

О ПОВЫШЕНИИ НАДЁЖНОСТИ СИСТЕМ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

Джафаров Т.В.

В процессе эксплуатации газотранспортных сетей сталкиваются с ситуацией, когда потребители не получают природный газ в необходимом количестве. Зачастую причиной этого является подключение к газотранспортной сети объектов, не учтенных проектом. Вследствие этого суммарная потребность в газе превышает пропускную способность системы.

На основании диспетчерских и статистических данных была исследована самая густоразветвлённая газотранспортная сеть в Азербайджане - Апшеронская газораспределительная система. Было выявлено, что несоответствие пропускной способности газораспределительной сети в целом или отдельных её участков приводило к нарушению нормальной подачи газа потребителям. Для устранения этого случая однозначно необходима реконструкция системы. При этом, вначале необходимо провести анализ состояния системы с целью определения потребителей, которые вследствие перегрузки системы в целом наиболее подвержены нарушениям нормального газоснабжения. Существуют различные методики упомянутого анализа. В статье предлагается для практических расчётов упрощённый метод, обеспечивающий достаточно достоверные результаты.

В практике, в процессе эксплуатации, сталкиваются с ситуацией, когда при отсутствии ограничений со стороны магистральных газопроводов и полной исправности всех элементов системы, потребители не получают природный газ в необходимом количестве. Причиной этого зачастую является подключение к газотранспортной сети объектов, не учтенных проектом. Вследствие этого суммарная потребность в газе превышает пропускную способность системы.

На основании диспетчерских и статистических данных была исследована самая густоразветвлённая газотранспортная сеть в Азербайджане - Апшеронская газораспределительная система, включающая распределительные газопроводы различного диаметра общей протяженностью более 2000 км. В результате исследований было выявлено, что несоответствие пропускной способности газораспределительной сети в целом или отдельных её участков приводило к функционированию системы при неоптимальных, а в некоторых ситуациях неудовлетворительных режимах давления с нарушением нормальной подачи газа потребителям.

Вышеизложенное позволяет сделать вывод о снижении надёжности системы газораспределения, которую в данном случае можно определить по формуле:

$$N = \frac{Q_{\tau} - (Q_{\tau} - Q)}{Q_{\tau}} = \frac{Q}{Q_{\tau}}, \quad (1)$$

где Q_τ – требуемое суммарное газопотребление в момент исследования системы τ ; Q – суммарное газопотребление, которое может обеспечить система (расчётное, учтённое проектом газопотребления).

Несоответствие системы новым условиям эксплуатации при отсутствии отказов всех её элементов является формой проявления морального старения этой системы. Результатом морального старения системы является неспособность её обеспечить необходимую производительность, причиной чего является повышение потребности всех подключенных к ней объектов, снижения точности, пределов регулирования, надёжности, возрастание энергоёмкости и т.д. Для устранения этого случая однозначно необходима реконструкция системы. Реконструкция системы газораспределения реализуется путём частичной перекладки участков сети с заменой их трубопроводами большего диаметра, параллельной прокладки участков газопроводов или сооружения дополнительных источников питания. В практике эксплуатационные организации реконструкцию пытаются провести путем выдачи завышенных технических условий на подключение новых газифицируемых объектов для увеличения пропускной способности системы. Такая практика интуитивных попыток реконструировать систему приводит к росту материальных затрат и снижению эффективности системы газоснабжения. Выяснилось, что неудовлетворительные режимы давления сохраняются, особенно в сетях низкого давления, где непроизводительные потери газа составляют более 0,7 % общего расхода газа. Следовательно, реконструкцию систем газоснабжения необходимо проводить за счёт мероприятий, реализация которых позволит повысить пропускную способность системы и при этом выполнить условие [1]:

$$\left. \begin{array}{l} \Delta Z \rightarrow \min \text{ или} \\ \Delta K \rightarrow \min \end{array} \right\}, \quad (2)$$

где ΔZ и ΔK – соответственно дополнительные приведённые затраты и дополнительные капитальные вложения, необходимые для обеспечения требуемой производительности системы.

При реконструкции систем газоснабжения, которую можно выполнить в нескольких вариантах, отличающихся протяженностью перекладываемых газопроводов, а следовательно, и стоимостью строительных работ, требование минимума металлоёмкости ΔG варианта оказывается недостаточным для выбора искомого варианта. Это требование необходимо дополнить требованием минимума

дополнительной протяжённости переключаемых или дополнительно прокладываемых трубопроводов $\Delta \ell$:

$$\left. \begin{array}{l} \Delta G \rightarrow \min n p u \\ \Delta \ell \rightarrow \min \end{array} \right\} \quad (3)$$

Последнее условие в ряде случаев оказывается предпочтительным, поскольку отражает дополнительный эффект, который трудно учесть и отразить количественно. Это является отражением системного подхода к оптимизации реконструкции систем.

Возникает вопрос – можно ли избежать реконструкции систем газоснабжения? Такая попытка сводится к некоторым превентивным мерам, предусматриваемым при проектировании. Методика разработки этих мер, предусматривает рассмотрение исходной информации о развитии системы газоснабжения, как статистически неопределенную и предлагает при выборе основных параметров систем исходить из их вероятностных значений [1]. Для реализации методики необходимо располагать необходимым количеством статистических наблюдений. Источником таких наблюдений может служить опыт эксплуатации систем газоснабжения в других городах, статистика отклонения фактических параметров от принятых в проекте. Но при этом необходимо учитывать индивидуальность городов и специфику их развития, а также возникновение неучтенных при проектировании потребителей газа. Необходимо помнить, что данные за ретроспективный период не всегда могут в полной мере экстраполироваться на будущее, поэтому вероятностные характеристики таких величин очень часто содержат некоторую погрешность, но несмотря на это, они помогают в большей мере выявить общую тенденцию будущих условий развития системы. Таким образом, задача сводится к тому, на что ориентироваться при проектировании – на данные перспективных схем газоснабжения, разработанные на основании их генеральных планов, или на ожидаемые отклонения от этих схем. Решение задачи заключается в выборе варианта одно и двух или многостадийного сооружения системы и определения, какой из этих вариантов является наименее капиталоемким. Реконструкцию систем необходимо проводить на основании конкретных проектных решений, отражающих реальные условия, в которых функционирует система, и их достоверные изменения, которые будут иметь место в ближайшей перспективе. Эти проектные решения являются итогом гидравли-

ческих и технико-экономических расчетов, рассматривающих различные варианты реконструкции. Для уменьшения их количества вначале необходимо провести анализ состояния системы с целью определения потребителей, наиболее подверженных нарушениям нормального газоснабжения вследствие перегрузки системы в целом [2]. Совокупность таких потребителей формирует своего рода аварийную зону, которую необходимо ликвидировать.

Существуют различные методики упомянутого анализа. Эти методики, хотя и научно обоснованы, но труднореализуемы, громоздки и требуют компьютерной проработки. Предлагается для практических расчётов иной метод, значительно упрощённый, обеспечивающий достаточно достоверные результаты. Суть метода заключается в замене реальной газораспределительной системы расчётной моделью, сохраняющей конфигурацию, протяжённость и диаметры участков газопроводов. Далее принимается, что в этой сети транспортируются расчётные расходы газа, которые необходимы всем объектам для нормального газообеспечения, без учёта зависимости пропускной способности регуляторов от давления газа на входе. Затем, выполняется гидравлический поверочный расчёт сети, определяются аварийные зоны с пониженным против расчётного, пониженным против требований СНиП и даже с отрицательным давлением. Цель реконструкции заключается в восстановлении первоначального распределения давления с сохранением необходимого его значения в контрольных точках, в том числе в конечных, где давление должно быть не менее разрешенного требованиями СНиП. Помимо простоты, достоинством этого метода является наглядность, благодаря чему можно сразу же обнаружить наиболее перегруженные участки сети и наметить меры по устранению этой перегрузки. Был осуществлен практический расчёт газопровода с начальным давлением 0.7 МПа, конечным давлением 0.2 МПа, состоящего из четырёх участков (А, В, С, D) после подключения в конце четвертого участка не предусмотренного проектом объекта с газопотреблением $Q = 3000 \text{ м}^3/\text{час}$. Исходные данные до подключения Q приведены в таблице 1.

Таблица 1

Участок	Расчётный расход газа Q , 10^3 м ³ /час	Протяженность участка l , км	Диаметр газопровода D , мм	Давление газа в конце участка p , МПа
A	35	1	273	0,59
B	20	2	273	0,48
C	10	3	219	0,33
D	3	4	159	0,21

Результаты расчётов без учёта подключения не предусмотренного проектом объекта приведены в таблице 2.

Таблица 2

Участок	Расход газа Q , 10^3 м ³ /час	Давление газа в конце участка p , МПа
A	35	0,58
B	20	0,49
C	10	0,31
D	3	0,18

После подключения не предусмотренного проектом объекта произойдут изменения, показанные в таблице 3.

Таблица 3

Участок	Расход газа Q , 10^3 м ³ /час	Давление газа в конце участка p , МПа
A	38	0,56
B	23	0,45
C	13	0,00
D	6	- 0,57

Как видно из таблицы 3 зона пониженного давления приходится на участок C и D. Наиболее напрашивающийся путь реконструкция – замена этих участков на трубопроводы большого диаметра. Наряду с этим рассмотрим вариант, связанный с заменой участка A и D (таблица 4).

Таблица 4

Участок	I вариант		II вариант	
	Диаметр газопровода D , мм	Давление газа в конце участка p , МПа	Диаметр газопровода D , мм	Давление газа в конце участка p , МПа
A	273	0,56	373	0,68
B	273	0,45	273	0,57
C	273	0,33	219	0,36
D	219	0,23	219	0,26

Далее выполняется сравнительный экономический анализ обеих вариантов и выбирается тот вариант, который экономически наиболее эффективен. Оба варианта реконструкции решают поставленную задачу, обеспечивая примерно одинаковый результат. Давления во всех контрольных точках практически совпадают с давлением исходного варианта. Поэтому можно считать, что все объекты получают газ в необходимом количестве и, следовательно, надёжность системы увеличена до первоначального уровня. Из вышеуказанного наглядно видно, что наибольший эффект при реконструкции системы газоснабжения может дать перекладка участка, не лежащего в аварийной зоне.

Литература

1. Ляконис А.Ю. Оптимизация городских систем газоснабжения в вероятностно-неопределённых условиях. Вильнюс. 1983.
2. Сухарев М.Г., Ставровский Е.Р., Брянский В.Е. Оптимальное развитие систем газоснабжения, Москва, Недра, 1981.