

УДК 662.753.325:621.311.22:502.55(203)

**МАЗУТНОЕ ХОЗЯЙСТВО ТЭЦ КАК ИСТОЧНИК ЗАГРЯЗНЕНИЯ
ВОЗДУХА
FUEL OIL MANAGEMENT OF CHP AS SOURCE OF AIR
POLLUTION**

Н.А. Петруша

Научный руководитель – Л.А. Тарасевич, к.т.н., доцент
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

leo07@tut.by

N. Petrusa

Supervisor – L. Tarasevich, Candidate of Technical Sciences, Docent
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

***Аннотация:** в данной статье оценивается влияние мазутного хозяйства на воздушную среду прилегающей территории.*

***Annotation:** this article assesses the impact of the fuel oil industry on the air environment of the surrounding area.*

***Ключевые слова:** мазутное хозяйство ТЭС, загрязнение воздуха, санитарно-защитная зона.*

***Key words:** fuel oil management of thermal power plants, air pollution, sanitary protection zone.*

Введение

В настоящее время осложняется вопрос экологии при взаимном размещении города и подразделений ТЭЦ, в частности, мазутного хозяйства. Это объясняется, с одной стороны, расширением города и увеличением потребности в энергии, а с другой – ростом масштабов сжигания топлива и ликвидацией мелких котельных.

Основная часть

Произведем оценку влияния отдельных участков мазутного хозяйства на воздушную среду прилегающей территории. Выбросы учитывались при переливе мазута из цистерн в лотки эстакады разгрузки, заполнении мазутохранилища, а также очистке цистерн.

Количество нефтепродуктов (M , кг/с), испаряющихся с поверхности лотков в единицу времени, определено по [1]:

$$M = S\rho h,$$

где S – площадь поверхности лотков, м²;

ρ – плотность насыщенных паров углеводородов, кг/м³;

h – коэффициент массопереноса (м/с), $h = \alpha / (C_y \rho)$;

α – коэффициент теплопередачи, Вт/(м²·К);

C_y – теплоемкость паров нефтепродуктов, кДж/(кг·К).

Так как уровень мазута в лотках ниже поверхности земли примерно на 0,5 м, влияние ветра на процесс теплоотдачи незначительно. Поэтому расчет

коэффициента теплоотдачи произведен для режима свободного движения газовой смеси над поверхностью лотков [2]. Плотность насыщенных паров углеводородов при среднем значении температуры наружного воздуха и мазута в лотках $T_c = 273 + (t_n + t_m)/2$ найдена из уравнения состояния идеального газа:

$$\rho = \frac{\mu p_n}{RT_c},$$

где средний молекулярный вес углеводородов мазута и давление насыщенных паров приняты соответственно равными $\mu = 200$ кг/кмоль и $p_n = 1000$ Па [3]. Тогда, например, при $T_c = 308$ К плотность $\rho = 7,8 \cdot 10^{-3}$ кг/м³.

При перекачке мазута в хранилище, в предположении наибольшей загазованности, исходили из того, что заполняется только один резервуар. Вытесняемая через патрубок цистерны масса летучих нефтепродуктов M_c (кг/с) равна:

$$M_c = Q \rho_1,$$

где Q – количество паров нефтепродукта (по объему), м³/с;

ρ_1 – плотность насыщенных паров углеводородов при T_c , кг/м³.

В соответствии с правилами технической эксплуатации температура мазута в расходных резервуарах поддерживается на уровне 70°C. Тогда, например, при $Q = 500$ м³/ч, $\rho_1 = 0,007$ кг/м³, $M_c = 1,0 \cdot 10^{-3}$ кг/с.

При оценке выбросов углеводородов в процессе очистки цистерн полагаем, что пар равномерно подается ко всем внутренним участкам и температура в любой точке ее поверхности одинакова; пар при этом полностью конденсируется.

Считаем также, что пленка мазута полностью покрывает стенки данной емкости. При истечении паровых струй происходит интенсивное перемешивание газовой смеси, что ведет к уравниванию концентраций паров углеводородов внутри цистерны. Выброс нефтепродуктов (по массе) и объем газовой смеси определяется при решении системы уравнений:

$$M = S_1 h (\rho_{\text{нас}} - C);$$

$$M = C (V_a + V_y) \approx C V_B;$$

$$V_y + V_B = \mu_1 S_2 \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho_{\text{см}}}} = \mu_1 S_2 \sqrt{2gH \frac{\rho_n - \rho_{\text{см}}}{\rho_{\text{см}}}};$$

$$M = \rho_{\text{нас}} V_y;$$

$$\rho_{\text{см}} = \frac{C(V_B + V_y) + \rho_B V_B}{V_B + V_y},$$

где S – площадь внутренней поверхности цистерны, м

$\rho_{\text{нас}}$ – плотность насыщенных паров углеводородов при температуре стенки цистерны 100°C, кг/м³;

V_B, V_y – соответственно объем выходящего через верхний патрубок воздуха и газов, м³/с;

C – концентрация нефтепродуктов внутри цистерны;

Δp – движущий напор циркуляции, Па;

μ_1 – коэффициент расхода, принимается равным 0,5-0,7;

S_2 – эквивалентное сечение, оказывающее такое же сопротивление циркуляции воздуха через цистерну как последовательно расположенные площади ее нижнего и верхнего патрубка (S_3 и S_4);

$$\frac{1}{S_2} = \frac{1}{S_3} + \frac{1}{S_4}.$$

При диаметрах нижнего и верхнего патрубков соответственно 0,15 и 0,4 м, диаметре цистерны $H = 2$ м, температуре наружного воздуха $t_n = 20^\circ\text{C}$ получаем $M = 0,48 \cdot 10^{-5}$ кг/с, $V_y = 0,075$ м³/с, $V_B = 0,062$ м³/с, $C = 3,5 \cdot 10^{-3}$ кг/м³.

Общее количество пропариваемых цистерн – n , при условии, что ими полностью заполнена эстакада равно:

$$n = (L \cdot K)/l,$$

где l – железнодорожная длина цистерны, м; K – число путей; L – длина эстакады, м.

Заключение

Результаты расчетов, проведенных по математической модели рассеивания, разработанной Главной государственной обсерваторией им. А. И. Воейкова, показали, что основную долю в загазованности прилегающей площадки вносят выбросы из лотков. Содержание летучих нефтепродуктов в воздухе от цистерн и резервуаров на порядок ниже.

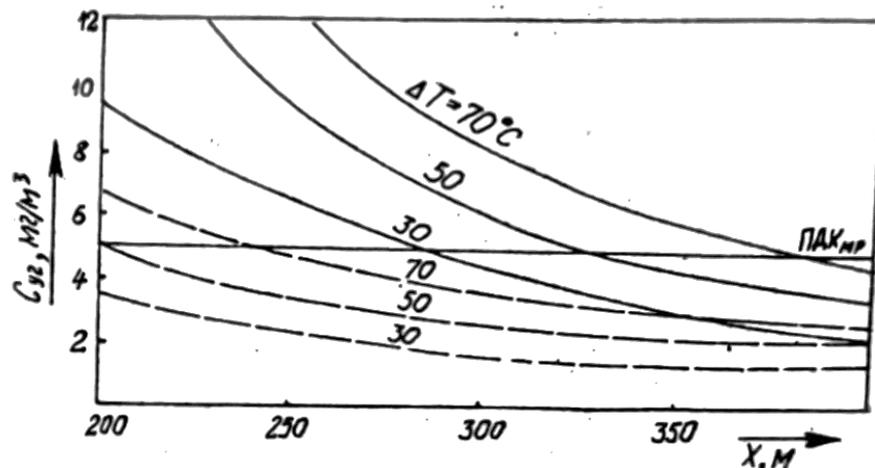


Рисунок 1 – Распределение приземных концентраций углеводородов при движении мазута в лотках по длине сливной эстакады [1]:

— — — и _____ поперечное и продольное направление ветра относительно продольной оси лотков;

ΔT – разность температур наружного воздуха и сливаемого мазута

Графики, приведенные на рисунке 1, показывают, что при выбросе из лотков возможно превышение концентраций углеводородов над предельно допустимой максимально разовой (5 мг/м³) на расстоянии примерно 260 м от края эстакады. Для практических расчетов в зависимости от различной длины

эстакады L , разности температур наружного воздуха и сливаемого мазута ΔT , числа подъездных путей K составлены номограммы (рисунок 2 а, б), с помощью которых определяется необходимый размер санитарно-защитной зоны. Например, для ТЭЦ 500 МВт с числом путей $K = 4$ и длине эстакады $L = 200$ м санитарно-защитная зона в поперечном направлении примерно равна 240 м, в продольном – от центра эстакады – 370 м, т.е. в среднем 250 м от края эстакады в обоих направлениях.

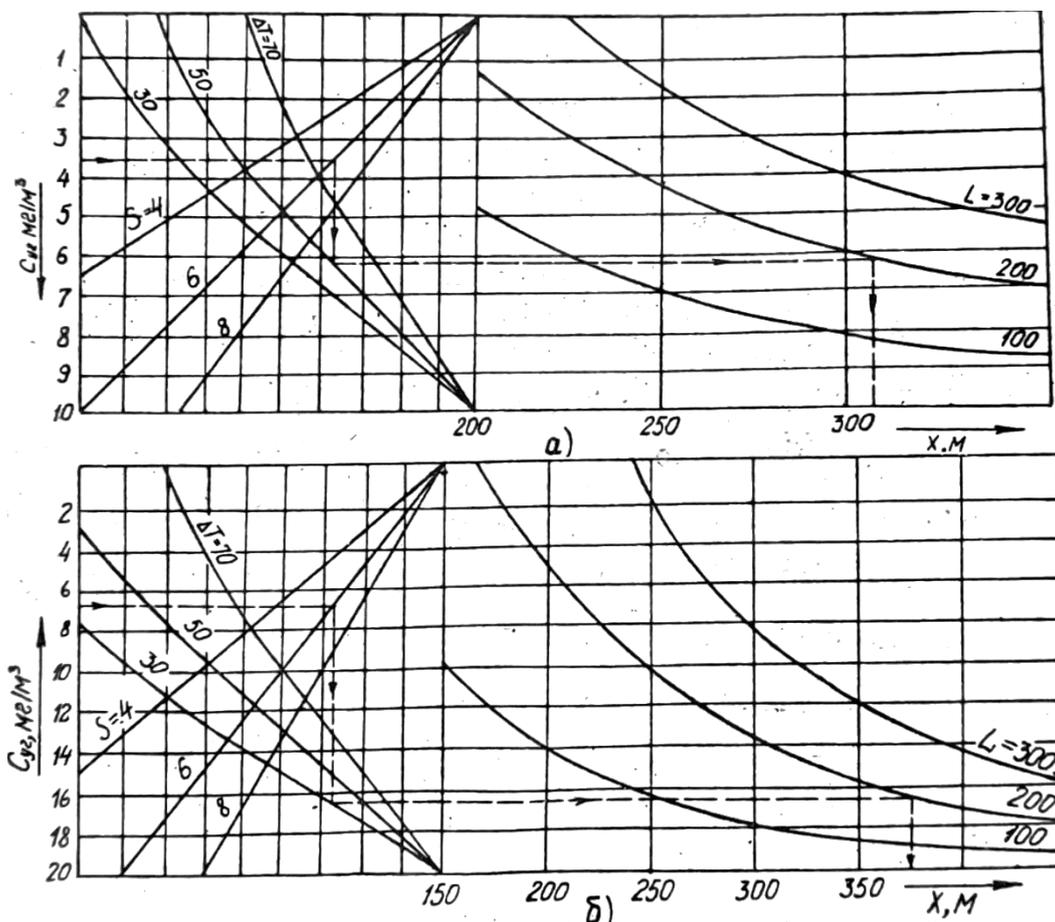


Рисунок 2 – Номограмма определения приземных концентраций при рассеивании углеводородов, (а) – по продольной (б) – по поперечной осям относительно центра сливной эстакады [1]

Литература

1. Эккерт, Э.Р. Теория тепло- и массообмена: Пер. с англ. / Э.Р. Эккерт, Р.М. Дрейк // Под ред. А.В. Лыкова. – М-Л.: Госэнергоиздат, 1961. – 681 с.
2. Краснощеков, Е.А. Задачник по теплопередаче: Учебное пособие для вузов / Е.А. Краснощеков, А.С. Сукомел. – 4-е изд., перераб. – М.: Энергия, 1980. – 144 с.
3. Белосельский, Б.С. Топочные мазуты / Б.С. Белосельский. – М.: Энергия, 1976. – 256 с.