

УДК 551.2:669.(334.43):662.807.02

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ГАЗООБРАЗНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ ОТ ТОЧЕЧНЫХ И ПЛОЩАДНЫХ ИСТОЧНИКОВ

А.Н. Нысангалиев

Т.К. Ахмеджанов

А.Ш. Бейсембинова

З.М. Тулемисова

К.Б. Кошанова

Предложена простая математическая модель для вычисления радиуса зоны загрязнения атмосферы газообразными выбросами нефти и нефтепродуктов.

На предприятиях нефтегазовой, энергетической промышленности при хранении жидких (нефть) и твердых продуктов (уголь) отмечаются интенсивные выделения газообразных продуктов, таких как углеводороды, окись и двуокись углерода, сероводород и др. При этом источники имеют как точечный, так и площадной характер. Для оценки динамики загрязнения окружающей среды газообразными продуктами и радиуса зоны загрязнения необходимо располагать данными по интенсивности выделения газообразных веществ. Особенно эта задача актуальна для нефтегазовой промышленности, в которой испаряющиеся газообразные углеводороды составляют 70-80% всех потерь [1].

Рассмотрим загазованный поток воздуха с интенсивностью распространения I . В результате различных воздействий атмосферных явлений на некотором расстоянии от z до $(z+dz)$ интенсивность уменьшится на некоторую величину dI . Изменение интенсивности распространения зависит от многих факторов. Влияние этих факторов на интенсивность распространения газа в некотором объеме на единицу длины, обозначим через k . Интенсивность распространения газообразных веществ в окружающей среде от источника изменяется в зависимости от расстояния.

Для выяснения характера изменения интенсивности распространения газообразных веществ в атмосфере, рассмотрим поток загазованного воздуха. В результате воздействия различных атмосферных явлений на

расстоянии r от источника до расстояния $r+dr$ интенсивность распространения уменьшится на величину dI . Влияние атмосферных явлений на процесс распространения газообразных веществ в окружающей среде необходимо учитывать эмпирическим коэффициентом k . Поэтому нет необходимости установления механизма воздействия атмосферных явлений на процесс распространения в нем газообразных веществ. Тогда интенсивность распространения газообразных веществ будет описываться дифференциальным уравнением:

$$dI = -Ikdr, \quad (1)$$

где dI – изменение интенсивности на расстоянии dr , мг/(м²·с); I – начальная интенсивность на расстоянии $(r+dr)$, мг/(м²·с); dr – длина на которой интенсивность изменяется на величину dI , м; k – эмпирический коэффициент, м⁻¹. Знак минуса показывает на то, что с увеличением расстояния от источника загрязнения интенсивность распространения уменьшается, т.е. с возрастанием интенсивность убывает.

Интенсивность распространения газообразных веществ у самого источника равняется интенсивности выделения I_β . Найдем интенсивность распространения на расстоянии от источника. Для этого проинтегрируем выражение (2)

$$I = \frac{I}{6} N_{,w_x} + w_{x0} = \frac{I}{6} N_{,w_{sp}}, \quad (2)$$

предварительно разделив переменные

$$\int_{I_p}^{I_\beta} \frac{dI}{I} = -k \int_0^R dr, \quad (3)$$

В результате интегрирования получены $\ln I_p - \ln I_\beta = kr$, откуда имеем

$$I_p = I_\beta \cdot e^{-kr}, \quad (4)$$

где I_p – интенсивность распространения газообразных веществ в атмосфере, мг/(м² · с); I_β – интенсивность выделения газообразных веществ из источника (в частности из резервуара), мг/(м² · с).

Выражение (4) описывает изменение интенсивности распространения газообразных веществ от источника до места отбора проб на загазо-

ванность. Как видно, интенсивность распространения газообразных веществ от источника убывает по экспоненциальной зависимости. Радиус кривизны экспоненты зависит от коэффициента k , который определяется экспериментально.

Одной из основных характеристик испарения нефти и нефтепродуктов из резервуаров является давление насыщенных паров. При выбросе вредных газообразных веществ из резервуара давление в нем падает до атмосферного значения. Это соответствует одному циклу дыхания со средней скоростью.

Падение давления в резервуаре соответствует потере энергии с единицы объема. Следовательно, можно записать, что падение давления в резервуаре определяется следующим соотношением

$$\Delta p = P_H - P_a = \frac{N_3 w_g^2}{2}, \quad (5)$$

где P_H - давление насыщенных паров (газов), н/м²; P_a - атмосферное давление окружающей среды, н/м²; N_3 - загазованность окружающей среды, кг/м³; G - средняя скорость выброса газа, м/с.

Выражение (5) можно представить через интенсивность выделения газа из источника

$$\Delta P = 3 I_B w_g, \quad (6)$$

откуда интенсивность газовыделений через падение давления будет иметь вид:

$$I_B = \frac{\Delta P}{3 w_g}. \quad (7)$$

Интенсивность распространения газа с учетом формулы (7) можно представить в следующем виде:

$$I_P = \frac{\Delta P}{3 w_g} e^{-kR}, \quad (8)$$

где ΔP - разность давлений, н/м²; g - скорость выброса газа или скорость дыхания, м/с; k - эмпирический коэффициент, м⁻¹; R - расстояние от источника до места отбора пробы на загазованность, м

Коэффициент k определяется по эмпирической формуле Константина. Скорость (w_g) определяется экспериментально с использованием

анемометров. Давление насыщенных паров нефти и нефтепродуктов также определяется экспериментально. Таким образом, формула (8) позволяет определить интенсивность распространения газообразных веществ в атмосфере.

Добыча нефти включает следующие операции: сбор, подготовка и транспортирование. При этих процессах происходит потеря нефти, обусловленная испарением и разными утечками. Величина этих потерь зависит от физико-химических свойств нефти и особенностей сбора, подготовки и транспортирования ее до потребления. В результате этих потерь загрязняется окружающая среда. До сих пор не достаточно обоснована устанавливается область загрязнения атмосферы газообразными выбросами нефти и нефтепродуктов. Загрязнение окружающей среды зависит от интенсивности распространения газообразных веществ в атмосфере.

Решение дифференциального уравнения (1) относительно расстояния r позволяет получить следующее уравнение:

$$\ln I_p - \ln I_\beta = -kr, \quad (9)$$

Преобразование формулы (9) приводит к следующей формуле

$$r_3 = \frac{1}{k} \ln \frac{I_\beta}{I_p} = -kr, \quad (10)$$

где r_3 – радиус зоны загрязнения окружающей среды, м;

Если воспользоваться формулами интенсивности газовой выделенности и распространения, то получим для радиуса зоны загрязнения выражение

$$r_3 = \frac{N_3 w_{гв}}{u \cdot N_{пдк}}, \quad (11)$$

где N_3 – загазованность атмосферы предприятия, кг/м^3 ; $w_{гв}$ – скорость выброса вредных веществ из источника, м/с; u – среднесуточная скорость атмосферного воздуха окружающей среды, м/с; $N_{пдк}$ – предельно допустимая концентрация газообразных веществ, кг/м^3 .

Радиус зоны загрязнения можно выразить через разницу давлений по следующей формуле

$$r_3 = \frac{1}{k} \ln \frac{\Delta P}{3 w_{гв} N_{пдк} u}, \quad (12)$$

где ΔP – разность давления, м/м^2 .

Все величины входящие в формулу (12) определяются экспериментально, с достаточно большой точностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Константинов Н.Н. Борьба с потерями от испарения нефти и нефтепродуктов. М.: Гостоптехиздат. 1961.

АТМОСФЕРАНЫҢ НҮКТЕЛІ ЖӘНЕ АУМАҚТЫ КӨЗДЕРДЕН ГАЗ ТӘРІЗДЕС ЗАТТАРМЕН ЛАСТАНУЫН БАҒАЛАУ

А.Н. Нысанғалиев
Т.К. Ахмеджанов
А.Ш. Бейсембинова
З.М. Төлемісова
К.Б. Қошанова

Атмосфераның мұнай және мұнай өнімдерінен шыққан газ тәріздес заттармен ластанған аймағының радиусын есептеуге арналған қарапайым математикалық үлгі ұсынылған.