

Практическая работа № 4

Концентрация газа в воздушном пространстве вблизи поврежденного газопровода

Основная причина рассеяния загрязнений в атмосфере - турбулентность воздуха. С понижением температуры воздуха по мере удаления от поверхности земли вертикальные потоки воздушных масс усиливаются, что способствует увеличению турбулентности и рассеиванию загрязнителей в атмосфере. Если же с высотой температура воздуха увеличивается (температурная инверсия), то движение воздуха и рассеивание загрязнителя существенно сокращаются. В связи с этим в основу классификации устойчивости атмосферы положен температурный градиент (табл. 3.6).

Таблица 3.6

Классификация устойчивости атмосферы (по Пасквиллу)

Категория устойчивости атмосферы		Температурный градиент, $\Delta T/\Delta z$, °C/100 м
A	Наибольшая неустойчивость	Менее -1,9
B	Умеренная неустойчивость	-1,9; -1,7
C	Слабая неустойчивость	-1,7; -1,5
D	Нейтральная устойчивость	-1,5; -0,5
E	Слабая устойчивость	-0,5; 1,5
F	Умеренная устойчивость	1,5; 4
G	Наибольшая устойчивость	Более 4

Поврежденный газопровод можно рассматривать как точечный источник загрязнения в случае локального нарушения герметичности и как линейный источник - при протяженных разрушениях.

Концентрацию газа в точке М с координатами X, Y, Z при локальном повреждении газопровода Белов и Требин рекомендуют определять по формуле:

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{\pi \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z \cdot u_0} \cdot \exp\left[-\frac{y^2}{2\sigma_y^2} + \frac{z^2}{2\sigma_z^2}\right], \quad (3.58)$$

где Q - количество газа, выделенного источником;

σ_y, σ_z - дисперсии распределения концентрации в направлении осей соответственно Y и Z;

u_0 - средняя скорость ветра в направлении оси X.

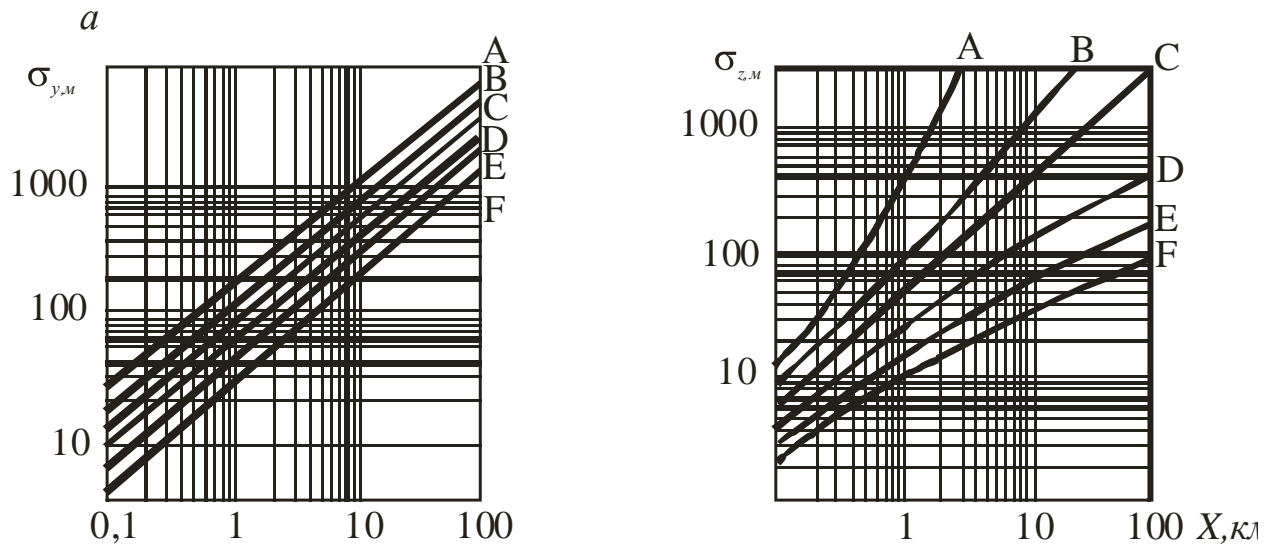


Рис. 3.6. Номограммы для определения дисперсий распределения концентрации в направлении осей Y (а) и Z (б). А, В, С, D, E, F – категории устойчивости атмосферы.

В случае линейного источника загрязнения длиной 1, расположенного под прямым углом к направлению ветра (рис.3.7, а), концентрацию газа в точке М можно определить по формуле Шаприцкого:

$$C(x, y, z) \approx \frac{500Q}{\pi^{0.5} \cdot \sigma_z \cdot u_o \cdot x} \left\{ \exp \left[-\frac{(z-H)^2}{\sigma_z^2 \cdot x^2} \right] + \exp \left[-\frac{(z+H)^2}{\sigma_z^2 \cdot x^2} \right] \right\} \cdot \left[\operatorname{erf} \frac{y+0,5l}{\sigma_y \cdot x} - \operatorname{erf} \frac{y-0,5l}{\sigma_y \cdot x} \right], \quad (3.59)$$

где H – высота источника над землей, м.

Для подземных и наземных трубопроводов H в формуле (3.59) принимают равной нулю.

Точная оценка мощности линейного источника затруднительна, поскольку она является функцией давления и температуры газа, которые в рассматриваемом случае переменны во времени. Однако для приближенных расчетов Q можно оценить по максимальному объему газа, выделяющегося из газопровода, и средней продолжительности его истечения.

Контур области загрязнения, в пределах которого концентрация ингредиента равна или выше ПДК, можно определить, если приравнять левую часть выражений (3.58) и (3.59) к значению ПДК, установленного для данного ингредиента, и вычислить X при фиксированных значениях Y .

В тех случаях, если направление ветра образует некоторый угол φ с осью газопровода (рис. 3.7, б), то расчетная длина источника в формуле (3.59) $l' = l \cdot \sin \varphi$.

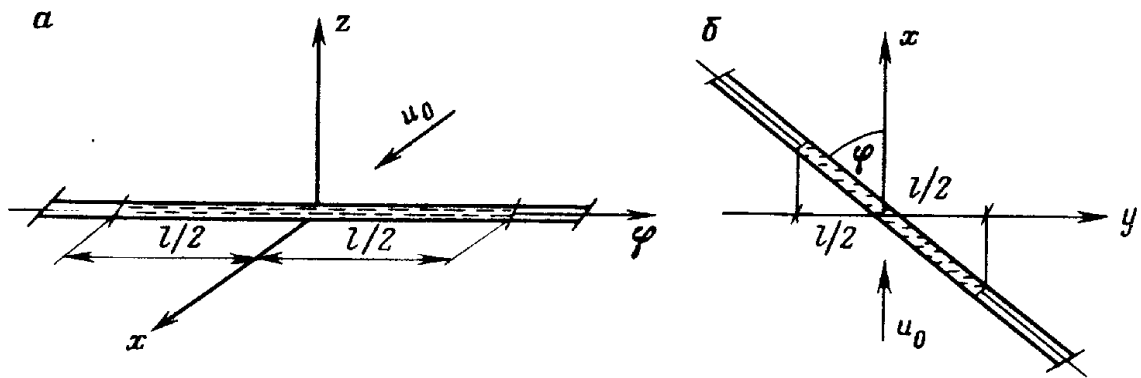


Рис. 3.7. Расчетная схема для определения области загрязнения от линейного источника

Пример 3.6. Рассматривая поврежденный газопровод как точечный источник загрязнения, определить концентрацию газа в точке с координатами $Y = 2$ км, $Z = 2$ км на расстоянии $X = 2$ км от места утечки. Средняя скорость ветра в направлении оси X составляет 4 м/с, количество газа, выделяющегося из газопровода – 1 кг/ч.

Решение.

По номограммам (рис. 3.6) определим дисперсии распределения концентрации газа в направлении осей Y и Z в зависимости от удаленности точки от места утечки (X) и устойчивости атмосферы (F): $\sigma_y = 60$ м, $\sigma_z = 17$ м.

Воспользовавшись формулой (3.58), рассчитаем концентрацию газа в заданной точке пространства:

$$C = \frac{1 \cdot 10^6}{3600 \cdot 3,14 \cdot 4 \cdot 17 \cdot 60} \cdot \exp \left[-\frac{4}{2 \cdot (60)^2} + \frac{4}{2 \cdot (17)^2} \right] = 0,021 \text{ мг/м}^3 .$$