

Практическая работа № 11

Определение выбросов метанола

Все основные технологические процессы газовой промышленности (добыча, подготовка газа к транспорту и переработка, транспорт и подземное хранение газа) сталкиваются с проблемой гидратообразования, обусловленной возникновением при определенных условиях твердых кристаллических соединений газа с водой.

Основным промышленным способом предупреждения процесса гидратообразования и разложения уже образовавшихся гидратных отложений («пробок») является использование так называемых «ингибиторов» гидратообразования. В качестве основного промышленного ингибитора применяется метиловый спирт (метанол). Метиловый спирт (метанол) CH_3OH - простейший представитель гомологического ряда предельных спиртов, молекулярная масса 32,04; метанол - бесцветная легкоподвижная летучая горючая жидкость, сильный яд, действующий преимущественно на нервную и сосудистую систему, с резко выраженным кумулятивным действием.

3.4.1. Расчет выбросов паров метанола из приемных и технологических резервуаров

С учетом эксплуатационных особенностей резервуаров и состава размещаемых в них водометанольных растворов расчет выбросов паров метанола проводится по формулам [5]:

$$G_{мет}^P = \frac{0,160 \cdot (P_{мет}^{\max} \cdot K_B + P_{мет}^{\min}) \cdot x_{мет} \cdot K_P^{CP} \cdot K_{об} \cdot B \cdot (x_{мет} / p_{мет} + x_{вод} / p_{вод})}{10000 \cdot (x_{мет} / m_{мет} + x_{вод} / m_{вод}) \cdot (546 + t^{\max} + t^{\min})} \text{ т/год}, \quad (3.60)$$

$$M_{мет}^P = \frac{0,455 \cdot P_{мет}^{\max} \cdot x_{мет} \cdot K_P^{\max} \cdot K_B \cdot V_{ч}^{\max}}{100 \cdot (x_{мет} / m_{мет} + x_{вод} / m_{вод}) \cdot (273 + t^{\max})} \text{ г/с}, \quad (3.61)$$

где $G_{мет}^P$ – валовой, т/год и $M_{мет}^P$ – максимально разовый, г/с выбросы паров метанола из каждого отдельного резервуара;

$P_{мет}^{\min}$, $P_{мет}^{\max}$ – давление насыщенных паров метанола при минимальной t^{\min} и максимальной t^{\max} , °С (среднемесячных для наружных резервуаров) температурах соответственно, мм рт. ст. (определяется по табл. 3.7);

$x_{мет}$, $x_{вод}$ – массовые доли метанола и воды в водометанольном растворе ("метаноле");

$m_{мет} = 32$ – молекулярная масса метанола, кг/кмоль;

$m_{вод} = 18$ – молекулярная масса воды, кг/кмоль;

K_P^{CP} , K_P^{\max} – опытный коэффициент, характеризующий эксплуатационные

особенности резервуара;

V_v^{\max} – максимальный объем паровоздушной смеси, вытесняемой из резервуара во время закачки в него жидкости (равен производительности насоса), м³/ч;

K_B - коэффициент, характеризующий распределение концентраций паров метанола по высоте газового пространства резервуара; при температурах менее +50 °С $K_B = 1,00$.

$K_{об}$ – коэффициент (определяется по табл. 3.8), учитывающий оборачиваемость резервуара:

$$n = B / (\rho_{мет} \cdot V_p \cdot N_p),$$

где B – количество метанола, закачиваемое в резервуар в течение года, т/год;

$\rho_{мет}$ – плотность метанола, т/м³ ($\rho_{мет} = 0,792$);

V_p и N_p – объем, м³, и количество, шт, одноцелевых резервуаров.

Таблица 3.7

Зависимость давления насыщенных паров метанола, мм.рт.ст. от температуры, °С

$t, ^\circ\text{C}$	-40	-30	-25	-20	-15	-10	-5	
P	2	4	6,5	9	13	17	25	
$t, ^\circ\text{C}$	0	5	10	15	20	25	30	35
P	33	40	60	80	100	130	170	220

Таблица 3.8

Значение опытных коэффициентов $K_{об}$ [6]

n	100 и более	80	60	40	30	20 и менее
$K_{об}$	1,35	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50

Пример 3.6. Определить валовый выброс паров метанола из резервуара.

Исходные данные. Емкость водометанольного раствора $V_p = 50 \text{ м}^3$; количество раствора, закачиваемое в резервуар $B = 11600 \text{ т/год}$; содержание метанола в воднометанольной смеси $x_{мет} = 0,13$; Плотность смеси $\rho_{водо\text{мет}} = 0,967 \text{ т/м}^3$; максимальная и минимальная среднемесячные температуры $t^{\max} = +15 \text{ }^\circ\text{C}$, $t^{\min} = -25 \text{ }^\circ\text{C}$, коэффициент, характеризующий эксплуатационные особенности резервуара $K_p^{\text{cp}} = 0,70$.

Решение.

По таблице 3.7 $P_{мет}^{\max} = 80 \text{ мм рт.ст.}$, $P_{мет}^{\min} = 6,5 \text{ мм рт.ст.}$

$n = 11600 / (0,967 \cdot 50) = 240$; $K_{об} = 1,35$ (по табл. 3.8)

$$G_{мет}^P = \frac{0,160 \cdot (P_{мет}^{max} \cdot K_B + P_{мет}^{min}) \cdot x_{мет} \cdot K_P^{CP} \cdot K_{об} \cdot B \cdot (x_{мет} / p_{мет} + x_{вод} / p_{вод})}{10000 \cdot (x_{мет} / m_{мет} + x_{вод} / m_{вод}) \cdot (546 + t^{max} + t^{min})}$$

$$= \frac{0,160 \cdot (80 \cdot 1 + 6,5) \cdot 0,13 \cdot 0,70 \cdot 1,35 \cdot 11600 \cdot (0,13 / 0,792 + 0,87 / 1)}{10000 \cdot (0,13 / 32 + 0,87 / 18) \cdot (546 + 15 - 25)}$$

$$= \frac{0,160 \cdot 86,5 \cdot 1425 \cdot 1,034}{10000 \cdot 0,052 \cdot 536} = \frac{20396}{280841} = 0,073 \text{ м / год.}$$

Пример 3.7. Определить максимальный разовый выброс паров метанола из резервуара.

Исходные данные. Опытный коэффициент $K_P^{max} = 0,90$; производительность насоса $V_{ч}^{max} = 1,5 \text{ м}^3/\text{ч}$; остальные данные из предыдущей задачи.

$$M_{мет}^P = \frac{0,455 \cdot P_{мет}^{max} \cdot x_{мет} \cdot K_P^{max} \cdot K_B \cdot V_{ч}^{max}}{100 \cdot (x_{мет} / m_{мет} + x_{вод} / m_{вод}) \cdot (273 + t^{max})} =$$

Решение.

$$\frac{0,455 \cdot 80 \cdot 0,13 \cdot 0,90 \cdot 1 \cdot 1,5}{100 \cdot (0,13 / 32 + 0,87 / 18) \cdot (273 + 15)} = \frac{6,39}{1382} = 0,00462 \text{ г / с.}$$

3.4.2. Расчет "залпового выброса"

1. В случае сжигания газов продувки "на факеле" в зоне высоких температур (1000 °С и более) происходит полное сгорание метанола, поэтому расчет его выбросов не производится.

2. При отсутствии гидратов в скважине нет необходимости закачивать в нее метанол. Тогда продувка технологического оборудования УКПГ "на свечу" осуществляется "безметанольным" газом. В этом случае расчет выбросов паров метанола также не производится.

3. При продувке оборудования "на свечу" метанолсодержащим природным газом выбросы метанола можно рассчитать по формуле:

$$G_{мет}^{CB} = 0,001 \cdot V_{ПОГ} \cdot q_{г} - G_{зра}^Г, \text{ т/год}; \quad (3.62)$$

$$M_{мет}^{CB} = 278 \cdot G_{мет}^{CB} / \tau_{CB}, \text{ г/с}, \quad (3.63)$$

где $G_{мет}^{CB}$, $M_{мет}^{CB}$ – соответственно, валовый и максимально-разовый выбросы паров метанола при продувке технологического оборудования "на свечу";

$V_{пот}$ – определяемый по данным предприятия фактический объем потерь газа, м^3 , при проектировании принимается в размере 0,05 % от годовой производительности УКПГ $Q_{УКПГ}$;

q_g – равновесное содержание метанола в газе, $\text{кг}/1000 \text{ м}^3$;

$G_{зра}^Г$ – сумма потерь метанола от запорно-регулирующей арматуры на газовых линиях предприятия, т/год, обычно эта величина значительно меньше валовых выбросов, поэтому при расчете залпового выброса, ей, в

первом приближении можно пренебречь;

$278 = 1000000/3600$ – коэффициент перевода т/ч в г/с;

$\tau_{св}$ – время продувки оборудования "на свечу", ч/год, при проектировании принимается равным 0,05 % от годового фонда времени работы оборудования.

Пример 3.8. Определить максимальный разовый выброс паров метанола при продувке оборудования "на свечу" и концентрацию паров метанола в выбросе,

Исходные данные. Годовая производительность $Q_{УКПГ} = 10^{10}$ м³/год, равновесная концентрация метанола в газе над воднометанольным раствором $q_e = 0,25$ кг/1000 м³.

Решение.

Объем потерь газа: $V_{пот} = 0,05 \cdot 10^{10}$.

$Q_{УКПГ} = 5 \cdot 10^4 \cdot 10^{10} = 5 \cdot 10^6$ м³/год.

Время продувки оборудования "на свечу":

$\tau_{св} = 0,0005 \cdot 10^2 \cdot 8760 = 4,38$ ч/год.

Валовый "залповый выброс" по формуле (3.62) составит:

$G_{мет}^{CB} = 0,001 \cdot V_{пот} \cdot q_G = 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^6 \cdot 0,25 = 1250$ кг/год = 1,25 т/год.

Максимально-разовый "залповый выброс" метанола по формуле (3.63) составит:

$M_{мет}^{CB} = 278 \cdot G_{мет}^{CB} / \tau_{CB} = 278 \cdot 1,25 / 4,38 = 79,3$ г/с.

Расход продувочного газа "на свечу":

$V^{св} = V_{пот} / \tau_{св} = 5 \cdot 10^6 / 4,38 = 1,14 \cdot 10^6$ м³/ч = 317 м³/с.

Концентрация паров метанола в "залповом выбросе" составит:

$C_{мет}^{CB} = M_{мет}^{CB} / V^{св} = 79,3/317 = 0,25$ г/м³.