

Практическое занятие 8

Определение зоны возможного гидратообразования в линейном участке газопровода
(РГР)

Задание

На основании результатов уточненного теплового и гидравлического расчета магистрального газопровода (практические занятия 4 и 5) выполнить расчеты и графические построения для определения зоны вероятного гидратообразования в линейном участке (ЛУ) магистрального газопровода.

Исходные данные:

Компонентный состав газа %;	$a(i)...a(n)$;
Плотность газа при стандартных условиях, кг/м ³	$\rho_{СТ}$;
Относительная плотность газа по воздуху	Δ ;
Длина линейного участка газопровода, км	$\ell_{КС}$;
Внутренний диаметр газопровода, мм	$D_{вн}$;
Расход газа при стандартных условиях, млн.м ³ /сут	Q
Начальное и конечное давление в ЛУ, МПа	$p_H ; p_K$;
Начальная температура газа в ЛУ, К	T_H ;
Температура окружающей среды, К	T_0 ;
Средняя температура газа в ЛУ	T_{CP} ;
Теплоемкость газа , кДж/(кг·К)	C_p ;
Средний коэффициент теплопередачи, Вт/(м·К)	K_{CP} ;
Коэффициент Джоуля-Томсона, К/МПа	Di .

Порядок расчета

- 1 Определяется значение критерия Шухова

$$Шу = a_t \cdot \boxtimes_{КС} = 225,5 \cdot 10^6 \cdot \frac{K_{СР} \cdot D_{вн}}{Q \cdot \Delta \cdot C_P} \cdot \boxtimes_{КС}$$

- 2 Рассчитывается приведенная относительная плотность гидратообразующих компонентов газа

$$\bar{\rho} = \frac{\sum_{i=1}^k a_i \cdot \Delta_i}{\sum_{i=1}^k a_i}$$

k – число гидратообразующих компонентов в газовой смеси;
 a_i – объемная доля i -го гидратообразующего компонента в исходном газе;

Δ_i – относительная плотность по воздуху i -го гидратообразующего компонента;

$$\Delta_i = \frac{\rho_i}{\rho_{возд.}}$$

К гидратообразующим компонентам относятся CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8 , C_4H_{10} , CO_2 и H_2S . Азот, редкие газы (аргон, гелий) и нормальные углеводороды от пентана и выше к гидратообразующим не относятся.

- 3 Для построения графических зависимостей $P(x)$, $T(x)$, $T_p(x)$ и $T_{p.g.}(x)$ задаемся несколькими относительными значениями расстояния от начала ЛУ газопровода x/l_{KC} :
- : 0; 0,1; 0,2 ... 0,9; 1,0.

4 Примем для рассматриваемого примера, что начальное влагосодержание соответствует точке росы $T_p=275\text{K}$.

Тогда из формулы

$$T_p = 282,8 \cdot p^{0,0503} \cdot W^{0,0564}$$

найдем значение влагосодержания насыщенного газа W (г/м³) в начальном сечении ЛУ при $p=p_H$ (МПа)

$$W = \left(\frac{T_p}{282,8 \cdot p^{0,0503}} \right)^{\frac{1}{0,0564}}$$

5 Для каждого рассматриваемого сечения x/l_{KC} вычисляются:

5.1 давление газа $p(x)$, МПа

$$p(x) = \sqrt{p_H^2 - (p_H^2 - p_K^2) \frac{x}{l_{KC}}}$$

5.2 температура газа $T(x)$, К

$$T(x) = T_0 + (T_H - T_0) \cdot e^{-\frac{Шу \cdot x}{l_{KC}}} - Di \cdot \frac{p_H^2 - p_K^2}{2 \cdot a_t \cdot l_{KC} \cdot P_{CP}} \cdot \left(1 - e^{-\frac{Шу \cdot x}{l_{KC}}} \right)$$

5.3 температура точки росы газа $T_p(x)$, К

$$T_{P(x)} = 282,8 \cdot p(x)^{0,0503} \cdot W^{0,0564}$$

5.4 температура равновесного гидратообразования газа $T_{p.g.}(x)$, К

$$T_{pГ} = 291,8 - F_0 + 8,03 \cdot \ln p(x) \quad \text{при } p(x) \geq p_{pГ}$$

$$T_{pГ} = 214,2 + F_1 - 25,4 \cdot \ln p(x) \quad \text{при } p(x) < p_{pГ}$$

Граничное равновесное давление, МПа

$$p_{pГ} = 0,1859 + 0,1771 \cdot (\Delta - 0,548)^{-0,616};$$

F_0 и F_1 – функции приведенной плотности газа

$$F_0 = 9,21 \cdot (\bar{\rho} - 0,546)^{-0,225};$$

$$F_1 = 0,258 + 27,8 \cdot (\bar{\rho} - 0,544)^{-0,246}.$$

Данные вычислений заносятся в таблицу

$x/\ell_{КС}$	$p(x)$	$T(x)$	$T_p(x)$	$T_{p.2}(x)$
0,1				
0,2				
0,3				
0,4				
0,5				
0,6				
0,7				
0,8				
0,9				
1,0				

По данным таблицы строятся графики $P(x)$, $T(x)$, $T_p(x)$ и $T_{p.g.}(x)$.

Делаются выводы об определении зоны возможного гидратообразования в трубопроводе.