar{u} должны быть определены в результате решения задачи структурной и параметрической оптимизации локальной подсистемы.

Компоненты вектора \bar{b} являются двоичными переменными (1 – задвижка открыта, 0 – задвижка закрыта). Представим вектор в виде совокупности двух векторов:

$$\bar{b} = \{\bar{b}_a, \bar{b}_p\} \quad (1.2)$$

где \bar{b}_a - вектор переменных, определяющих структуру S_1 компрессорной станции;

\bar{b}_p - вектор переменных, определяющих структуру S_2 линейной части локальной подсистемы.

Активными элементами локальной подсистемы магистрального газопровода являются газоперекачивающие аппараты, установленные на компрессорной станции.

При заданных значениях P_v и \bar{q}_{vx} для структуры S_2 существует множество V_d допустимых наборов $\{S_1, \bar{u}\}$.

Множество структур линейной части, для которых при заданных условиях транспорта и распределения газа существуют непустые множества V_d называется, множеством допустимых структур T_d .

Оптимальный режим функционирования локальной подсистемы определяется как результат минимизации выбранного критерия N на множестве $\{(S_1, \bar{u}) \in V_d, S_2 \in T_d\}$ при заданных значениях P_v и \bar{q}_{vx} .

Вектор управлений $\{S_1^*, \bar{u}^*\}$, для которого выполняется равенство

$$N(S_1^*, \bar{u}^*, S_2) = \min_{\{(S_1, \bar{u}) \in V_d\}} N(S_1, \bar{u}, S_2), \quad S_2 \in T_d \quad (1.3)$$

будем называть вектором оптимальных управлений компрессорной станцией при структуре S_2 .

Оптимальная структура линейной части определяется в результате решения задачи вида:

$$N(S_1^{**}, \bar{u}^{**}, S_2^*) = \min_{S_2 \in T_d} N(S_1^*, \bar{u}^*, S_2) \quad (1.4)$$

Структура S_2^* называется оптимальной структурой, соответствующей заданным условиям транспорта и распределения газа.

Обозначим \bar{P}_{vxks} - вектор переменных, определяющих давления на выходах компрессорной станции; \bar{q}_{vxks} - вектор переменных, определяющих расходы на выходах компрессорной станции.

Переменные определяющие значения давлений и расходов на выходах КС в то же время являются переменными, определяющими значения давлений и расходов на входах линейной части локальной подсистемы.

Для заданных значений компонент векторов \bar{q}_{vx} и \bar{q}_{vxks} и известных ограничениях на значения давлений на выходах сети можно рассчитать минимальные значения давлений на входах сети (или что то же самое – на выходах КС) при которых будут выполнены поставленные условия транспорта газа по линейной части.

Критерий оптимизации N можно представить как функцию

$$N(P_v, \bar{P}_{vxks}, \bar{q}_{vxks}, S_1, \bar{u}) \quad (1.5)$$

При заданных значениях P_v , \bar{P}_{vxks} , \bar{q}_{vxks} , существует множество V_d^z допустимых наборов управлений $\{S_1, \bar{u}\}$.

Вектор управлений $\{S_1^M, \bar{u}^M\}$, для которого выполняется

$$N(P_v, \bar{P}_{vxks}, \bar{q}_{vxks}, S_1^M, \bar{u}^M) = \min_{\{(S_1, \bar{u}) \in V_d^z\}} N(P_v, \bar{P}_{vxks}, \bar{q}_{vxks}, S_1, \bar{u}) \quad (1.6)$$

назовем вектором оптимальных управлений компрессорной станции при заданных условиях ее работы.

Q_d - область допустимых значений компонент вектора \bar{q}_{vxks} .

Пусть для вектора \bar{q}_{vxks}^* и соответствующего ему вектора минимальных давлений на входах сети \bar{P}_{vxks}^* справедливо

$$N(\mathbf{P}_v, \bar{\mathbf{P}}_{v\text{vks}}^*, \bar{\mathbf{q}}_{v\text{vks}}^*, \mathbf{S}_1^{M^*}, \bar{\mathbf{u}}^{M^*}) = \min_{\bar{\mathbf{q}}_{v\text{vks}} \in Q_d} (\mathbf{P}_v, \bar{\mathbf{P}}_{v\text{vks}}, \bar{\mathbf{q}}_{v\text{vks}}, \mathbf{S}_1^M, \bar{\mathbf{u}}^M) \quad (1.7)$$

тогда $\mathbf{S}_1^{M^*}$ и $\bar{\mathbf{u}}^{M^*}$ определяют оптимальную структуру, и параметры управления активными элементами компрессорной станции при заданной структуре линейной части, т.е.

$$\mathbf{S}_1^{M^*} \equiv \mathbf{S}_1^*, \quad \bar{\mathbf{u}}^{M^*} \equiv \bar{\mathbf{u}}^* \quad (1.8)$$

Таким образом, решение задачи определения оптимальной структуры и параметров компрессорной станции в свою очередь сводится к решению задачи определения оптимального распределения расходов газа по входам линейной части и задачи определения оптимальной структуры и управляющих параметров компрессорной станции при заданных значениях $\mathbf{P}_v, \bar{\mathbf{P}}_{v\text{vks}}, \bar{\mathbf{q}}_{v\text{vks}}$.