

УДК 504.6, + 628.8

ВПЛИВ ЗНИЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ДИМОВИХ І ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ ВИКИДІВ ПРИ ЇХ УТИЛІЗАЦІЇ НА ЗМІНУ ПРИЗЕМНОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ ЗАБРУДНЮЮЧИХ АТМОСФЕРУ РЕЧОВИН

ТРОЦЕНКО А. В.^{1*}, асп.ПОЛІЩУК С. З.^{2*}, д. т. н., проф.ПОЛІЩУК А. В.^{3*}, к. т. н., доц.ЛЕВЧЕНКО О. О.^{4*}, маг.

^{1*} Кафедра опалення, вентиляції та якості повітряного середовища, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (056) 756-34-92, e-mail: sleepyhollow693@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7844-8698

^{2*} Кафедра опалення, вентиляції та якості повітряного середовища, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (056) 756-34-92., e-mail: psz@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-6473-253X

^{3*} Державний вищий навчальний заклад Український державний хіміко-технологічний університет, пр.Гагаріна, 8, 49000, Дніпро, Україна, тел.+38 (0562) 47-24-64, e-mail: polalvik@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-2488-8900

^{4*} Державний вищий навчальний заклад Український державний хіміко-технологічний університет, пр.Гагаріна, 8, 49000, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-92, e-mail: oolyusya@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-9285-3999

Анотація. Мета. Визначення впливу зниження температури димових і вентиляційних викидів при їх утилізації на зміну приземної концентрації забруднюючих атмосферу речовин. **Методика.** Методика дослідження базується на результатах раніше опублікованих робіт, де надані результати дослідження з використанням алгоритму розрахунків максимальних приземних концентрацій, загальнонаукових методах аналізу і синтезу, а також апараті математичного аналізу. **Результати.** Детально проаналізували кожен з дев'яти випадків, наведених на блок-схемі з точки зору взаємозв'язку ΔT і C_m , наведених у попередній роботі [6]. **Наукова новизна.** Вперше досліджено вплив зниження температури димових і вентиляційних викидів при їх утилізації на зміну приземної концентрації забруднюючих атмосферу речовин. **Практична значимість.** Енергозбереження за рахунок утилізації значних викидів, встановлено взаємозв'язок приземних концентрацій з температурним режимом викидів, що дозволить сформулювати практичні рекомендації з управління викидами та енергозбереженням в цілому.

Ключові слова: атмосферне повітря; забруднюючі речовини; приземна концентрація; температура; викиди

ВЛИЯНИЕ СНИЖЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ДЫМОВЫХ И ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ ВЫБРОСОВ ПРИ ИХ УТИЛИЗАЦИИ НА ИЗМЕНЕНИЕ ПРИЗЕМНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ АТМОСФЕРУ ВЕЩЕСТВ

ТРОЦЕНКО А. В.^{1*}, асп.ПОЛИЩУК С. З.^{2*}, д. т. н., проф.ПОЛИЩУК А. В.^{3*}, к. т. н., доц.ЛЕВЧЕНКО О. А.^{4*}, маг.

^{1*} Кафедра отопления, вентиляции и качества воздушной среды, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепр, Украина, тел. +38 (056) 756-34-92, e-mail: sleepyhollow693@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7844-8698

^{2*} Кафедра отопления, вентиляции и качества воздушной среды, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепр, Украина, тел. +38 (056) 756-34-92., e-mail: psz@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-6473-253X

^{3*} Государственное высшее учебное заведение Украинский государственный химико-технологический университет, пр.Гагарина, 8, 49000, Днепропетровск, Украина, тел.+38 (0562) 47-24-64, e-mail: polalvik@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-2488-8900

^{4*} Кафедра отопления, вентиляции и качества воздушной среды, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепр, Украина, тел. +38 (056) 756-34-92, e-mail: oolyusya@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-9285-3999

Аннотация. *Цель.* Определение влияния снижения температуры дымовых и вентиляционных выбросов при их утилизации на изменение приземной концентрации загрязняющих атмосферу веществ. *Методика.* Методика исследования базируется на результатах ранее опубликованных работ, где предоставлены результаты исследования с использованием алгоритма расчётов максимальных приземных концентраций, общенаучных методах анализа и синтеза, а также аппарате математического анализа. *Результаты.* Детально проанализировали каждый из девяти случаев, приведенных на блок-схеме с точки зрения взаимосвязи ΔT и C_m , приведенных в предыдущей работе [6]. *Научная новизна.* Впервые исследовано влияние снижения температуры дымовых и вентиляционных выбросов при их утилизации на изменение приземной концентрации загрязняющих атмосферу веществ. *Практическая значимость.* Энергосбережение за счет утилизации значительных выбросов, установлена взаимосвязь приземных концентраций с температурным режимом выбросов, что позволит сформулировать практические рекомендации по управлению выбросами и энергосбережением в целом.

Ключевые слова: атмосферный воздух; загрязняющие вещества; приземная концентрация; температура; выбросы

INFLUENCE OF REDUCTION TEMPERATURE SMOKE AND VENTILATION EMISSIONS AT THEIR DISPOSAL TO CHANGE GROUND-LEVEL CONCENTRATIONS OF AIR POLLUTANTS

TROTSSENKO A. V.^{1*}, *pg.*
POLISHCHUK S. Z.^{2*}, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*
POLISHCHUK A. V.^{3*}, *Cand. Sc. (Tech.)*
LEVCHENKO O. A.^{4*}, *master's degree.*

^{1*} Department of heating, ventilation and air quality, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, phone +38 (056) 756-34-92, e-mail: sleepyhollow693@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7844-8698

^{2*} Department of heating, ventilation and air quality, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, phone +38 (056) 756-34-92, e-mail: psz@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-6473-253X

^{3*} State higher educational establishment the Ukrainian state chemical-technological university, pr. Dzerzhinskogo, 8, Dnipropetrovsk 49000, Ukraine, phone + 38 (0562) 47-24-64, e-mail: polalvik@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-2488-8900

^{4*} Department of heating, ventilation and air quality, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, phone +38 (056) 756-34-92, e-mail: oolyusya@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-9285-3999

Abstract. Purpose. Determining the impact of reducing the emissions of smoke and air temperature at their disposal to change the surface concentration of air pollutants. **Methodology.** Methodology The study is based on the results of previously published studies, which provided the results of studies using the algorithm calculations of maximum ground-level concentrations, general scientific methods of analysis and synthesis, as well as the apparatus of mathematical analysis. **Findings.** Detailed analysis of each of the nine cases presented in the block diagram in terms of the relationship ΔT и C_m , given in a previous paper [6]. **Originality.** For the first time we studied the effect of reducing the emissions of smoke and air temperature at their disposal to change the surface concentration of air pollutants. **Practical value.** Energy savings due to utilization of significant emissions, the interrelation of surface concentrations with temperature emissions regime that would allow to formulate practical recommendations for the management of emissions and energy conservation in general.

Keywords: air; contaminants; surface concentrations; temperature; emissions

Введение

Обеспечение надлежащего качества воздушной среды является одной из приоритетных задач экологической безопасности [9-13]. При строительстве, реконструкции промышленных объектов, определении границ санитарно-защитных зон и допустимых выбросов необходимо произвести расчёт максимальных приземных концентраций загрязняющих веществ и сопоставить полученные результаты с действующими санитарно-гигиеническими нормативами [1,2]. При этом экологический риск для человека должен быть сведён к минимуму [3-5]. Для определения максимальных приземных концентраций загрязняющих веществ в настоящее

время применяется методика ОНД-86 и разработанные на её основе компьютерные программы например «ЭОЛ+». Несмотря на инженерную направленность методики зачастую сложно непосредственно проследить взаимосвязь между исследуемыми величинами. Соответственно, условия выброса загрязняющих веществ должны обеспечить наименьшие из возможных значений приземных концентраций загрязняющих веществ C_m [8].

Цель

Цель исследования – определить влияние снижения температуры дымовых и вентиляционных выбросов при их утилизации на

изменение приземной концентрации загрязняющих атмосферу веществ.

Методика

Методика исследования базируется на результатах ранее опубликованных работ [6,7], общенаучных методах анализа и синтеза, а также аппарате математического анализа.

Результаты

Проанализируем детально каждый из девяти случаев, приведенных на блок-схеме с точки зрения взаимосвязи ΔT и C_m . Видно, что основные ограничения, которые влияют на выбор расчетного варианта для нахождения C_m , выглядят следующим образом:

$$f \sim 100, f \sim fe, V_m \sim 0,5, V_m \sim 2 \quad (1)$$

Подставляя в (1) значения f, fe, V_m , определенные в соответствии с методикой ОНД-86 и разрешая неравенства относительно ΔT , получим:

$$\Delta T \sim \frac{10\omega_0^2 D}{H^2}, \Delta T \sim 0,569 \frac{H}{\omega_0 D^2}, \Delta T \sim 0,580 \frac{H}{\omega_0 D^2}, \Delta T \sim 37,091 \frac{H}{\omega_0 D^2} \quad (2)$$

Значит, при $\Delta T < \frac{10\omega_0^2 D}{H^2}$ применяется схема расчета 1,2 или 3. И, соответственно, при $\Delta T > \frac{10\omega_0^2 D}{H^2}$ - схемы 4-9.

Кроме того, при $\Delta T > 37,091 \frac{H}{\omega_0 D^2}$ «работают» схемы 6, 8, точнее при $\Delta T < 0,569 \frac{H}{\omega_0 D^2}$ - схема 8, и при $\Delta T > 0,569 \frac{H}{\omega_0 D^2}$ - схема 6.

Аналогично, при $\Delta T < 0,580 \frac{H}{\omega_0 D^2}$ применяется схема 4 или 5, а при $0,580 \frac{H}{\omega_0 D^2} < \Delta T < 37,091 \frac{H}{\omega_0 D^2}$ - схема 7 или 9.

Схемы 1-3 разделяют по значению $V_m' = 1,3 \frac{\omega_0 D}{H}$.

При $\Delta T < \frac{10\omega_0^2 D}{H^2}, 0,3846 < \frac{\omega_0 D}{H} < 1,5385$ *

*($\Delta T < 15,385 \frac{\omega_0}{H}$) - схема 1.

При $\Delta T < \frac{10\omega_0^2 D}{H^2}, \frac{\omega_0 D}{H} < 0,3846 (\Delta T < 3,846 \frac{\omega_0}{H})$ - схема 3.

При $\Delta T < \frac{10\omega_0^2 D}{H^2}, \frac{\omega_0 D}{H} > 1,5385$ - схема 2.

Для схемы 4 имеют место следующие ограничения:

$$\Delta T > \frac{10\omega_0^2 D}{H^2}, 0,569 \frac{H}{\omega_0 D^2} < \Delta T < 0,580 \frac{H}{\omega_0 D^2}.$$

Для схемы 5: $\Delta T > \frac{10\omega_0^2 D}{H^2}, \Delta T < 0,569 \frac{H}{\omega_0 D^2}$.

Для схемы 6: $\Delta T > \frac{10\omega_0^2 D}{H^2}, \Delta T > 37,091 \frac{H}{\omega_0 D^2}$.

Для схемы 7: $\Delta T > \frac{10\omega_0^2 D}{H^2}, 0,580 \frac{H}{\omega_0 D^2} < \Delta T \leq 37,091 \frac{H}{\omega_0 D^2}$.

Для схемы 9 одновременно должны выполняться условия: $0,580 \frac{H}{\omega_0 D^2} < \Delta T$ и $\Delta T < 0,569 \frac{H}{\omega_0 D^2}$ - что

невозможно.

Аналогично, для схемы 8 невозможно одновременно удовлетворить условиям $\Delta T > 37,091 \frac{H}{\omega_0 D^2}$ и $\Delta T < 0,569 \frac{H}{\omega_0 D^2}$.

Таким образом, для дальнейшего рассмотрения имеем 7 расчетных случаев. Можно сделать некоторые промежуточные выводы. Величина C_m на самом деле неявным образом зависит от величины ΔT . Основными управляющими параметрами являются H и D - параметры источника, $\omega_0, \Delta T$ - технологические параметры.

Величина массового выброса M входит только в конечную формулу для нахождения C_m и прямо пропорциональна значению приземной концентрации загрязняющих веществ. Для действующего предприятия, естественно, что необходимо стремиться к снижению величины M (например, за счет улучшения степени очистки выбросов), в то же время высота источника и его диаметр трудно изменяемы. В связи с этим далее рассмотрим расчетные схемы с позиции взаимосвязи C_m с ω_0 и ΔT .

Схема 1. C_m не зависит от ΔT и снижается с ростом ω_0 в обратно пропорциональной зависимости ($C_m \sim \frac{1}{\omega_0}$)

Схема 2. C_m не зависит от ΔT . Взаимосвязь C_m и ω_0 требует детального рассмотрения.

Схема 3. См не зависит ни от ΔT ни от ω₀.

Схема 4. Следует отметить, что эти схемы характеризуются очень узким диапазоном допустимых значений ΔT. Здесь См в обратной зависимости от f, а величина f обратно пропорциональна ΔT. Следовательно, с ростом ΔT возрастают и приземные концентрации загрязняющих веществ и, наоборот, со снижением ΔT снижается и См. Следуя той же логике, с ростом ω₀ - См убывает, а с падением ω₀ значение См возрастает.

Схема 5. Значение См не зависит от ΔT, а с возрастанием ω₀ увеличивается.

Схема 6. Взаимосвязь См с ΔT требует дополнительного рассмотрения, а с ростом ω₀ значение См убывает.

Схема 7. Величина См с ростом ΔT убывает, а с повышением температуры выброса происходит снижение приземных концентраций загрязняющих веществ. Взаимосвязь См с ω₀ требует дополнительного рассмотрения.

Далее перейдем к вопросам, требующим дополнительного рассмотрения. В начале остановимся на взаимосвязи См и ΔT по схеме 6. Запишем:

$$C_m = \frac{C_0}{H^{2/3} \sqrt[3]{\frac{\pi D^2}{4} \omega_0 \Delta T (0.67 + 0.1\sqrt{f} + 0.34\sqrt[3]{f})}};$$

Введем обозначения: $C_1 = \frac{C_0}{H^{2/3} \sqrt[3]{\frac{\pi D^2}{4} \omega_0}}$,

$C_2 = \frac{1000t^2}{D}$, $f = \frac{C_2}{\Delta T}$, тогда

$$C_m = \frac{C_1}{\sqrt[3]{\Delta T (0.67 + 0.1\sqrt{\frac{C_2}{\Delta T}} + 0.34\sqrt[3]{\frac{C_2}{\Delta T}})}} = \frac{C_1}{0.67\sqrt[3]{\Delta T} + 0.1\sqrt{C_2} \Delta T^{-1/6} + 0.34\sqrt[3]{C_2}}$$

Анализ последнего выражения показывает, что при ΔT → 0 См → 0 и при ΔT → ∞ См → 0. Экстремум данной формулы находится из условия

$$\frac{dC_m}{d(\Delta T)} = 0, \text{ что приводит к выражению } \frac{1}{3} \cdot 0.67 \Delta T^{-2/3} + 0.1\sqrt{C_2} \left(-\frac{1}{6}\right) \Delta T^{-7/6} = 0,$$

откуда

$$T = \left(\frac{0.1}{2 \cdot 0.67}\right)^2 C_2 = \left(\frac{0.1}{2 \cdot 0.67}\right)^2 1000 \frac{\omega_0^2 D}{H^2} = 5.569 \frac{\omega_0^2 D}{H^2}$$

Это значение ΔT не попадает в область допустимых, поскольку ΔT должно быть больше

величины $10 \frac{\omega_0^2 D}{H^2}$. Учитывая характер

взаимосвязи См и ΔT можно заключить, что с ростом значения ΔT величина См будет уменьшаться. Далее рассмотрим неочевидные случаи взаимосвязи См с ω₀.

Схема 2. Исходя из вышеизложенного, запишем:

$$C_m'' = \frac{C_0 (0.532 V_m'^2 - 2.13 V_m' + 3.13) D}{H^{4/3} 8 \frac{\pi D^2}{4} \omega_0} = \frac{C_0 \left[0.532 \left(1.3 \frac{\omega_0 D}{H}\right)^2 - 2.13 \left(1.3 \frac{\omega_0 D}{H}\right) + 3.13 \right]}{2\pi H^{4/3} D \omega_0} = \frac{C_0 (0.532 \cdot 1.3^2 t^2 - 2.13 \cdot 1.3t + 3.13)}{2\pi H^{7/3} t},$$

где $t = \frac{\omega_0 D}{H}$

Производя дальнейшие преобразования, получим:

$$C_m'' = \frac{C_0}{2\pi H^{7/3}} (0.89908t - 2.769 + \frac{3.13}{t})$$

Находя производную $\frac{d(C_m'')}{dt}$ и приравняв ее

нулю, получим условия экстремума:

$$0.89908 - \frac{3.13}{t^2} = 0 \text{ или } t = 1.857, \text{ то есть условие}$$

экстремума имеет вид $\frac{\omega_0 D}{H} = 1.866$.

В этом случае с учетом ограничений можно сделать вывод, о том что при $1.5385 < \frac{\omega_0 D}{H} < 1.866$ с

ростом ω₀ значение См падает, достигая

минимума при $\frac{\omega_0 D}{H} = 1.866$, а при $\frac{\omega_0 D}{H} > 1.866$

при увеличении скорости выброса величина См возрастает.

Далее рассмотрим схему 7.

Исходя из принятых выше обозначений, запишем:

$$C_m = \frac{C_0 (0.532 (1.3t)^2 - 2.13 (1.3t) + 3.13)}{H^{2/3} \sqrt[3]{\frac{\pi D^2}{4} \omega_0 \Delta T (0.67 + 0.1\sqrt{1757.6t^3} + 0.34\sqrt[3]{1757.6t^3})}}$$

Введем обозначение $C_3 = \frac{C_0}{H^{7/3} \sqrt[3]{\frac{\pi D}{4} \Delta T}}$,

Тогда можно записать:

$$C_{\text{м}} = \frac{C_3(0.89908t^2 - 2.769t + 3.13)}{\sqrt[3]{t(0.67 + 4.192\sqrt{t^3} + 4.103t)}}$$

Анализ функции $C_{\text{м}}(t)$ позволит, что по аналогии с предыдущим случаем при определенном значении t она достигает минимума. Аналитически найти значение этой функции затруднительно. Скорее всего, имеет место ситуация, что $C_{\text{м}}$ может как возрастать с изменением ω_0 , так и убывать.

Выводы

Таким образом, что взаимосвязь изменения температуры вентиляционных выбросов и скорости выхода пылегазовоздушной смеси из устья источника выбросов с преземными концентрациями загрязняющих веществ имеет сложный неоднозначный характер. В данной статье сделан еще один шаг к уточнению этой взаимосвязи.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Про охорону атмосферного повітря : [Закон України : офіц. текст за станом на 26 квіт. 2014р.] – Київ : парламентське видавництво, 2014 - 24 с.
2. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів.- Київ: Міністерство охорони здоров'я України, 1996.- 107с.
3. Барбашова, Н. В. Взаємозв'язок понять «екологічний ризик» та «екологічна безпека» / Н. В. Барбашова // Актуальні проблеми держави і права. – 2014. – Вип. 72 – С. 245–253.
4. Зінченко, В. Ю. Розробка математичної моделі методу рішення задачі прогнозування оцінки екологічного ризику від групи точкових джерел / В. Ю. Зінченко, В. В. Фалько // Екологічна безпека. – 2013. – №2 (16). – С. 36–39.
5. Зінченко, В. Ю. Прогнозна оцінка екологічного ризику для людини від площадного джерела викидів при довільному напрямку вітру / В. Ю. Зінченко, В. В. Фалько, С. З. Полищук, А. В. Полищук // Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Сб. научн. тр. Вып. 76 – Днепропетровск, ПГАСА, 2014. – С. 132–136.
6. Кушнір Е. Г. Методичний підхід до розрахунку розподілу забруднених речовин по території / С. Г. Кушнір // Строительство, материаловедение, машиностроение.- Днепропетровск, 2014.-Вип. 76.- С.153-157.
7. Полищук С. З. Утилизация тепла промышленных выбросов и качество воздушной среды / Полищук С.З., Кушнір Е. Г., Лесникова И. Ю., Петренко В. О., Васильева Ю. Д., Хоменко Е. А. // Строительство, материаловедение, машиностроение.- Днепропетровск, 2014.-Вип. 76.- С.212-220.
8. ОНД-86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ в выбросах предприятий. – Л.: Гидрометеоздат, 1987. – 94 с.
9. Хазан, В. Б. Визначення екологічної безпеки на підставі дослідження системи екологічних ризиків [Електронний ресурс] / В. Б. Хазан, П. В. Хазан // Екологія і природокористування. – 2013. – Вип. 16. – С. 64– 70. –Режим доступу:http://nbuv.gov.ua/j-pdf/ecolpr_2013_16_10/pdf
10. Цуца, Н. М. Екологічний ризик [Електронний ресурс] / Н. М. Цуца // Квалілогія книги. – 2014. – № 2. – С. 70–73 – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Kk_2014_2_16/pdf
11. Обиход, Г. О. Методичні підходи щодо оцінки рівня екологічної небезпеки регіонів України [Електронний ресурс] / Г. О. Обиход, Т. Л. Омеляненко // «Ефективна економіка». – 2012. – № 3. – Режим доступу: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1429>
12. Бернер Г. Я. Инженерные решения в области охраны окружающей среды и энергосбережение на промышленных предприятиях / Г. Я. Бернер. – Москва : новости теплоснабжения, 2009 – 327с. .
13. Суворов С. Ф. Поквартирная система вентиляции с утилизацией теплоты. Пилотный проект жилого дома С. Ф. Суворов, А. Ю. Миловиков // АВОК.- 2013.- Вип.2.- С.23-26.

REFERENCES

1. Pro oxoronu atmosferного povitrya : zakon ukraїni : ofic. tekst za stanom na 26 kvit. 2014r. – kiїv : parlamentske vidavnicтво, 2014 - 24 s. [On Protection of Atmospheric Air [Law of Ukraine: official. text as of Apr 26. 2014.] - Kyiv: parliamentary publishing, 2014 - 24 p.]
2. Derzhavni sanitarni pravila planuvannya ta zabudovi naselenix punktiv.- kiїv: ministerstvo oxoroni zdorov'ya ukraїni, 1996.- 107s. [State sanitary rules of planning and development of human punktiv.- Kyiv: The Ministry of Health of Ukraine, 1996.- 107p.]
3. Barbashova N. V., Vzayemozvyazok ponyat' "ekologichnyy ryzyk" ta "ekologichna bezpeka" [The realation of definitions "ecological risk" and "ecological safety"]. Aktual'ni problem derzhavy i prava [Issues of State and Law], 2014, issue 72, pp. 245-253.
4. Zinchenko V. Yur., Falko V. V., Rozrobka matematychnoyi modeli metodu rishennya zadachi prognosnoyi otsinky ekologichnogo ryzyku vid grupy tochkovyh dzherel [Mathematical scheme development of solving method for ecological risk prognostic assessment problem from a group of emissions point sources]. Ekologichna bezpeka [Ecological safety], 2013, issue 2 (16), pp. 36-39.
5. Zinchenko V. Yur., Falko V. V., Polishchuk S. Z., Polishchuk A. V., Prognozna otsinka ekologichnogo ryzyku dlya lyudyny vid ploshchadnogo dzherela vykydiv pry dovil'nomu napryamku vitru [Ecological risk prognostic assessment for a human from an areal pollutants emission source under the conditions of arbitrary wind direction]. Stroitel'stvo. Materialovedeniye. Mashinostroyeniye. [Building. Material Engineering. Machine Building], 2014, issue 76, pp. 132-136.
6. Kushnir E. G. metodichnij pidxid do rozrakhunku rozpodilu zabrudnenix rechovin po teritorii / S. G. Kushnir // stroitelstvo, materialovedene, mashinostroyeniye.- dnepropetrovsk, 2014.-vip. 76.- s.153-157. [Kushnir E. G. methodical approach to calculating the

distribution of pollutants on the territory / S. G. Kushnir // Building, Material Engineering, Machine Building.- Dnepropetrovsk, 2014-Vol. 76.- P.153-157]

7. Polyschuk S. Z. Utylyzatsyya tepla promuslovuh vibrosov i yakist povitryanogo seredovusha / Polyschuk S. Z., Kushnir E. G., Lesnykova I. Yu., Petrenko V. O., Vasiliev Yu. D., Khomenko A. E. // Stroitel'stvo. Materialovedeniye. Mashinostroyeniye.- Dnepropetrovsk, 2014-Vol. 76.- P.212-220 [Polishchuk S. Z. Heat recovery of industrial emissions and air quality / Polishchuk S. Z., Kushnir E. G., Lesnikova I. Y., Petrenko V. O., Vasiliev Yu. D., Khomenko E. A. // Construction, Materials Science, Machine Building.- Dnepropetrovsk, 2014 - VIP. 76.- S.212-220.]

8. OND-86. Metodika rasshcheta kontsentratsyy v atmosfernom vozduhe vrednyh veshchestv v vybrosah predpriyatyy [Methodology of concentrations estimation for air pollutants emissions], 1987, 94 p.

9. Khazan V. B., Khazan P. V., Vyznachennya ekologichnoyi bezpeky na pidstavi doslidzhennya systemy ekologichnyh ryzykiv [Ecological safety determination on the base of ecological risks survey]. Ekologiya ta pryrodokorystuvannya [Ecology and Nature Management], 2013, issue 16, pp. 64-70, Rezhym dostupu: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/ecolpr_2013_16_10/pdf

10. Tsutsa N. M., Ekologichnyy ryzyk [Ecological risk]. Kvalilohiya knygy [Qualilohy of a Book], 2014, issue 2, pp. 70-73, Rezhym dostupu: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Kk_2014_2_16.pdf Machine Building

11. Obihod H. O., Omelyanenko T. L., Metodychni pidhody shchdo otsinky rivnya ekologichnoyi nebezpeky regioniv Ukrainy [Methodological approaches to level assessment of ecological danger in regions of Ukraine]. Efektyvna ekonomika [Effective Economy], 2012, issue 3, Rezhym dostupu: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1429>

12. Berner G. Ya. inzhenernye resheniya v oblasti ohrany okruzhayushhej sredy i energosberezhenie na promyshlenykh predpriyatiyax / G. Ya. Berner. – Moskva : novosti teplosnabzheniya, 2009 – 327s. [Berner G. Y. engineering solutions in the field of environmental saving and energy supply in industrial enterprises / G. Y. Berner. - Moscow: news heating, 2009 – 327p]

13. Suvorov S. F. pokvartirnaya sistema ventilyatsii s utilizatsiej teploty. pilotnyj proekt zhilogo doma s. f. suvorov, A. Yu. Milovikov // avok.- 2013.- vip.2.- s.23-26. [Suvorov S. F. door-ventilation system with heat recovery. The pilot project of an apartment house S. F. Suvorov, A. Yu. Milovikov // AVOK.- 2013.- Vip.2.- P.23-26.]

Стаття надійшла до редколегії 22.09.2016