

# Разбаланс в сетях газораспределения

При осуществлении газоснабжения в системе «газораспределительная станция (ГРС) – газораспределительная сеть – потребитель» зачастую возникает разбаланс между объемом подачи газа с ГРС и объемом потребления промышленных потребителей, населения, газораспределительной организации. Игнорирование любого из многих факторов, влияющих на разбаланс газа, может существенно менять общую картину и приводить к серьезным последствиям для ГРО. Рассмотрим причины разбаланса и подходы к их устранению.

**АВТОР:** А.Р. Саликов, исполнительный директор ООО «Консалтинговая компания «Константа»

**Разбаланс** может быть как положительным, так и отрицательным.

При отрицательном разбалансе объем подачи газа с ГРС, определенный по узлу учета, установленному на ГРС, больше объема потребленного газа, определенного:

- по узлам учета газа потребителей, включая население
- по нормативам – в случае отсутствия приборов учета газа у населения
- расчетным методом, в соответствии с расчетом объема газа на технологические нужды и потери газа от негерметичности

При положительном разбалансе объем подачи газа с ГРС меньше объема потребленного газа.

Причин возникновения разбаланса множество. Правильная идентификация его источников, различных видов потерь природного газа, является залогом его устранения.

Рассмотрим источники возникновения разбаланса, разделив исследуемую систему «ГРС – газораспределительная сеть – потребитель»

на сегменты – газотранспортный, газораспределительный и потребительский – и в каждом сегменте изучив причины разбаланса.

Основными причинами, приводящими к разбалансу газа, являются:

- неучтенные технологические потери газа и потери газа от негерметичности фланцевых соединений газопроводов и оборудования
- неучтенные аварийные потери природного газа при авариях и инцидентах на газопроводах и газовом оборудовании
- погрешность приборов учета газа или отклонения в их работе
- несоответствие установленных нормативов потребления газа фактическому потреблению
- отклонение режимов работы газораспределительной или газотранспортной системы от проектных режимов

Разбаланс поданного с ГРС и принятого потребителями объемов газа является потерями природного газа.

Потери делятся на действительные и виртуальные (в литературе встречается наименование «мнимые потери»).

К действительным потерям относятся потери газа от негерметичности фланцевых соединений газопроводов, технологические потери при обслуживании газопроводов и газового оборудования, а также потери природного газа вследствие аварий и инцидентов на газопроводах. Действительные потери природного газа рассчитываются по РД 153-39.4-079-01 «Методика определения расходов газа на технологические нужды предприятий газового хозяйства и потерь в системах распределения газа» (утв. Приказом Минэнерго России от 01.08.2001 №231) и должны учитываться в балансе поданного–принятого газа. Аварийные потери учитываются отдельно и также в балансе поданного–принятого газа. Неучтенные действительные потери приводят к разбалансу поданного и принятого газа.

К виртуальным потерям относятся все остальные причины разбаланса:

- отклонения объемов вследствие погрешности узлов учета газа

- неисправность или некорректная работа узлов учета газа
- отклонения объемов вследствие несоответствия нормативов потребления газа населением и фактического потребления газа населением
- отбор газа без его учета, в том числе несанкционированный
- организационные недостатки: низкая квалификация персонала, ведущего учет, несвоевременная передача показаний узлов учета газа и т.п.

## ГАЗОТРАНСПОРТНЫЙ СЕГМЕНТ

В газотранспортном сегменте потери природного газа возможны в месте приема/передачи газа на ГРС. Здесь установлен узел учета газа, через который проходит максимальный объем газа по всей системе «ГРС – газораспределительная сеть – потребитель», поэтому отклонение в его показаниях на малую величину погрешности может привести к значительному увеличению разбаланса. Между стороной, передающей газ, и стороной, принимающей его (поставщик или газораспределительная организация) должны быть согласованы условно-постоянные величины, с помощью которых определяются объемы подачи газа с ГРС. При использовании некорректных условно-постоянных величин возникают отклонения объемов газа, фактически прошедших через ГРС, от показаний узла учета газа на ней. К примеру, при использовании датчиков избыточного давления газа условно-постоянная величина атмосферного давления должна соответствовать атмосферному давлению в месте расположения станции. Изменение условно-постоянной величины атмосферного давления в 742 мм рт. ст. на 710 мм рт. ст. при подаче газа через ГРС месячного объема в размере 50 млн м<sup>3</sup> приводит к изменению месячных объемов отгрузки с ГРС на 163 тыс. м<sup>3</sup>.

При комиссионной проверке работы узла учета газа, установленного на ГРС, необходимо обратить внимание на следующее:

- соответствие узла учета газа требованиям действующих нормативно-правовых актов

- соответствие выполнения монтажа газопроводов и газового оборудования ГРС проектным решениям
- режим работы ГРС: соответствие настройки регуляторов давления, предохранительно-сбросных клапанов и т.п. проектным значениям

Монтаж газопроводов и оборудования на ГРС должен соответствовать утвержденному проекту. Оборудование, влияющее на показания узла учета газа (средства измерения, трубопроводы, отводы, конфузоры, диффузоры, струевыпрямители), должно быть сертифицировано.

Если после узла учета на ГРС производится отбор газа на собственные нужды станции, то комиссионной проверке также подлежат узлы учета газа, установленные на собственные нужды (котельная, установка по подогреву газа, дом оператора и т.п.).

Погрешность узла учета газа, установленного на ГРС, формирует некий объем неопределенности измерений количества газа. Количество неучтенного газа (объем неопределенности поставщика) вследствие имеющейся погрешности,  $V_{\text{пост.}}$ , м<sup>3</sup>, определяется по формуле:

$$V_{\text{пост.}} = V_{\text{неопр.}} \cdot \frac{(\Delta_{\text{грс}} \cdot V_{\text{грс}})^2}{(\Delta_{\text{грс}} \cdot V_{\text{грс}})^2 + \sum_{i=1}^n (\Delta_i \cdot V_i)^2}$$

где

$$V_{\text{неопр.}} = 0,01 \cdot \{(\Delta_{\text{грс}} \cdot V_{\text{грс}}) + \sqrt{\sum_{i=1}^n (\Delta_i \cdot V_i)^2}\}$$

$\Delta_{\text{грс}}$  – относительная погрешность узла учета газа на ГРС (поставщика), %

$V_{\text{грс}}$  – объем газа, измеряемый узлом учета газа на ГРС, м<sup>3</sup>

$\Delta_i$  – относительная погрешность  $i$ -го узла учета газа потребителя, %

$V_i$  – объем газа, измеряемый  $i$ -м узлом учета газа потребителя, м<sup>3</sup>

$n$  – количество потребителей

Влияние на величину разбаланса может оказывать работа оборудования, установленного на ГРС, а вернее – отклонения в его работе:

- настройка регуляторов, исключающая работу газораспределительной сети

в импульсном режиме (к примеру, турбинный счетчик «не любит» работу в импульсном режиме, величина погрешности счетчика в этом случае максимальная)

- настройка предохранительно-сбросного клапана (ПСК) (ПСК должен срабатывать при превышении выходного давления более чем на 10% от установленного значения давления. Если это условие не выполняется и ПСК срабатывает при превышении давления менее чем на 10% от установленного значения, клапан будет срабатывать чаще, а если узел учета газа установлен с «высокой» стороны, то объем выброса через ПСК будет формировать разбаланс в газораспределительных сетях)
- вибрация оборудования ГРС, сказывающаяся на работе узла учета газа

Разбаланс в газотранспортном сегменте является виртуальными потерями газа и должен распределяться между поставщиком газа и газотранспортной организацией. В обычной практике взаимоотношения между поставщиком газа и газотранспортной организацией (ГТО) регулируются трехсторонним техническим соглашением. Третья сторона – газораспределительная организация (ГРО), в чьи сети подается природный газ в объеме, урегулированном между поставщиком и ГТО.

## ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ СЕГМЕНТ

Разбаланс в газораспределительном сегменте обусловлен недоучетом действительных потерь газа, возникающих на технологическом оборудовании и на газопроводах.

Недоучет действительных потерь газа может быть связан с наличием бесхозяйных газопроводов и оборудования, с отсутствием учета объемов газа, израсходованных при продувках газопроводов и их заполнении, а также с ошибками при проведении расчета потерь газа на технологические нужды и потерь от негерметичности оборудования и газопроводов. Для исключения разбаланса вследствие недоучета действительных потерь газа

необходимо проведение регулярной инвентаризации газопроводов и газового оборудования и своевременного перерасчета объемов потерь.

Характерными ошибками при расчете потерь газа являются: неверный выбор значения плотности газа; некорректное применение коэффициентов негерметичности и запаса; неверный перевод единиц измерения давления (МПа, кгс/см<sup>2</sup>, абсолютное, избыточное); игнорирование графика выполнения текущего и капитального ремонта, характера проводимых работ – с выбросом газа или без него, и т.п.

Аварии и инциденты на газопроводах и газовом оборудовании должны фиксироваться, по ним должен проводиться анализ причин возникновения и расчет объема выброса природного газа в атмосферу. Аварийные потери должны оплачиваться виновником аварии, но объемы газа, израсходованные в связи с аварией или инцидентом (выброс в атмосферу и заполнение газопровода), должны участвовать в балансе газа за текущий отчетный период.

Разбаланс в этом сегменте является действительными потерями газа и должен относиться на финансовый результат газораспределительной организации.

В газораспределительных сетях давление газа должно поддерживаться в значениях, предусмотренных проектными решениями. Поддержание рабочего режима газораспределительной системы – одна из основных функций газораспределительной организации. Изменение работы газораспределительной системы – понижение давления газа или превышение его проектных значений – может привести к перебоям в газоснабжении, авариям, а также к некорректной работе узлов учета потребителей (вне установленного на вычислителе диапазона давлений). Поэтому поддержание режима работы газораспределительной системы в необходимых параметрах является важным фактором, исключаящим разбаланс газа в системе «ГРС – газораспределительная сеть – потребитель».

Газораспределительная организация может выступать и в качестве потребителя газа, производя его отбор

на собственные нужды (отопление административных и производственных помещений, стенды, полигоны, отопление ГРП). В этом случае отношения между ГРО и поставщиком газа регулируются, как и у прочих потребителей, отдельным договором. Отбор газа должен производиться по приборам учета.

### ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЙ СЕГМЕНТ

#### Промышленные потребители

В этой группе потребителей потери природного газа образуются вследствие недовольности показаний узла учета, неопределенности измерений количества газа, неучтенных технологических потерь в зоне балансовой принадлежности газопроводов потребителя, а также вследствие нарушений в порядке учета газа.

В соответствии с нормативно-правовыми актами, узел учета газа потребителя должен быть установлен на границе балансовой принадлежности газопроводов ГРО и потребителя. Но зачастую потребитель размещает узел учета газа в удалении от вышеуказанной границы – в котельной, на ГРП, в цехе и т.п. Таким образом, из учета выпадают объемы газа, связанные с негерметичностью газопроводов и оборудования, израсходованные на технологические потери на участке газопровода, принадлежащего потребителю. Совокупная величина потерь из-за утечек на сетях газопотребления может достигать значительных величин.

Вследствие имеющейся погрешности узла учета потребителя возникает неучтенный объем газа. На потребителя приходится некоторое количество неучтенного газа, которое определяется по формуле:

$$V_i = V_{неопр.} \cdot \frac{(\Delta_i \cdot V_i)^2}{(\Delta_{грс} \cdot V_{грс})^2 \cdot \sqrt{\sum_{j=1}^n (\Delta_j \cdot V_j)^2}}$$

где

$\Delta_{грс}$  – относительная погрешность узла учета газа на ГРС (поставщика), %

$V_{грс}$  – объем газа, измеряемый узлом учета газа на ГРС, м<sup>3</sup>

$\Delta_i$  – относительная погрешность  $i$ -го узла учета газа потребителя, %

$V_i$  – объем газа, измеряемый  $i$ -м узлом учета газа потребителя, м<sup>3</sup>

Разбаланс в секторе промышленных потребителей может быть обусловлен недовольностью показаний узла учета газа, которая может быть вызвана следующими причинами:

- *неправильный выбор диапазона измерения узла учета*
- *ошибки при программировании вычислителя (корректора)*
- *недостаточная квалификация персонала, ведущего учет газа*
- *влияние на работу узла учета внешних факторов – вибрация, магнитное поле и т.п.*
- *прочие причины, связанные с неисправностью отдельных элементов, средств измерений измерительного комплекса, с неправильным монтажом средств измерений, дефектами измерительного трубопровода, неправильной эксплуатацией узла учета*

Также условием для сведения баланса поданного и принятого газа является соответствие между отчетными периодами подачи и потребления газа. В нормативно-правовых актах в качестве отчетного периода установлен календарный месяц, начало отчетного периода – 1-е число месяца, отчетный час – 10:00 по московскому времени. При несовпадении отчетных периодов, скажем, у газотранспортной организации и у потребителей газа также возникает разбаланс. Разбаланс в промышленном сегменте должен, в соответствии с разъяснениями Федеральной службы по тарифам (информационное письмо ФСТ РФ от 28.06.2005 №СН-3923/9), распределяться между поставщиком газа и потребителем.

К сожалению, иногда встречается и несанкционированный отбор (хищение) газа промышленными потребителями. Осуществляется он либо за счет несанкционированной врезки в газопровод, либо за счет отбора газа через байпасную линию. Поэтому организацией, ответственной за разбаланс газа, должны периодически осуществляться осмотры сетей газопотребления, подключения газопотребляющего оборудования и пломбирования задвижки на байпасной линии.

#### Население – по приборам учета

У населения основным арсеналом средств измерений являются бытовые счетчики газа, и значительная часть из них установлена на улице, вне отапливаемых помещений. В соответствии с Правилами учета газа (утв. Приказом Минэнерго России от 30.12.2013 №961), учет объемов природного газа должен проводиться для стандартных условий газовой среды. Показания бытовых счетчиков (установленных вне отапливаемых помещений) должны приводиться к стандартным условиям с помощью температурных коэффициентов.

Температурные коэффициенты рассчитываются по специальной методике МИ 2721-2005 ГСИ «Количество (объем) газа. Типовая методика выполнения измерений мембранными счетчиками газа без температурной компенсации» с учетом климатических условий в регионе и утверждаются федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по контролю и надзору в сфере технического регулирования и метрологии – Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии.

Температурные коэффициенты устанавливаются для определения объема потребленного газа только в одном случае – если прибор учета не имеет специального устройства температурной компенсации. Ныне действующая методика расчета температурных коэффициентов предусматривает расчет коэффициентов только для счетчиков, установленных вне помещений.

Если температурные коэффициенты не применяются, в холодный период года может возникнуть отрицательный разбаланс: компенсация объемов с помощью коэффициентов в зимнее время может достигать 15%. Летом снижение показаний счетчиков вследствие применения утвержденных коэффициентов составляет не более 1%.

С увеличением срока эксплуатации бытовых счетчиков их метрологические характеристики ухудшаются. При проведении эксперимента по выявлению отклонений показаний бытовых счетчиков с различным сроком эксплуатации (сравнение с образцовыми счетчиками) обнаружено, что со

временем они начинают занижать показания. Данный эксперимент продолжался непрерывно в течение трех лет, так как после этого срока образцовые счетчики также начинают искажать показания расхода газа. В результате проведенного исследования в климатической зоне со среднегодовой температурой +2°С (минимальная среднемесячная температура – -15,8°С, максимальная среднемесячная температура – +18,4°С) выявлено следующее изменение погрешности бытовых счетчиков газа.

Счетчики газа, установленные на улице:

- *после трех лет эксплуатации погрешность уходит в минусовую область, хотя и остается в допустимом классе точности для коммерческих приборов учета*
  - *после пяти лет эксплуатации погрешность имеет минусовые значения и выходит за пределы класса точности (отдельные значения достигали величины -10%)*
  - *после семи лет эксплуатации на улице погрешность в некоторых случаях достигает величины -20%*
- Счетчики газа, установленные в помещении, показали не столь резкое ухудшение метрологических характеристик:
- *после пяти лет эксплуатации погрешность принимает минусовые значения, хотя и остается в допустимом классе точности для коммерческих приборов учета*
  - *после семи лет эксплуатации отдельные значения погрешности достигали величины -6%*
  - *после 9 лет эксплуатации в помещении погрешность достигает величины -8-10%*

У счетчиков газа со сроком эксплуатации более семи лет замечены отдельные случаи отсутствия изменений показаний при розжиге одной конфорки на газовой плите, то есть происходит отбор газа, а показания счетчика не изменяются.

Не налаженная работа по учету потребляемых объемов газа населением также может приводить к разбалансу. Характерные причины – не-

своевременная передача показаний счетчиков, отбор газа без его учета. Кроме того, отмечены случаи, когда абоненты при передаче показаний умышленно искажают сведения: в зимнее время занижают показания, в летнее – увеличивают, тем самым выравнивая платежи за использованный газ. В целом за год оплачивается весь потребленный объем, но в зимнее время в регионах с большой долей населения (частного сектора) может возникнуть отрицательный разбаланс.

Замечено, что отрицательный разбаланс по населению также связан с ухудшением уровня жизни и экономической ситуации в стране в целом.

#### Население – по нормативам

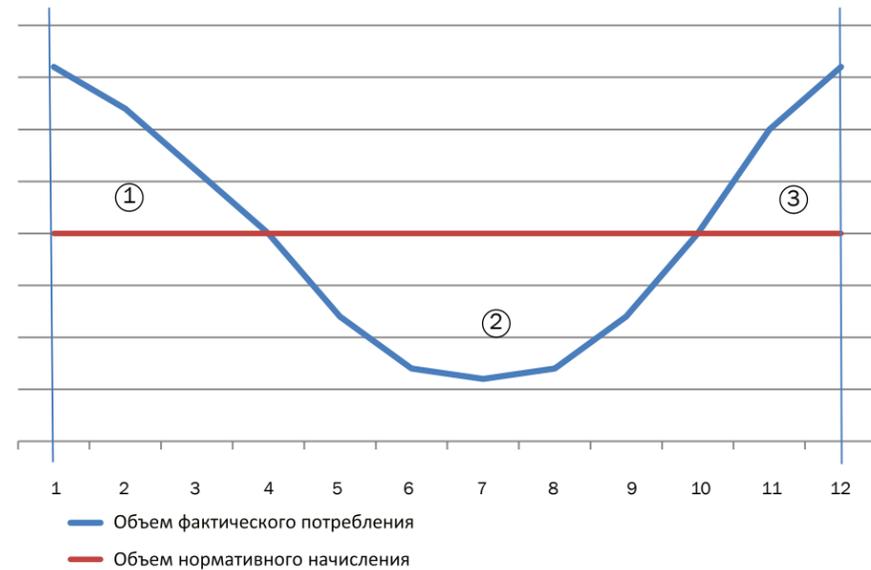
Не секрет, что фактические объемы потребления газа населением отличаются от объемов газа, начисленных по нормативам. В зимнее время объем фактического потребления зачастую выше, в летнее – наоборот. Отношение объема фактического потребления газа ( $V_{н\ факт}$ ) к объему газа, начисленному по нормативам ( $V_{н\ норм}$ ), отражает коэффициент неравномерности потребления газа населением –  $K_n$  (далее – коэффициент неравномерности):

$$K_n = V_{н\ факт} / V_{н\ норм}$$

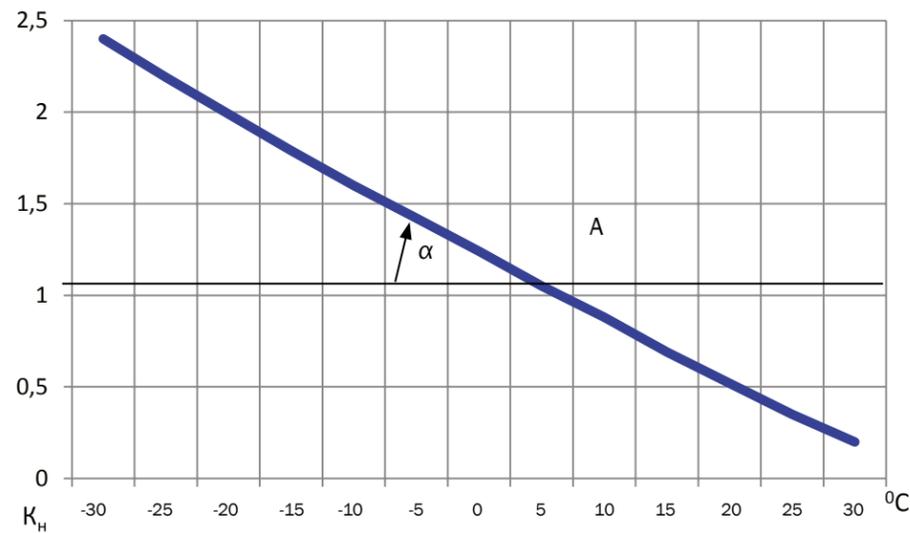
На рис. 1 показано условное распределение фактических объемов потребления газа населением и объемов нормативного начисления в течение года.

Если применяемые нормативы начислений по населению за год максимально приближены к фактическому годовому потреблению, то в идеальном случае годовой коэффициент неравномерности  $K_{н\ год}$  будет равен 1. На рис. 1 эта ситуация характеризуется равенством суммы площадей зон 1 и 3 и площади зоны 2. В этом случае объемы газа, израсходованные населением в холодные периоды года сверх нормативного начисления (площади зон 1 и 3), компенсируются объемами невыборки нормативных начислений летом (площадь зоны 2).

Из рис. 1 видно, что фактические объемы потребления газа населением зависят от температуры окружающего воздуха. Условная зависимость коэф-



1 Условное распределение по году объемов начислений и объемов потребления газа населением



2 График зависимости коэффициента неравномерности от температуры воздуха  $K_n = f(t_a)$

коэффициента неравномерности от температуры воздуха представлена на рис. 2. Для каждого региона и для каждой категории потребления газа населением (пищеприготовление, отопление, горячее водоснабжение и т.п.) наклон прямой (значение угла  $\alpha$ ) и температура воздуха, при которой  $K_n = 1$  (точка A) будут различны. Это связано с климатическими условиями региона,

величинами утвержденных нормативов по направлениям использования газа населением.

Для определения численных значений коэффициента неравномерности необходимо рассчитать зависимость коэффициента неравномерности потребления газа от температуры окружающего воздуха. В соответствии с «Методикой определения коэффици-

ента неравномерности потребления газа населением при определении потребляемых объемов газа по нормам» (Реестр РАО №9865 от 03.04.2006) (далее – «Методика по определению коэффициента неравномерности»), зависимость выглядит следующим образом:

$$K_n = at_b + b,$$

где  $a$  – характеристика наклона прямой линии –  $tg\alpha$   
 $b$  – высота наклонной линии, значение  $K_n$  при  $t_b = 0,0^\circ\text{C}$   
 $t_b$  – температура окружающего воздуха,  $0^\circ\text{C}$

Постоянные коэффициенты  $a$  и  $b$  рассчитываются в соответствии с «Методикой определения коэффициента неравномерности» и, как уже указывалось, будут уникальными для каждого региона. Коэффициенты неравномерности определяются для каждого направления потребления газа населением (отопление, пищеприготовление и т.п.), для удобства анализа баланса газа можно использовать средневзвешенную величину коэффициента неравномерности и применять ее для всего объема нормативного начисления. Допустим, в балансе газа в системе «ГРС – газораспределительная сеть – потребитель» объем нормативного начисления составляет 2000 тыс.  $\text{м}^3$ , существует разбаланс в размере 3500 тыс.  $\text{м}^3$ , расчетный коэффициент составляет  $K_n = 1,45$  (месяц март). Объем фактического потребления газа населением равен  $2000 \times 1,45 = 2900$  тыс.  $\text{м}^3$ . Значит, реальный разбаланс в системе – 600 тыс.  $\text{м}^3$ .

Рассчитанный коэффициент неравномерности можно применять для анализа соответствия установленных нормативов фактическому потреблению газа населением. К примеру, расчетная формула коэффициента неравномерности потребления газа по направлению использования газа «пищеприготовление» составляет  $K_n = -0,002t_b + 0,5$ .

Зная среднегодовую температуру окружающего воздуха за прошедший год  $t_{a, \text{ср. год}} = +5,2^\circ\text{C}$ , получим годовой коэффициент  $K_n = 0,49$ , то есть нормативы на пищеприготовление завышены в два раза. Такие нормативные начисления дают устойчивый положительный разбаланс. А если, к примеру, расчетная формула коэффициента неравномерности потребления газа по направлению «отопление» имеет вид  $K_n = -0,03t_b + 1,4$ , то  $K_n = 1,24$ , то есть нормативы по отоплению занижены на 24%, что будет приводить к отрицательному разбалансу.

В связи с тем, что при начислении объемов газа населению по нормативам в расчет принимаются количество проживающих, отапливаемая площадь, подсобные газифицированные помещения (летние кухни, бани и т.п.), необходимо своевременно учитывать изменения по этим параметрам. При планировании работы учетной организации должна систематически проводиться инвентаризация жилого сектора. Особенно сложно решать этот вопрос в пригородной зоне и дачных поселках, где число проживающих зимой и летом сильно различается, часто делаются пристройки к домам и их переоборудование. Поэтому отапливаемая площадь все время должна проверяться контролерами газового хозяйства. В сельской местности правильные расчеты за газ связаны с точным учетом находящегося у жителей скота и используемого на приготовление кормов и горячей воды газа.

В зоне потребления газа населением существует еще один источник разбаланса – это сети газопотребления, принадлежащие управляющим компаниям, домовладельцам, а так-

же внутридомовые газопроводы. Кроме существующих утечек газа, возникающих вследствие негерметичности газопроводов, газового и газоиспользующего оборудования, потери происходят при обслуживании этого оборудования. Проведем расчет действительных потерь газа по внутридомовым сетям двух газифицированных десятиэтажных домов: четыре подъезда в каждом доме, пять квартир на площадке, в домах установлены газовые плиты ПГ-4, счетчики газа отсутствуют. Расчет показывает, что годовой объем потерь газа составляет  $1161 \text{ м}^3$ , из них потери газа вследствие негерметичности –  $373 \text{ м}^3$ , а потери газа при обслуживании –  $788 \text{ м}^3$ . Наличие в крупном городе одной тысячи таких домов формирует годовые потери газа в размере почти в 500 тыс.  $\text{м}^3$ . Действительные потери природного газа, возникающие на сетях газопотребления, должны оплачиваться собственниками газопроводов или управляющими компаниями, в ведении которых находится это имущество (газопроводы).

Контроль за разбалансом должен проводиться ежесуточно оперативно-диспетчерскими службами или подразделениями, контролирующими режим газоснабжения. На случай появления разбаланса должен быть определен порядок действий различных структур организации, ответственной за баланс поданного и принятого газа. Налаженный учет потерь природного газа и взаимодействие различных подразделений являются залогом своевременного обнаружения разбаланса и устранения его причин.