

МЕТОДИКА ПЕРЕСЧЕТА НОМИНАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ И ДАВЛЕНИЯ ОТСЕЧКИ ГАЗА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕФТЕЗАВОДСКОГО ГАЗА

В трубчатых печах нефтеперерабатывающих заводов обычно сжигаются нефтезаводские газы, имеющие различные значения физико-химических характеристик – химического состава, плотности, теплоты сгорания и др. По этой причине в каталоге и сопроводительной документации на горелочные устройства типа ГУЖ-1,5М; ГП-2,5И-1; ГП-2,5Д-1; ГП-1,7Д-1; ГКС-4; ГДК-5,8Д и др. приводятся данные, полученные при сжигании природного газа с низшей теплотой сгорания $Q_{н(n)}=8550$ ккал/м³ и плотностью $\rho_n=0,73$ кг/м³. Природный газ является как бы эталонным.

В таблицах теплотехнических характеристик для каждого типа горелочного устройства приведены:

- тепловая мощность, номинальная - P_m ;
- давление природного газа при номинальной тепловой мощности - $P_{н.ном.}$;
- расход природного газа при номинальной тепловой мощности - $V_{н.ном.}$;
- коэффициент рабочего регулирования тепловой мощности $K_{р.р.}=5$ при сжигании газа и $K_{р.р.}=3$ для жидкого топлива;
- оптимальный коэффициент избытка воздуха для всего диапазона регулирования тепловой мощности $\alpha=1,1 \div 1,15$.

При изменении расхода газа в диапазоне $K_{р.р.}$ предполагается, что производится регулировка поступления воздуха в горелку для поддержания $\alpha=1,1 \div 1,15$ независимо от вида сжигаемого газа.

Минимальный расход газа на горелку составляет:

$$V_{н.мин.} = \frac{V_{н.ном.}}{K_{р.р.}} \quad (1)$$

Например, для горелки ГП-2,5И-1 $V_{н.ном.}=250$ м³/ч и при $K_{р.р.}=5$ минимально допустимый расход газа составит $V_{н.мин.} = \frac{250}{5} = 50$ м³/ч, т.е. горелка будет нормально работать при расходе природного газа 50 м³/ч, если, изменяя положение регуляторов расхода воздуха, будет установлен коэффициент избытка воздуха $\alpha=1,1 \div 1,15$. Необходимый коэффициент избытка воздуха при работе инжекционных горелок также может быть установлен за счет изменения разрежения в печи.

1. Используя значение номинального расхода природного газа $V_{н.ном}$ и соответствующее ему требуемое давление природного газа $P_{н.ном.}$, можно рассчитать требуемое давление природного газа $P_{i.n}$ для любого расхода газа $V_{i.n}$ в диапазоне рабочего регулирования тепловой мощности:

$$P_{i.n} = P_{н.ном.} \cdot \left(\frac{V_{i.n}}{V_{н.ном.}} \right)^2 \cdot \frac{273 + t_{\phi}}{273} \quad (2)$$

где t_{ϕ} - фактическая температура газа перед горелкой

Например, для ГП-2,5И-1: $V_{н.ном.} = 250 \text{ м}^3/\text{ч}$; $P_{н.ном.} = 7,2 \text{ кПа}$; $t_{\phi} = 20^{\circ}\text{C}$

$$\text{При } V_{i.n.} = 180 \text{ м}^3/\text{ч}.: \quad P_{i.n.} = 7,2 \cdot \left(\frac{180}{250}\right)^2 \cdot \frac{273+20}{273} = 4 \text{ кПа}$$

2. Используя величины, рассчитанные для природного газа, можно произвести пересчет на нефтезаводской газ любого компонентного состава, для чего необходимо знать низшую теплоту сгорания конкретного газа $Q_{н.ф}$ и его плотность ρ_{ϕ} .

Расход фактически применяемого нефтезаводского газа для требуемой тепловой мощности горелки:

$$V_{\phi} = V_n \cdot \frac{Q_{н.н}}{Q_{н.ф}} \quad (3)$$

Необходимое давление нефтезаводского газа рассчитывается с использованием величины давления природного газа для требуемой тепловой мощности и реальной температуры нефтезаводского газа - t_{ϕ} :

$$P_{\phi} = \frac{P_{н.ном.} \cdot \rho_{\phi}}{\rho_n} \cdot \left(\frac{Q_{н.н}}{Q_{н.ф}}\right)^2 \cdot \frac{273+t_{\phi}}{273} \quad (4)$$

Например, для нефтезаводского газа с $Q_{н.ф.} = 15690 \text{ ккал/м}^3$, $\rho_{\phi} = 1,48 \text{ кг/м}^3$ и $t_{\phi} = 80^{\circ}\text{C}$ для ГП-2,5И-1 при тепловой мощности, равной $1,9 \text{ Гкал/ч}$ требуется:

- расход природного газа: $V_n = \frac{1900000}{8550} = 222 \text{ м}^3/\text{ч}$

- давление природного газа при нормальных условиях ($t_{\phi} = 0^{\circ}\text{C}$):

$$P_{i.n.} = 7,2 \cdot \left(\frac{222}{250}\right)^2 = 5,7 \text{ кПа}$$

- расход нефтезаводского газа: $V_{\phi.ном.} = \frac{1900000}{15690} = 121 \text{ м}^3/\text{ч}$

- давление нефтезаводского газа при его температуре $t_{\phi} = 80^{\circ}\text{C}$:

$$P_{\phi} = 5,7 \cdot \frac{1,48}{0,73} \cdot \left(\frac{8550}{15620}\right)^2 \cdot \frac{273+80}{273} = 4,5 \text{ кПа}$$

- минимально допустимый расход реального газа при $K_{p.p.} = 5$ составит:

$$V_{\min.\phi} = \frac{121}{5} = 24,2 \text{ м}^3/\text{ч}$$

- минимальное давление составит:

$$P_{\min.\phi} = P_{\phi.ном.} \cdot \left(\frac{V_{\min.\phi}}{V_{ном.\phi}}\right)^2 \cdot \frac{273+t_{\phi}}{273} = 4,5 \cdot \left(\frac{24,2}{121}\right)^2 \cdot \frac{273+80}{273} = 0,23 \text{ кПа}$$

3. В реальных условиях эксплуатации горелок возможно по каким-либо причинам нерегулируемое снижение расхода газа без изменения положения регуляторов воздуха. В этом случае количество воздуха остаётся без изменения, и

при снижении расхода газа будет увеличиваться величина коэффициента избытка воздуха. Принимается, что при достижении $\alpha_{кр.} = 2,5$ возможен срыв и погасание пламени, т.е. возникнет аварийная ситуация и требуется автоматическая отсечка поступления газа в горелку.

Критический расход газа, при котором требуется отсечка:

$$V_{кр.} = V_{ном.} \cdot \left(\frac{\alpha}{\alpha_{кр.}} \right) \quad (5)$$

где $V_{ном.}$ – расход газа, при котором отрегулировано поступление воздуха с коэффициентом избытка α ,

Например, для горелки ГП-2,5И-1 при сжигании природного газа, с

$V_{ном.} = 250 \text{ м}^3/\text{ч}$, $P_{ном.} = 7,2 \text{ кПа}$ и $\alpha = 1,1$ отсечка должна производиться при расходе газа:

$$V_{кр.н} = 250 \cdot \frac{1,1}{2,5} = 110 \text{ м}^3/\text{ч}$$

И давление отсечки при нормальных условиях ($t_{ф} = 0^\circ\text{C}$) составит:

$$P_{отс.н} = P_{ном.н} \cdot \left(\frac{V_{кр.}}{V_{ном.}} \right)^2 = 7,2 \cdot \left(\frac{110}{250} \right)^2 = 1,4 \text{ кПа}$$

Расчёт $P_{отс.}$ проводится для любого первоначально заданного расхода газа $V_{i.н}$. Например, для нефтезаводского газа с $Q_{н(ф)} = 15690 \text{ ккал/м}^3$, $\rho = 1,48 \text{ кг/м}^3$ и $t_{ф} = 80^\circ\text{C}$

$$P_{отс.ф} = P_{отс.н} \cdot \frac{\rho_{ф.}}{\rho_{н.}} \cdot \left(\frac{Q_{н.н}}{Q_{н.ф}} \right)^2 \cdot \frac{273 + t_{ф}}{273} \quad (6)$$

$$P_{отс.ф} = 1,4 \cdot \frac{1,48}{0,73} \cdot \left(\frac{8550}{15690} \right)^2 \cdot \frac{273 + 80}{273} = 1,13 \text{ кПа}$$

4. При сжигании мазута следует воспользоваться формулами:

$$G_{кр.} = G_{ном.} \cdot \frac{\alpha}{\alpha_{кр.}} \quad (7)$$

$$P_{отс.} = P_{м.} \cdot \left(\frac{G_{кр.}}{G_{ном.}} \right)^2 \quad (8)$$

Например, если для горелки ГП-2,5И-1 номинальный расход мазута составляет $G_{ном.} = 220 \text{ кг/ч}$, давление мазута – 5 кгс/см^2 , то

$$G_{кр.} = 220 \cdot \frac{1,15}{2,5} = 101 \text{ кг/ч};$$

$$P_{отс.} = 5 \cdot \left(\frac{101}{220} \right)^2 = 1,05 \text{ кгс/см}^2$$

Изменение расхода и давления пара при отсечке мазута не производится, т.к. за счёт пара происходит вентиляция топки и охлаждение форсунки. Отключение пара можно произвести вручную.