

РЕЖИМЫ ДАВЛЕНИЯ ГАЗА В СИСТЕМАХ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ ОТ ШКАФНЫХ ГАЗОРЕГУЛЯТОРНЫХ УСТАНОВОК

В современной практике снабжения природным газом населенных пунктов, а также объектов жилищно-коммунального, сельскохозяйственного и промышленного назначения широкое распространение получили распределительные системы газоснабжения на базе шкафных газорегуляторных пунктов (ШГРП).

Эффективность проектных решений систем газоснабжения со шкафными ГРП в значительной степени определяется правильным выбором расчетного перепада давлений в распределительных газопроводах с учетом системной связи элементов технологической цепочки по комплексу: ШГРП – газоиспользующая установка.

Как известно, надежная, безопасная и экономичная работа газовых приборов обеспечивается при давлении газа близком к номинальной величине. При этом создаются наиболее благоприятные условия для сжигания газа. Горелки газовых приборов работают устойчиво без отрыва и проскока пламени и обеспечивают необходимую полноту сгорания газа с максимальным КПД.

Бытовые газовые приборы (газовые плиты, водонагреватели, отопительные котлы и др.), выпускаются отечественными и зарубежными предприятиями для двух номинальных давлений газа: $\Delta P_{\text{ном}}^{\text{приб}} = 1274 \text{ Па}$ и $\Delta P_{\text{ном}}^{\text{приб}} = 1960 \text{ Па}$.

Применение приборов с повышенным номинальным давлением снижает металлоемкость газовых сетей, однако, предъявляет дополнительные требования к герметичности, как самого аппарата, так и его трубной обвязке.

Гидравлические режимы эксплуатации распределительных сетей и газорегуляторных установок обуславливают определенную специфику работы газовых приборов. При этом рабочее давление газа перед прибором, как правило, отличается от номинальной величины. Газовые приборы, подключенные в начале трассы распределительного газопровода (в непосредственной близости от ШГРП) работают при повышенном давлении газа. Аналогичные приборы, подключенные в конце трассы распределительного газопровода (на значительном удалении от ШГРП) работают при пониженном давлении газа.

Максимально допустимый диапазон изменения давления в системе газоснабжения составляет:

$$\Delta P_{\text{max}} = P_{\text{max}}^{\text{приб}} - P_{\text{min}}^{\text{приб}}, \quad (1)$$

где $P_{\text{max}}^{\text{приб}}$, $P_{\text{min}}^{\text{приб}}$ - максимальное и минимальное допустимые давления газа перед прибором, Па.

Предельные колебания давления газа для бытовых приборов установлены соответствующими стандартами (табл. 1).

Таблица 1

Предельные колебания давления газа для бытовых газовых приборов

Газовый прибор	$P_{\text{max}}^{\text{приб}}, \text{Па}$	$P_{\text{ном}}^{\text{приб}}, \text{Па}$	$P_{\text{min}}^{\text{приб}}, \text{Па}$	Нормативный документ
Газовая плита ПГ 4	1764 2744	1274 1960	147 196	ГОСТ 10798-85
Проточный водонагреватель ВПГ	1764 2744	1274 1930	637 980	ГОСТ 19910-74
Отопительный котел АОГВ	1764 2744	1274 1960	635 980	ГОСТ 20219-74
Газовая горелка для отопительной печи УГОП	1800 2800	1300 2000	600 1000	ГОСТ 16569-86

В указанных диапазонах изменения давлений гарантируется надежная и безопасная эксплуатация газовых приборов, экономичное использование газа с КПД близким к максимальному значению, долговечность приборов.

В качестве обобщающих данных по всей совокупности номенклатуры бытовых газовых приборов можно принять:

- для приборов с повышенным номинальным давлением $P_{\text{ном}}^{\text{приб}} = 1960$ Па, $P_{\text{max}}^{\text{приб}} = 2744$ Па, $P_{\text{min}}^{\text{приб}} = 1000$ Па;

- для приборов с пониженным номинальным давлением $P_{\text{ном}}^{\text{приб}} = 1274$ Па, $P_{\text{max}}^{\text{приб}} = 1764$ Па, $P_{\text{min}}^{\text{приб}} = 637$ Па.

Шкафные газорегуляторные установки включают в себя комплекс технологического оборудования, обеспечивающего регулирование давления газа и безопасные режимы эксплуатации систем газоснабжения, в том числе регуляторы давления газа, а также предохранительные запорные клапаны (ПЗК) и предохранительно сбросные клапаны (ПСК).

Наличие указанного оборудования и режимы его эксплуатации оказывают существенное влияние на величину давления газа, поступающего в распределительные газопроводы.

Согласно требованиям безопасности верхний предел срабатывания ПЗК отвечает условию:

$$P_{\text{max}}^{\text{рег}} < P_{\text{ПЗК}}^{\text{верх}} \leq P_{\text{max}}^{\text{приб}}, \quad (2)$$

где $P_{\text{max}}^{\text{рег}}$ - максимальное регулируемое давление газа.

Обычно клапан ПЗК настраивается на давление срабатывания, превышающее регулируемое давление газа на 25%, а клапан ПСК настраивается на давление срабатывания, превышающее регулируемое давление на 15% [1].

Таким образом, максимальное давление газа на выходе из регулятора давления составляет:

$$P_{\text{max}}^{\text{рег}} = \frac{P_{\text{ПЗК}}^{\text{верх}}}{1,25} = \frac{P_{\text{max}}^{\text{приб}}}{1,25}, \quad (3)$$

Современные шкафные ГРП оборудуются регуляторами давления газа прямого действия. Данные регулятора не обеспечивают строгое постоянство выходного давления. При максимальном входном давлении газа и его расходе близком к нулю выходное давление достигает максимальной величины $P_{\text{max}}^{\text{рег}}$. При максимальном выходном давлении газа и его максимальном расходе выходное давление достигает минимальной величины $P_{\text{min}}^{\text{рег}}$.

Степень неравномерности регулирования для регуляторов данного типа составляет $\pm 10\%$ от выходного давления во всем диапазоне изменения расхода газа при колебаниях входного давления в размере $\pm 25\%$ от его средней величины [1, 2].

Таким образом, имеем:

$$\frac{P_{\text{max}}^{\text{рег}} - P_{\text{ср}}^{\text{рег}}}{P_{\text{ср}}^{\text{рег}}} = \frac{P_{\text{ср}}^{\text{рег}} - P_{\text{min}}^{\text{рег}}}{P_{\text{ср}}^{\text{рег}}} = 0,1 \quad (4)$$

где $P_{\text{ср}}^{\text{рег}}$ - среднее значение регулируемого давления.

Решая совместно уравнения (3) и (4), получим для минимального давления газа на выходе из регуляторной установки:

$$P_{\text{min}}^{\text{рег}} = 0,64 P_{\text{max}}^{\text{приб}}. \quad (5)$$

Нижний предел срабатывания ПЗК отвечает условию:

$$P_{\text{min}}^{\text{приб}} < P_{\text{ПЗК}}^{\text{ниж}} \leq P_{\text{min}}^{\text{рег}}. \quad (6)$$

С учетом возможного повышения фактического расхода газа над расчетным максимумом и степени неравномерности регулирования выходного давления, выходящих

за установленные пределы ($\pm 25\%$), примем нижний предел срабатывания ПЗК размере 90% от минимального регулируемого давления газа, то есть:

$$P_{\text{ПЗК}}^{\text{ниж}} = 0,9 P_{\text{min}}^{\text{рег}} = 0,9 \cdot 0,64 P_{\text{max}}^{\text{приб}} = 0,58 P_{\text{max}}^{\text{приб}}. \quad (7)$$

Перепад давления в газовой сети для гидравлического расчета газопроводов определяется следующим уравнением:

$$\Delta P_p = P_{\text{ПЗК}}^{\text{ниж}} - \Delta P_{\text{сч}} - P_{\text{min}}^{\text{приб}}, \quad (8)$$

где $\Delta P_{\text{сч}}$ - потери давления в приборах учета расхода газа (газовых счетчиках). По данным [2] и другой технической литературы указанные потери давления составляют $\Delta P_{\text{сч}} = 250$ Па.

Подставляя (7) в (8) имеем:

$$\Delta P_p = 0,58 P_{\text{max}}^{\text{приб}} - \Delta P_{\text{сч}} - P_{\text{min}}^{\text{приб}}. \quad (9)$$

Таким образом, расчетный перепад давлений в газовой сети составляет:

- для газовых приборов с номинальным давлением $P_{\text{ном}}^{\text{приб}} = 1960$ Па:

$$\Delta P_p = 0,58 \cdot 2744 - 250 - 1000 = 341 \text{ Па};$$

- для газовых приборов с номинальным давлением $P_{\text{ном}}^{\text{приб}} = 1274$ Па:

$$\Delta P_p = 0,58 \cdot 1764 - 250 - 637 = 136 \text{ Па};$$

Как показывают проведенные исследования, расчетный перепад давлений в газовой сети изменяется более чем в два раза в зависимости от номинального давления газа перед приборами. В этой связи, газовые приборы с номинальным давлением $\Delta P_{\text{ном}} = 1274$ Па целесообразно использовать в системах газоснабжения с небольшой протяженностью газовых сетей, например, в системах с домовыми регуляторами давления. Газовые приборы с номинальным давлением $\Delta P_{\text{ном}} = 1960$ Па целесообразно использовать в системах газоснабжения с большой протяженностью газовых сетей, то есть в системах централизованного газоснабжения на базе шкафных ГРП.

Следует отметить также, что расчетный перепад давлений для газовых сетей при оборудовании последних бытовыми приборами с повышенным номинальным давлением ($\Delta P_p = 341$ Па) значительно ниже рекомендуемого СНиП ($\Delta P_p \leq 1800$ Па).

Существующая практика проектирования систем газоснабжения из условия $\Delta P_p = 1800$ Па приводит к нарушению требований ГОСТа, в частности минимального давления газа перед приборами. Как следствие, заметно снижается КПД газоиспользующих установок, увеличивается время приготовления пищи и горячей воды, а также вероятность нарушения устойчивости горения газа (проскок пламени).

Внедрение результатов исследований в практику проектирования повышает надежность и безопасность систем газоснабжения, и общую эффективность использования газового топлива.

Литература

1. Кязимов К. Г., Гусев В.Е. Эксплуатация и ремонт оборудования систем газораспределения. – М.: ЭНАС, 2008. – 288 с.
2. Промышленное газовое оборудование. Справочник. – Саратов: Газовик, 2003. – 624 с.
3. Ионин А.А. Газоснабжение. – М.: Стройиздат, 1989. – 438 с.