

Изменение конечной цены природного сетевого газа в зависимости от атмосферного давления

© 2012 Т.Б. Темукуев

кандидат экономических наук

Кабардино-Балкарская государственная сельскохозяйственная академия

им. В.М. Кокова, г. Нальчик

Email: energoconsul@mail.ru

В статье рассматривается методика корректировки объема природного сетевого газа, зафиксированного приборами учета, в зависимости от атмосферного давления. Особо актуально это при расчетах за потребленный газ в высокогорной местности.

Ключевые слова: природный газ, атмосферное давление, теплота сгорания.

В настоящее время вопросы экономии энергии невозможно рассматривать без учета мероприятий по рациональному использованию природных горючих газов для промышленного и коммунально-бытового назначения (далее - газы). В России природный газ широко используется различными потребителями, а расчеты за газ осуществляются на основании договоров, составленных между поставщиком и потребителем, с учетом порядка, установленного федеральным правительством по этому вопросу. Исключительное значение при расчетах между хозяйствующими субъектами имеет точность измерений энергоносителей, в частности массы.

В мире используются различные методы измерения количества газообразного топлива. В России количество (объем) природного сетевого газа определяется по контрольно-измерительным приборам (узлам) учета поставщика, а при их неисправности или отсутствии - по узлам учета потребителя. На узле учета должна быть предусмотрена регистрация на электронных носителях информации всех измеряемых параметров газа с глубиной хранения не менее 12 мес. За расчетную единицу объема принимается 1 м³ газа, приведенный к стандартным условиям: стандартная температура $T_c = 293,15$ К ($t_c = 20^\circ\text{C}$), а стандартное абсолютное давление $p_c = 101325$ Па (760 мм рт. ст.).

Качество поставляемого газа должно соответствовать государственным стандартам. Химический анализ газа осуществляется в аккредитованных или аттестованных территориальными органами Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии лабораториях Трансгаза, а по результатам его анализа один раз в месяц оформляется паспорт качества газа.

Цена на газ по контракту (без НДС) на выходе из системы магистрального газопроводного транспорта формируется из оптовой цены на газ и платы за снабженческо-сбытовые и транспорт-

ные услуги, установленных в порядке, определенном Правительством РФ.

Оптовые цены на газ, добываемый ОАО "Газпром" и его аффилированными лицами, реализуемый потребителям Российской Федерации (кроме населения), устанавливает Федеральная служба по тарифам (ФСТ) России на выходе из магистрального газопроводного транспорта¹, с учетом действующих норм² на основании приказа ФСТ России³.

Оптовые цены на газ устанавливаются на объемную единицу измерения газа (1000 м³), приведенную к стандартным условиям, при влажности 0 % и при расчетной низшей объемной теплоте сгорания $Q_{\text{нрасчет}}^p = 33,08$ МДж/м³. Таким образом, оптовая цена устанавливается на 33,08 ГДж. Для текущих платежей оптовую цену удобнее брать за 1 м³, тогда расчетная теплота сгорания его соответственно составит 33,08 МДж.

В случае отклонения фактической объемной теплоты сгорания от расчетной, равной 33,08 МДж/м³, поставщик ежемесячно производит перерасчет оптовых цен на газ по формулам:

$$C_{\text{факт}} = \frac{C_i \cdot Q_{\text{нфакт}}^p}{Q_{\text{нрасчет}}^p} \quad (1)$$

$$\text{или } C_{\text{факт}} = \frac{C_i \cdot Q_{\text{нфакт}}^p}{33,08},$$

где $C_{\text{факт}}$ - фактическая цена на газ, руб./тыс. м³;

C_i - оптовая расчетная цена на газ для i -го ценового пояса, руб./тыс. м³;

$k = \frac{Q_{\text{нфакт}}^p}{33,08}$ - фактическая низшая объемная

теплота сгорания реального (рабочего) состава

газа, приведенная к стандартным условиям, указанная в паспорте качества поставщика, МДж/м³;

$Q_{нрасчет}^p = 33,08$ - низшая расчетная объемная теплота сгорания газа, МДж/м³.

Поправочный коэффициент на теплоту сгорания определится как:

$$k = \frac{Q_{нфакт}^p}{Q_{нрасчет}^p} \text{ или } k = \frac{Q_{нфакт}^p}{33,08},$$

с учетом этого формула (1) примет вид

$$\Pi_{факт} = k \cdot \Pi_i.$$

Стоимость газа (сумма, оплаченная за потребленный газ) может быть определена по одной из трех формул:

$$C = \Pi_{факт} \cdot V_{факт}, \quad C = k \cdot \Pi_i \cdot V_{факт} \quad (2)$$

$$\text{или } C = \frac{\Pi_i \cdot Q_{нфакт}^p \cdot V_{факт}}{33,08},$$

где C - стоимость потребленного газа, руб.;

Π_i - то же, что в формуле (1);

$Q_{нфакт}^p$ - то же, что в формуле (1);

$V_{факт}$ - фактический объем потребленного газа за расчетный период, приведенный к стандартным условиям, тыс. м³.

Определение объема потребленного газа осуществляется по показаниям приборов учета газа, типы которых внесены в государственный реестр средств измерений. В соответствии с постановлением Правительства РФ объем потребленного газа по показаниям прибора учета газа, не имеющего температурной компенсации, определяется как разность показаний прибора учета газа на начало и конец отчетного периода, умноженная на температурный коэффициент, утверждаемый для таких типов приборов учета газа Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии⁴.

Температурный коэффициент или коэффициент приведения к стандартным условиям для всех, не имеющих температурной компенсации приборов учета газа, по субъектам РФ, в том числе для различных местностей внутри субъекта РФ, утверждается каждое полугодие. В 2010 г. такие приказы изданы Ростехрегулированием, а 2011-м - Росстандартом. Эти приказы издаются два раза в год.

Потребителю при расчете выработанного тепла котельной, помимо коэффициента полезного действия котлов, также необходимо знать коли-

чество потребленного газа и теплоту его сгорания по месяцам или среднюю за расчетный период, но такую информацию поставщики представляют крайне редко. Поэтому потребитель может определить эти параметры только косвенно, т.е. по конечным выплатам, поскольку в счетфактуре, выставляемой ему ежемесячно, указано количество кубов потребленного газа $V_{факт}$, его тариф (фактическая цена $\Pi_{факт}$), руб./тыс. м³, и стоимость без НДС ($C = \Pi_{факт} \cdot V_{факт}$, руб.), а также с НДС. О количестве полученного газа потребитель может судить также по показаниям прибора учета, которые будут совпадать с показаниями поставщика только в том случае, если на измерительном приборе установлен корректор объема газа. Современный корректор объема газа представляет собой микропроцессорное устройство, к которому подключается выход с объемного счетчика газа, датчика давления и температуры и осуществляется приведение объема к стандартным условиям, принятым в России.

Если учесть, что количество теплоты, выделившейся при сгорании газа за расчетный период, $Q = Q_{нфакт}^p \cdot V_{факт}$, то формулу (2) можно записать:

$$C = \frac{\Pi_i \cdot Q}{33,08}. \quad (3)$$

Количество теплоты, измеряемое по низшей теплоте сгорания, МДж, содержащееся в потребленном газе, определится из формулы (3):

$$Q = \frac{33,08 \cdot C}{\Pi_i}. \quad (4)$$

Поскольку оптовая расчетная цена на газ в течение года может измениться, постольку для вычисления тепловыделения газа за расчетный период формулу (4) следует представить в ином виде:

$$Q = 33,08 \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\Pi_{ii}},$$

где C_i , Π_{ii} - стоимость и оптовая расчетная цена газа за i -й месяц i -го ценового пояса;
 n - число месяцев в расчетном периоде.

Зная приведенный объем потребления газа, легко определить среднюю фактическую теплоту сгорания за расчетный период:

$$Q_{нфакт}^p = \frac{Q}{V_{факт}}.$$

При неизменном рабочем составе газа справедливо следующее уравнение для пересчета объема потребляемого газа на стандартный объем:

$$\frac{p_c V_c}{T_c} = \frac{pV}{T},$$

откуда

$$V_c = \frac{T_c pV}{p_c T}. \quad (5)$$

Если в формулу (5) подставить стандартные значения абсолютной температуры и абсолютного давления, то получим:

$$V_c = \frac{293,5}{101325} \frac{pV}{T} \text{ или } V_c = 0,0029 \frac{pV}{T}, \quad (6)$$

а с учетом того, что барометрическое (атмосферное) и избыточное давления измеряются разными приборами, формула (6) примет вид

$$V_c = 0,0029 \frac{(p_{бар} + p_{изб})V}{T},$$

где p - абсолютное давление газа в контрольно-измерительном приборе, Па;

$p_{бар}$ - барометрическое давление на месте расположения контрольно-измерительного прибора, Па;

$p_{изб}$ - избыточное давление газа в контрольно-измерительном приборе, Па;

V - расход газа, полученный по показаниям контрольно-измерительного прибора, м³;

T - абсолютная температура газа в контрольно-измерительном приборе, К.

Таким образом, корректор для перевода объема потребляемого газа на стандартную величину должен учитывать три параметра: температуру, давление атмосферного воздуха и избыточное давление газа. Для измерения этих параметров, соответственно, применяются термометр, барометр и манометр. Корректор может использовать вместо барометра и манометра один прибор, который измеряет абсолютное давление газа в сети.

В настоящее время возможны установка измерительного комплекса как законченного изделия, изготовленного на заводе, или дооснащение имеющихся приборов корректором объема газа, если у счетчика имеется электрический выход пропорциональный прошедшему объему. Тогда на объект, оснащаемый таким счетчиком газа, поставляются отдельно датчик давления с унифицированным токовым выходом, датчик температуры и корректор. Там датчики устанавливаются на трубопровод и подключаются к корректору, т.е. создается измерительный комплекс для измерения объема газа и приведения его к стандартным условиям.

Таким образом, установка корректора объема газа в любом варианте достаточно дорогостоящее мероприятие, и для абсолютного большинства абонентов с экономической точки зрения оно неприемлемо. Поэтому нужны менее дорогостоящие решения, которые бы могли компенсировать неточности показаний приборов по температуре и давлению.

Если барометрическое давление на определенной местности - величина достаточно постоянная, то температура наружного воздуха меняется как в течение суток, так и в течение года. Поставщик обязан поддерживать на заданном уровне избыточное давление газа в распределительной сети, поскольку оно определено постановлением Правительства РФ. Давление сетевого газа должно находиться в пределах от 0,0012 МПа до 0,003 МПа⁵.

Рассмотрим, в полной ли мере соблюдаются все указанные требования, когда взимают плату с граждан - потребителей газа, счетчики которых не снабжены корректорами объема.

Итак, при расчете за газ принято стандартное давление, которое численно равно нормальному давлению, $p_c = 101325$ Па. При избыточном давлении газа $p_{изб} = 1200-3000$ Па, чтобы уложиться в стандартное давление, т.е. чтобы не производить корректировку на давление, атмосферное давление с учетом $p_{бар} = p_c - p_{изб}$ должно находиться в пределах от 100125 до 98325 Па, что соответствует давлению от 751 до 737,5 мм рт. ст.

Таким образом, на территориях, где атмосферное давление выходит за указанные пределы, необходимо проводить корректировку объема также в зависимости от атмосферного давления.

Примем для расчета среднее избыточное давление газа в сети $p_{изб} = 2100$ Па, тогда среднее атмосферное давление воздуха составит $p_{бар} = 99225$ Па, или 744,25 мм рт. ст. При составлении диаграмм для влажного воздуха среднее атмосферное давление по всей территории России принимают равным 745 мм рт. ст., что соответствует 99325 Па. Таким образом, для местностей, где атмосферное давление отличается от среднего, требуется корректировка объема газа по давлению. Но в нормативных документах по этому поводу нет никаких указаний. Например, в районах Северо-Кавказского федерального округа, где потребители газа находятся на высоте до 1200 м выше уровня моря, компенсация на атмосферное давление не производится. Обычно речь идет только о температурной компенсации.

Попытаемся выяснить, в какой степени на показания приборов учета влияет их расположение над уровнем моря.

Барометрическая формула для идеального газа:

$$p_{бар} = p_0 \cdot e^{-\frac{\mu \cdot g \cdot h}{R \cdot T}} \text{ или } \frac{p_{бар}}{p_0} = e^{-\frac{\mu \cdot g \cdot h}{R \cdot T}}, \quad (7)$$

где p_0 - давление при высоте $h = 0$, Па;

e - основание натурального логарифма;

Произведем подсчеты давления воздуха на различных высотах от 100 до 1500 м над уровнем моря с интервалом в 100 м по формулам (8) и (9), а результаты сведем в таблицу.

Таким образом, приборы для измерения объема газа без учета атмосферного давления дают значительные погрешности в зависимости их расположения над уровнем моря.

№ п/п	Высота над уровнем моря, h и H , м	Численное значение степени, n	Отношение $p_{бар} / p_0$	Атмосферное давление $p_{бар}$, Па/мм рт. ст.	Давление атмосферное приближенное p_H , Па	Абсолютное давление газа в сети $p_{бар} + p_{изб}$	$\frac{p_0}{p_{бар} + p_{изб}}$	Средняя погрешность показаний приборов без коррекции на атмосферное давление, %
1	0	1,00000	1,0000	101325/760	101325	103425	0,9788	-2,12
2	100	-0,01166	0,9884	100150/751	100148	102248	0,9910	-0,90
3	200	-0,02332	0,9769	98989/742	98891	100991	1,0099	0,99
4	300	-0,03498	0,9656	97842/734	97656	99756	1,0157	1,57
5	400	-0,04664	0,9544	96708/725	96459	98559	1,0281	2,81
6	500	-0,05830	0,9434	95587/717	95276	97376	1,0406	4,06
7	600	-0,06996	0,9324	94479/709	94105	96205	1,0532	5,32
8	700	-0,08162	0,9216	93383/700	92947	95047	1,0661	6,61
9	800	-0,09328	0,9109	92301/692	91802	93903	1,0790	7,90
10	900	-0,10494	0,9004	91231/684	90670	92770	1,0922	9,22
11	1000	-0,11660	0,8899	90173/676	89550	91650	1,1056	10,56
12	1100	-0,12826	0,8796	89128/669	88443	90543	1,1191	11,91
13	1200	-0,13992	0,8694	88095/661	87348	89448	1,1328	13,28
14	1300	-0,15158	0,8593	87073/653	86266	88366	1,1467	14,67
15	1400	-0,16324	0,8494	86064/646	85196	87296	1,1607	16,07
16	1500	-0,17490	0,8395	85066/638	84138	86138	1,1763	17,63

μ - молекулярная масса газа;

g - ускорение свободного падения, м/с²;

h - высота, м;

R - универсальная газовая постоянная, Дж/(моль·К);

T - абсолютная температура, К.

Для воздуха, у которого кажущаяся молекулярная масса $\mu = 29$, при стандартной температуре $T = 293,15$ К, если $g = 9,81$ м/с², $R = 8314$ Дж/(моль·К), $e = 2,7183$, формула (7) примет вид

$$p_{бар} = p_0 \cdot 2,7183^{-0,0001166 \cdot h}$$

$$\text{или } \frac{p_{бар}}{p_0} = 2,7183^{-0,0001166 \cdot h}. \quad (8)$$

Приближенное уравнение, выражающее зависимость давления от высоты над уровнем моря, имеет следующий вид:

$$p_H = 101,325 - 12,43H + 0,67H^2 - 0,0147H^3, \quad (9)$$

где H - высота над уровнем моря, км.

Выводы:

Необходимо ввести поправку к показаниям счетчиков, не имеющих корректоров объема газа, в зависимости от атмосферного давления в районе их размещения, определяемых на основании многолетних наблюдений.

¹ Об оптовых ценах на газ, добываемый ОАО "Газпром" и его аффилированными лицами, реализуемый потребителям Российской Федерации (кроме населения): приказ ФСТ России от 10 дек. 2010 г. □ 412-э/2.

² Положения об определении формулы оптовой цены на газ: [утв. приказом ФСТ России от 5 июля 2007 г. □ 156-э].

³ Об утверждении положения об определении формулы цены газа: приказ ФСТ России от 14 июля 2011 г. □ 165-э/2.

⁴ О порядке поставки газа для обеспечения коммунально-бытовых нужд граждан: постановление Правительства Российской Федерации от 21 июля 2008 г. □ 549.

⁵ Там же.

Поступила в редакцию 05.03.2012 г.