

УДК 504.6, + 628.8.

## ОБГРУНТУВАННЯ МІСЦЯ ЗАБОРУ СВІЖОГО ПОВІТРЯ ДЛЯ СИСТЕМИ ПРИПЛИВНОЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ ПРОМИСЛОВОГО ЦЕХУ

ПОЛИЩУК С. З.<sup>1\*</sup>, *д. т. н., проф.*

АНТОНОВ А. О.<sup>2\*</sup>, *асп.*

МОРОЗ В. Ю.<sup>3\*</sup>, *асп.*

ТРОФИМОВА І. А.<sup>4\*</sup>, *асп.*

БОРДУН М. В.<sup>5\*</sup>, *асп.*

<sup>1\*</sup>Кафедра опалення, вентиляції та якості повітряного середовища, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-92, e-mail: psz@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-6473-253X

<sup>2\*</sup>Кафедра водопостачання, водовідведення і гідравліки, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 47-02-79, e-mail: 093635@gmail.com

<sup>3\*</sup>Кафедра технології будівельних матеріалів, виробів та конструкцій, ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського 24а, 49000, Дніпро, Україна, +38(0562) 46-93-76, e-mail: morozDnepr@mail.ru, ORCID ID 0000-0003-2435-8050

<sup>4\*</sup>Кафедра технології будівельних матеріалів, виробів та конструкцій, ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського 24а, 49000, Дніпро, Україна, +38(0562) 46-93-76, e-mail: innes107@mail.ru, ORCID ID 0000-0002-3962-7420

<sup>5\*</sup>Кафедра залізобетонних і кам'яних конструкцій, ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського 24а, 49000, Дніпро, Україна, +38(0562) 47-03-19, e-mail: klmari@yandex.ru, ORCID ID 0000-0002-8539-2423

**Анотація. Мета.** Обґрунтування вибору місця забору свіжого повітря для систем припливної вентиляції з урахуванням розташування джерел викидів систем витяжної вентиляції і фонові концентрації забруднюючих речовин в районі робочого майданчика. **Методика.** Методика дослідження базується на основних положеннях оцінки дії на довкілля при проектуванні і будівництві підприємств, будівель і споруд (ДБН А.2.2-1-2003), методиці ОНД- 86, рекомендованої Мінприроди України до використання при розрахунку розсіювання шкідливих речовин в атмосфері від джерел викидів. Чисельні розрахунки проведені з використанням програмного забезпечення MATCAD. **Результати.** Проведені дослідження з обґрунтування вибору місця забору свіжого повітря для систем припливної вентиляції з урахуванням розташування джерел викидів систем витяжної вентиляції і фонові концентрації забруднюючих речовин в районі робочого майданчика. **Наукова новизна.** Проведені дослідження які враховують конфігурацію промислового цеху, що обумовило прийняття двох розрахункових схем при дослідженні. **Практична значимість.** Забезпечення санітарно-гігієнічних вимог щодо якості атмосферного повітря припливної вентиляції.

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

## ОБОСНОВАНИЕ МЕСТА ЗАБОРА СВЕЖЕГО ВОЗДУХА ДЛЯ СИСТЕМЫ ПРИТОЧНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ЦЕХА

ПОЛИЩУК С. З.<sup>1\*</sup>, *д. т. н., проф.*

АНТОНОВ А. О.<sup>2\*</sup>, *асп.*

МОРОЗ В. Ю.<sup>3\*</sup>, *асп.*

ТРОФИМОВА И. А.<sup>4\*</sup>, *асп.*

БОРДУН М. В.<sup>5\*</sup>, *асп.*

<sup>1\*</sup>Кафедра отопления, вентиляции и качества воздушной среды, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", вул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (056) 756-34-92, e-mail: psz@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-6473-253X

<sup>2\*</sup>Кафедра водоснабжения, водоотведения и гидравлики, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", вул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (0562) 47-02-79, e-mail: 093635@gmail.com, ORCID ID:

<sup>3\*</sup>Кафедра технологии строительных материалов, изделий и конструкций, ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского 24а, 49000, Днепро, Украина, +38(0562) 46-93-76, e-mail: morozDnepr@mail.ru, ORCID ID 0000-0003-2435-8050

<sup>4\*</sup>Кафедра технологии строительных материалов, изделий и конструкций, ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского 24а, 49000, Днепро, Украина, +38(0562) 46-93-76, e-mail: innes107@mail.ru, ORCID ID 0000-0002-3962-7420

<sup>5\*</sup>Кафедра железобетонных и каменных конструкций, ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского 24а, 49000, Днепро, Украина, +38(0562) 47-03-19, e-mail: klmari@yandex.ru, ORCID ID 0000-0002-8539-2423

**Аннотация. Цель.** Обоснование выбора места забора свежего воздуха для систем приточной вентиляции с учетом расположения источников выбросов систем вытяжной вентиляции и фоновой концентрации загрязняющих веществ в районе рабочей площадки. **Методика.** Методика исследования базируется на основных положениях оценки воздействия на окружающую среду при проектировании и строительстве предприятий, зданий и сооружений (ДБН А.2.2-1-2003), методике ОНД - 86, рекомендованной Минприроды Украины к использованию при расчете рассеивания вредных веществ в атмосфере от источников выбросов. Численные расчеты проведены с использованием программного обеспечения MATCAD. **Результаты.** Проведены исследования по обоснованию выбора места забора свежего воздуха для систем приточной вентиляции с учетом расположения источников выбросов систем вытяжной вентиляции и фоновой концентрации загрязняющих веществ в районе рабочей площадки. **Научная новизна.** Проведены исследования которые учитывают конфигурацию промышленного цеха, что обусловило принятие двух розрахункових схем при исследовании. **Практическая значимость.** Обеспечение санитарно-гигиенических требований к качеству атмосферного воздуха приточной вентиляции.

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

## **THE JUSTIFICATION OF THE PLACE FRESH AIR INTAKE FOR VENTILATION SYSTEMS INDUSTRIAL PLANT**

POLISHCHUK C. Z.<sup>1\*</sup>, *Dr. Sc. (Tech.), prof.*

ANTONOV A. O.<sup>2\*</sup>, *pg stud.*

MOROZ V. Y.<sup>3\*</sup>, *pg stud.*

TROFIMOVA I. A.<sup>4\*</sup>, *pg stud.*

BORDUN M.V.<sup>5\*</sup>, *pg stud.*

<sup>1\*</sup>Department of heating, ventilation and air quality, State Higher Educational Establishment “Ptydniprov’ska State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24A Chernyshevsky St., 49000, Dnipro, Ukraine tel: +38 (056) 756-34-92, e-mail: psz@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-6473-253X

<sup>2\*</sup>Department of water supply, drainage and hydraulics, State Higher Educational Establishment “Ptydniprov’ska State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24A Chernyshevsky St., 49000, Dnipro, Ukraine tel: +38 (0562) 47-02-79, e-mail: 093635@gmail.com, ORCID ID:

<sup>3\*</sup>Department of technology of building materials, components and structures, State Higher Educational Establishment “Ptydniprov’ska State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24A Chernyshevsky St., 49000, Dnipro, Ukraine, +38(0562) 46-93-76, e-mail: morozDnepr@mail.ru, ORCID ID 0000-0003-2435-8050

<sup>4\*</sup>Department of technology of building materials, components and structures, State Higher Educational Establishment “Ptydniprov’ska State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24A Chernyshevsky St., 49000, Dnipro, Ukraine, +38(0562) 46-93-76, e-mail: innes107@mail.ru, ORCID ID 0000-0002-3962-7420

<sup>5\*</sup>Department of Reinforced Concrete and Stone Structures, State Higher Educational Establishment “Ptydniprov’ska State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24A Chernyshevsky St., 49000, Dnipro, Ukraine, +38(0562) 47-03-19, e-mail: klmari@yandex.ru, ORCID ID 0000-0002-8539-2423

**Abstract. Goal.** Justification of the choice of fresh air intake for the ventilation system taking into account the location of emission sources of ventilation systems, and background concentrations of contaminants in the area of the site. **Technique.** Research methodology is based on the basic provisions of assessing the impact on the environment during the design and construction of enterprises, buildings and structures (DBN A. 2.2-1-2003), the method OND - 86 recommended by the Ministry of Ukraine for use in the calculation of dispersion of harmful substances into the atmosphere from emission sources. Numerical calculations are carried out using software MATCAD. **Results.** The investigations of study to choose their intake of fresh air ventilators, taking into account the location of emissions sources of exhaust ventilation and background concentrations of pollutants in the vicinity of the working area. **Scientific novelty.** Conducted research which take into account the configuration of the industrial plant, which led to the adoption of the two Rozrahunkova schemes in the study. **Practical significance.** Ensuring sanitary and hygienic requirements to quality of atmospheric air ventilation.

**Key words:** air; pollutant; surface concentration; temperature; emissions; ventilation

**Вступ**

Об'єктом розгляду є промисловий цех по виготовленню продуктів харчування в м. Синельникове. Джерелом викиду забруднюючих речовин є топкова з двома котлоагрегатами «Маяк-100».

Для виробничих потреб у якості палива використовується природній газ в кількості 33 м<sup>3</sup>/доб, обсяг тепlopостачання складає 294 Гкал/рік.

Параметри джерела викидів: висота джерела – 14 м, діаметр вихідного отвору – 0,15 м. Параметри газопилового потоку у місці вимірювання: витрата – 0,075 м<sup>3</sup>/с, швидкість – 4,244 м/с, температура – 110 °С.

Перелік забруднюючих речовин що викидаються в атмосферу, їх концентрація та потужність викиду в тонах на рік:

- вуглець оксиду – 110 мг/м<sup>3</sup>, - 0,0297 т/рік; 0,008252 г/сек;
- метан – 245 мг/м<sup>3</sup>, - 0,00072 т/рік; 0,002 г/сек;
- метали та їх сполуки – 0,0002 мг/м<sup>3</sup>, - 0,000000072 т/рік;
- ртуть металева – 0,0002 мг/м<sup>3</sup>, - 0,000000072 т/рік; 0,00000002 г/сек;
- сполуки азоту – 230 мг/м<sup>3</sup>, - 0,0621 т/рік; 0,01725 г/сек;
- азоту діоксин – 230 мг/м<sup>3</sup>, - 0,0621 т/рік; 0,01725 г/сек.

Відповідно до санітарних норм під час проектування промислових підприємств потрібно проводити розрахунок можливого забруднення атмосферного повітря вентиляційними і технологічними викидами. Розрахунок проводиться з метою перевірки достатності та ефективності передбачених проектом заходів щодо забезпечення чистоти атмосферного повітря населених пунктів і промислових майданчиків. Отримані розрахунком концентрації шкідливих речовин не повинні перевищувати:

- в атмосферному повітрі населених пунктів - максимально разові;
- у повітрі, що надходить всередину виробничих і допоміжних будівель і споруд через приймальні решітки систем вентиляції та кондиціонування повітря (в тому числі, і систем припливної вентиляції з природним спонуканням), - 30 % гранично допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих речовин в робочій зоні виробничих приміщень.

При перевищенні цих меж слід розробляти додаткові заходи щодо зниження рівня забруднення атмосферного повітря. Для зниження забруднення атмосферного повітря можуть бути передбачені технологічні заходи, тобто вдосконалення технологічних вузлів та установок, що приводить до зниження валових викидів шкідливих речовин, або санітарно-технічні заходи - підвищення ефективності очисних пристроїв, спорудження нових газопиловоловлюючих установок, збільшення висоти

викиду шкідливих речовин, зменшення викидів сусідніх підприємств.

**Результати**

1. Обґрунтування вихідних даних.

1.1 Тип будівлі і тип джерела.

Для проведення досліджень необхідно вибрати вихідні дані для розрахунків, а саме: тип джерела і тип будівлі.

Із-за того, що будівля має складну конфігурацію, розглянемо дві розрахункові схеми. Перша схема передбачає врахування максимальних габаритів будівлі.

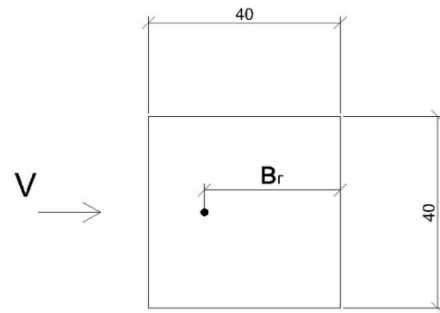


Рис. 1. Розрахункова схема 1 /

Design scheme 1

Відповідно до вищевказаного, приймаємо: L = 40 м, В = 40 м, Н = 12 м, h<sub>г</sub> = 14 м. Величину b<sub>г</sub> приймемо в двох варіантах b<sub>г</sub> = 0 і 20 м (випадок b<sub>г</sub> > 20 м не актуальний, тому що при протилежному напрямку вітру він зводиться до попереднього. Відповідно до рекомендацій [2] якщо джерело низьке, виконуємо умову:

$$h = 2 h_g < h_p = \frac{2,5H}{\sqrt{\mu\sqrt{L/H}}}; \quad (1)$$

де, значення h обчислено для небезпечної швидкості вітру.

$$\mu = 0,1(7,3\sqrt{\frac{H}{L}} + 0,3\frac{B}{H} - 0,5\frac{b_g}{B}\sqrt{\frac{B}{H}}); \quad (2)$$

Будівля, що стоїть окремо.

Варіант 1.

$$\mu = 0,1\left(7,3\sqrt{\frac{12}{40}} + 0,3\frac{40}{12}\right) = 0,1(3,998 + 1) = 0,5;$$

$$2 h_g = 28,0 < \frac{2,5 \cdot 12}{0,99} = 31,4$$

Отже, джерело відноситься до низьких.

Якщо проаналізувати вираз (1), то чим більше b<sub>г</sub> і Н, тим більше h<sub>п</sub> і чим більше L і В тим менше h<sub>п</sub>. Тому для варіанта 2 (b<sub>г</sub> = 20 м) джерело також буде низьким.

Визначимо тип будівлі:

$$V_k = 2,2\sqrt{LH} = 2,2\sqrt{40 \cdot 12} = 48,2 \text{ м}; \quad (3)$$

$V = 40\text{м} < V_k = 48,2\text{ м};$

Тоді будівлю слід віднести до вузьких. Відповідно до класифікації [1] джерело викидів слід віднести до низьких внутрішніх джерел першої групи, а будівлю до вузьких, окремо розташованих.

1.2 Вихідні дані для розрахунку розсіювання викидів. Умовні позначення приймаємо відповідно до методики ОНД-86.

Дані приймаємо з проектною документації.

Друга схема враховує реальну площу будівлі і один із габаритів.

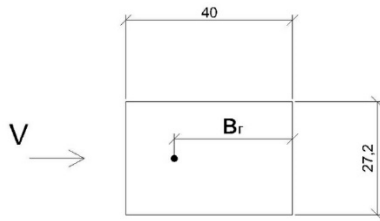


Рис. 2. Розрахункова схема 2/

Design scheme 2

Приймаємо  $V = 40\text{м}$ , а значення  $L$  знайдемо з умови, якщо площа будівлі становить  $S = 1\,087\text{ м}^2$ ;  $L = S / V = 27,2\text{ м}$ .

Перевірка умов (1), (2):

$$\mu = 0,1 \left( 7,3 \sqrt{\frac{12}{27,2}} + 0,3 \frac{40}{12} \right) = 0,585;$$

$$2\text{ hг} = 28,0 < \text{hп} = 32,0;$$

Отже, джерело низьке.

Перевірка умови (3).

$$V_k = 2,2\sqrt{LH} = 2,2\sqrt{27,2 \cdot 12} = 39,7\text{ м};$$

$$V = 40\text{м} > V_k = 39,7\text{м}.$$

Будівлю можна віднести до широких.

Перевірка умови належності джерела до внутрішнього або зовнішнього.

Для внутрішніх джерел:

$$V \leq 2,2\sqrt{LH} + b_{г} - \sqrt{L/H}; \quad (4)$$

$$V \leq 38,2 + b_{г} \text{ или } b_{г} > 40 - 38,2 = 1,8\text{ м};$$

Таким чином, при  $b_{г} < 1,8\text{ м}$  джерело викидів відноситься до зовнішніх, а при  $b_{г} \geq 1,8\text{ м}$  джерело викидів відноситься до внутрішніх другої групи. При цьому, в загальному випадку відстань  $b_{г}$  від джерела

до підвітряного боку будівлі теоретично може змінюватися в межах  $0 \leq b_{г} \leq V = 40\text{ м}$ .

Таким чином, в залежності від вибору розрахункової схеми і вихідних даних джерело викидів може бути віднесено до низьких внутрішніх першої та другої групи, а також до низьких зовнішніх джерел.

Важливу роль у виборі розрахункової схеми грає і напрямок вітру. У схемі 1 будівля має квадратну форму, тому в даному випадку немає сенсу розглядати випадок з різними напрямками вітру. У схемі 2 будівля має прямокутну форму, тому при напрямку вітру перпендикулярно, як наведено на схемі, величини  $V$  і  $L$  міняються місцями. Розрахунки показують, що в даному випадку маємо вузьку будівлю, а джерело викидів також є низьким. Таким чином, маємо джерело викидів першої групи, що вже розглянуто вище.

В силу того, що для випадку зовнішнього джерела (схема 2) величина  $b_{г}$  змінюється незначно, то цей випадок не має практичного значення, оскільки, при зміні напрямку вітру на протилежний, приходимо до випадку внутрішнього джерела викидів другої групи. Проведені дослідження з обґрунтування вибору місця забору свіжого повітря для систем припливної вентиляції з урахуванням розташування джерел викидів систем витяжної вентиляції і фонові концентрації забруднюючих речовин в районі робочого майданчика.

При застосуванні програмного комплексу MatCad виконано розрахунок розподілу концентрації оксиду вуглецю та діоксиду азоту на даху пром. цеху при різних варіантах розташування джерела викидів по відношенню до навітренної сторони будинку. Результати розрахунку представлені в таблицях 1...6 для розрахункової схеми 1, і в таблицях 7...12 для розрахункової схеми 2.

Таблиця 1

**Результати розрахунків розподілу концентрацій оксиду вуглецю для  $b_{г} = 20\text{ м}$  /  
The calculation results of concentration distribution of carbon monoxide for  $b_{г} = 20\text{ м}$**

y/x	0	5	10	15	20
0	1,26 3	1,443	1,606	1,745	1,863
5		$3,266 \cdot 10^{-3}$	0,428	0,828	1,149
10		$1,755 \cdot 10^{-6}$	$3,633 \cdot 10^{-3}$	0,159	0,497
15		$2,059 \cdot 10^{-8}$	$4,534 \cdot 10^{-5}$	$3,949 \cdot 10^{-3}$	0,071
20		$8,732 \cdot 10^{-10}$	$1,953 \cdot 10^{-6}$	$1,778 \cdot 10^{-4}$	$4,215 \cdot 10^{-3}$

Таблиця 2

**Результати розрахунків розподілу концентрацій оксиду вуглецю для  $b_{г} = 30\text{ м}$  /  
The calculation results of concentration distribution of carbon monoxide for  $b_{г} = 30\text{ м}$**

y/x	0	5	10	15	20	25	30
0	1,263	1,448	1,611	1,755	1,869	1,965	2,038

Продовження таблиці 2

		3,277	0,429	0,831	1,153	1,406	1,597
--	--	-------	-------	-------	-------	-------	-------

10		$1,762 \cdot 10^{-6}$	$3,645 \cdot 10^{-3}$	0,16	0,498	0,751	0,967
15		$2,065 \cdot 10^{-8}$	$4,55 \cdot 10^{-5}$	$3,963 \cdot 10^{-3}$	0,072	0,307	0,543
20		$8,762 \cdot 10^{-10}$	$1,959 \cdot 10^{-6}$	$1,784 \cdot 10^{-4}$	$4,23 \cdot 10^{-3}$	0,042	0,185

Таблица 3

Результаты расчетов распределения концентраций оксида углерода для  $b\Gamma = 40$  м /  
The calculation results of concentration distribution of carbon monoxide for  $b\Gamma = 40$  m

y/x	0	5	10	15	20	25	30	35	40
0	1,263	1,453	1,617	1,757	1,876	1,971	2,045	2,095	2,085
5		$2,263 \cdot 10^{-3}$	0,431	0,834	1,157	1,41	1,603	1,742	1,711
10		$1,216 \cdot 10^{-6}$	$2,263 \cdot 10^{-3}$	0,16	0,5	0,754	0,97	1,157	1,131
15		$1,426 \cdot 10^{-8}$	$2,824 \cdot 10^{-5}$	$3,97 \cdot 10^{-3}$	0,072	0,308	0,545	0,728	0,699
20		$6,05 \cdot 10^{-10}$	$1,216 \cdot 10^{-6}$	$1,79 \cdot 10^{-4}$	$4,244 \cdot 10^{-3}$	0,043	0,186	0,393	0,387

Таблица 4

Результаты расчетов распределения концентраций диоксида азота для  $b\Gamma = 20$  м /  
The calculation results of concentration distribution of nitrogen dioxide for  $b\Gamma = 20$  m

y/x	0	5	10	15	20
0	0,48	0,55	0,612	0,665	0,71
5		$1,245 \cdot 10^{-3}$	0,163	0,316	0,498
10		$6,69 \cdot 10^{-7}$	$1,385 \cdot 10^{-3}$	0,61	0,189
15		$7,844 \cdot 10^{-9}$	$1,728 \cdot 10^{-5}$	$1,505 \cdot 10^{-3}$	0,027
20		$3,329 \cdot 10^{-10}$	$7,44 \cdot 10^{-7}$	$6,779 \cdot 10^{-5}$	$1,607 \cdot 10^{-3}$

Таблица 5

Результаты расчетов распределения концентраций диоксида азота для  $b\Gamma = 30$  м /  
The calculation results of concentration distribution of nitrogen dioxide for  $b\Gamma = 30$  m

y/x	0	5	10	15	20	25	30
0	0,48	0,552	0,614	0,668	0,713	0,749	0,777
5		$1,249 \cdot 10^{-3}$	0,164	0,317	0,44	0,536	0,609
10		$6,715 \cdot 10^{-7}$	$1,39 \cdot 10^{-3}$	0,061	0,19	0,286	0,369
15		$7,871 \cdot 10^{-9}$	$1,734 \cdot 10^{-5}$	$1,511 \cdot 10^{-3}$	0,027	0,117	0,207
20		$3,341 \cdot 10^{-10}$	$7,41 \cdot 10^{-7}$	$6,802 \cdot 10^{-5}$	$1,612 \cdot 10^{-3}$	0,016	0,071

Таблица 6

Результаты расчетов распределения концентраций диоксида азота для  $b\Gamma = 40$  м /  
The calculation results of concentration distribution of nitrogen dioxide for  $b\Gamma = 40$  m

y/x	0	5	10	15	20	25	30	35	40
0	0,48	0,554	0,616	0,67	0,715	0,752	0,779	0,799	0,794
5		$1,25 \cdot 10^{-3}$	0,164	0,318	0,441	0,538	0,611	0,664	0,659
10		$6,738 \cdot 10^{-7}$	$1,394 \cdot 10^{-3}$	0,061	0,191	0,287	0,37	0,441	0,435
15		$7,898 \cdot 10^{-9}$	$1,74 \cdot 10^{-5}$	$1,516 \cdot 10^{-3}$	0,026	0,118	0,208	0,277	0,265
20		$3,53 \cdot 10^{-10}$	$7,495 \cdot 10^{-7}$	$6,815 \cdot 10^{-5}$	$1,618 \cdot 10^{-3}$	0,616	0,071	0,15	0,147

Таблица 7

Результаты расчетов распределения концентраций оксида углерода для  $b\Gamma = 20$  м /  
The calculation results of concentration distribution of carbon monoxide for  $b\Gamma = 20$  m

y/x	0	5	10	15	20
0	0,471	0,858	1,214	1,539	1,833
5		$2,035 \cdot 10^{-6}$	$1,061 \cdot 10^{-4}$	$7,671 \cdot 10^{-4}$	$2,185 \cdot 10^{-3}$
10		$3,2 \cdot 10^{-8}$	$1,606 \cdot 10^{-6}$	$1,279 \cdot 10^{-5}$	$3,883 \cdot 10^{-5}$
15		$2,812 \cdot 10^{-9}$	$1,416 \cdot 10^{-7}$	$1,135 \cdot 10^{-6}$	$3,477 \cdot 10^{-6}$
20		$5,007 \cdot 10^{-10}$	$2,524 \cdot 10^{-8}$	$2,027 \cdot 10^{-7}$	$0,229 \cdot 10^{-7}$

Таблица 8

Результати розрахунків розподілу концентрацій оксиду вуглецю для  $b\Gamma = 30$  м /  
The calculation results of concentration distribution of carbon monoxide for  $b\Gamma = 30$  m

y/x	0	5	10	15	20	25	30
0	0,471	0,878	1,234	1,559	1,853	1,916	-
5		$2,045 \cdot 10^{-6}$	$1,051 \cdot 10^{-4}$	$7,659 \cdot 10^{-4}$	$2,185 \cdot 10^{-3}$	$8,32 \cdot 10^{-2}$	-
10		$3,168 \cdot 10^{-8}$	$1,586 \cdot 10^{-6}$	$1,268 \cdot 10^{-5}$	$3,853 \cdot 10^{-3}$	$1,631 \cdot 10^{-5}$	-
15		$2,786 \cdot 10^{-8}$	$1,399 \cdot 10^{-7}$	$1,102 \cdot 10^{-6}$	$3,465 \cdot 10^{-6}$	$1,478 \cdot 10^{-6}$	-
20		$5,019 \cdot 10^{-10}$	$2,501 \cdot 10^{-8}$	$2,001 \cdot 10^{-7}$	$0,186 \cdot 10^{-7}$	$2,659 \cdot 10^{-7}$	-

Таблица 9

Результати розрахунків розподілу концентрацій оксиду вуглецю для  $b\Gamma = 40$  м /  
The calculation results of concentration distribution of carbon monoxide for  $b\Gamma = 40$  m

y/x	0	5	10	15	20	25	30	35	40
0	0,471	0,898	1,254	1,579	1,873	3,832	-	-	-
5		$2,055 \cdot 10^{-6}$	$1,035 \cdot 10^{-4}$	$7,586 \cdot 10^{-4}$	$2,068 \cdot 10^{-3}$	$8,23 \cdot 10^{-2}$	-	-	-
10		$3,154 \cdot 10^{-8}$	$1,566 \cdot 10^{-6}$	$1,254 \cdot 10^{-5}$	$3,823 \cdot 10^{-5}$	$1,589 \cdot 10^{-3}$	-	-	-
15		$2,751 \cdot 10^{-8}$	$1,116 \cdot 10^{-7}$	$1,075 \cdot 10^{-6}$	$3,459 \cdot 10^{-6}$	$1325 \cdot 10^{-6}$	-	-	-
20		$5,005 \cdot 10^{-10}$	$2,324 \cdot 10^{-8}$	$1,567 \cdot 10^{-7}$	$0,109 \cdot 10^{-7}$	$5,021 \cdot 10^{-6}$	-	-	-

Таблица 10

Результати розрахунків розподілу концентрацій діоксиду азоту для  $b\Gamma = 20$  м /  
The calculation results of concentration distribution of nitrogen dioxide for  $b\Gamma = 20$  m

y/x	0	5	10	15	20
0	0,639	1,236	2,251	3,184	4,037
5		$5,339 \cdot 10^{-6}$	$2,625 \cdot 10^{-4}$	$2,012 \cdot 10^{-3}$	$5,732 \cdot 10^{-5}$
10		$8,394 \cdot 10^{-8}$	$4,217 \cdot 10^{-6}$	$3,355 \cdot 10^{-5}$	$1,019 \cdot 10^{-4}$
15		$7,377 \cdot 10^{-9}$	$3,714 \cdot 10^{-7}$	$2,977 \cdot 10^{-6}$	$9,121 \cdot 10^{-6}$
20		$1,314 \cdot 10^{-9}$	$6,621 \cdot 10^{-8}$	$5,317 \cdot 10^{-7}$	$1,634 \cdot 10^{-6}$

Таблица 11

Результати розрахунків розподілу концентрацій діоксиду азоту для  $b\Gamma = 30$  м /  
The calculation results of concentration distribution of nitrogen dioxide for  $b\Gamma = 30$  m

y/x	0	5	10	15	20	25
0	0,639	1,238	2,253	3,186	4,039	4,808
5		$5,307 \cdot 10^{-6}$	$2,600 \cdot 10^{-4}$	$1,998 \cdot 10^{-3}$	$5,682 \cdot 10^{-5}$	$2,182 \cdot 10^{-3}$
10		$8,362 \cdot 10^{-8}$	$4,157 \cdot 10^{-6}$	$3,333 \cdot 10^{-5}$	$0,952 \cdot 10^{-4}$	$4,286 \cdot 10^{-5}$
15		$7,345 \cdot 10^{-9}$	$3,689 \cdot 10^{-7}$	$2,850 \cdot 10^{-6}$	$8,265 \cdot 10^{-6}$	$4,251 \cdot 10^{-6}$
20		$1,312 \cdot 10^{-9}$	$6,582 \cdot 10^{-8}$	$5,286 \cdot 10^{-7}$	$1,356 \cdot 10^{-6}$	$7,235 \cdot 10^{-7}$

Таблица 12

Результати розрахунків розподілу концентрацій діоксиду азоту для  $b\Gamma = 40$  м /  
The calculation results of concentration distribution of nitrogen dioxide for  $b\Gamma = 40$  m

y/x	0	5	10	15	20	25
0	0,639	1,241	2,256	3,189	4,042	4,811
5		$5,275 \cdot 10^{-6}$	$2,575 \cdot 10^{-4}$	$1,984 \cdot 10^{-3}$	$5,621 \cdot 10^{-5}$	$2,149 \cdot 10^{-3}$
10		$8,329 \cdot 10^{-8}$	$4,097 \cdot 10^{-6}$	$3,311 \cdot 10^{-5}$	$0,898 \cdot 10^{-4}$	$4,277 \cdot 10^{-5}$
15		$7,302 \cdot 10^{-9}$	$3,675 \cdot 10^{-7}$	$2,723 \cdot 10^{-6}$	$7,869 \cdot 10^{-6}$	$3,878 \cdot 10^{-6}$
20		$1,309 \cdot 10^{-9}$	$6,358 \cdot 10^{-8}$	$5,232 \cdot 10^{-7}$	$1,024 \cdot 10^{-6}$	$6,978 \cdot 10^{-7}$

Встановлено, що максимальне значення приземної концентрації  $C_M$  становить:

- для оксиду вуглецю  $C_M = 2,199$  мг/м<sup>3</sup>
- для діоксиду азоту  $C_M = 0,401$  мг/м<sup>3</sup>

при цьому відстань  $X_M$  на якій досягається максимальна приземна концентрація становить:

- для оксиду вуглецю  $X_M = 27,512$  м

• для діоксиду азоту  $X_M = 8,643$  м  
а небезпечна швидкість вітру  $U_m$ :

- для оксиду вуглецю  $U_m = 2$  м/с
- для діоксиду азоту  $U_m = 2$  м/с

Аналіз розрахунків показує, що найбільші значення концентрації мають місце по осі факелу. На відстанях перпендикулярних до осі значення концентрацій

значно зменшуються. Відповідно до нормативу [5] ГДК робочої зони для оксиду вуглецю становить  $20 \text{ мг/м}^3$ , а для діоксиду азоту –  $5 \text{ мг/м}^3$ . Атмосферне повітря, яке потрапляє з припливної вентиляції в промисловий цех, повинно мати концентрацію забруднювачів не вище ніж  $0,3$  ГДК робочої зони. Тобто, для оксиду вуглецю не вище  $6 \text{ мг/м}^3$ , а для діоксиду азоту –  $1,5 \text{ мг/м}^3$ . Також при розрахунках необхідно враховувати фонову концентрацію оксиду вуглецю, яка становить  $0,08 \text{ мг/м}^3$ .

### Висновки

З таблиць 1...3 бачимо що умови ГДК для оксиду вуглецю не виконуються по осі факелу (для самого найгіршого випадку) для розрахункової схеми 1.

Тому необхідно передбачити очистку припливного повітря за допомогою фільтрів. При цьому, місце забору повітря за нормативними вимогами повинно бути на відстані не менше  $10 \text{ м}$  від джерела викиду. Із таблиці 4...6 бачимо, що умови ГДК для діоксиду азоту виконуються по осі факелу (для самого найгіршого випадку) для розрахункової схеми 1. Але, якщо урахувати фонові концентрації забруднюючих речовин може виникнути необхідність в очищенні припливного повітря.

Аналогічні висновки мають місце і для розрахункової схеми 2 (таблиці 7...12).

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Богословский, В. Н. Отопление и вентиляция/ В. Н. Богословский, В. И. Новожилов, Б. Д. Симаков и др. – Москва: Стройиздат, - 1976 – ч.2.
2. Староверова, И. Г. Справочник проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений. – Москва: Стройиздат, - 1977, ч.2: Вентиляция и кондиционирование воздуха.
3. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. – Київ: Міністерство охорони здоров'я України, - 1996.
4. Державні будівельні норми ДБН В. 2. 5 – 67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. – Київ: Мінрегіон України, - 2013.
5. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6. 042-99. – Київ: Міністерство охорони здоров'я України, - 1999.
6. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – Москва: Стандартиформ, - 2008.
7. Троценко, А. В. Влияние снижения температуры дымовых и вентиляционных выбросов при их утилизации на изменение приземной концентрации загрязняющих атмосферу веществ/ А. В. Троценко, С. З. Полищук, А. В. Полищук, О. А. Левченко// Строительство, материаловедение, машиностроение. – Днепро, - 2016.

### REFERENCES

1. Bogoslovskiy V.N., Novozhilov V.I., and Simakov B.D. *Otoplenie i ventilyatsiya* [Heating and ventilation.] Moskva: Stroyizdat, 1976, ch.2.
2. Staroverova I.G. *Spravochnik projektirovshchika promyshlennyh, zhilyh i obschestvennyh zdaniy i sooruzheniy* [Directory of designer industrial, residential and public buildings.] Ch.2. Ventilyatsiya i konditsionirovanie vozduha. [Part 2: Ventilation and air conditioning.] Moskva: Stroyizdat, 1977.
3. *Derzhavni sanitarni pravyla planuvannya ta zabudovy naselennyh punktiv* [Public health planning regulations and building settlements.] Kyiv: Ministerstvo okhorony zdorov'ia Ukrainy, 1996.
4. *Derzhavni budivelni normy DBN V.2.5 – 67:2013. Opalennya, ventilyatsiya ta kondytsiyuvannya* [State Construction Standard DBN V.2.5 – 67:2013. Heating, ventilation and air conditioning.] Kyiv: Minrehion Ukrainy, 2013.
5. *Sanitarni normy mikroklimatu virobnychih prymischen DSN 3.3.6. 042-99* [Sanitary norms of microclimate of industrial premises SDS 3.3.6. 042-99.] Kyiv: Ministerstvo okhorony zdorov'ia Ukrainy, 1999.
6. *GOST 12.1.005-88 Obschie sanitarno-gigienicheskie trebovaniya k vozduhu rabochey zony* [GOST 12.1.005-88 General sanitary and hygienic requirements for the air of the working area.] Moskva: Standartinform, 2008.
7. Trotsenko A.V., Polischuk A.B., Polischuk O.A., and Levchenko O.A. *Vliyanie snizheniya temperatury dymovyh i ventilyatsionnyh vybrosov pri ih utilizatsii na izmenenie prizemnoy kontsentratsii zagryaznyayuschih atmosferu veschestv* [The effect of a decrease in the temperature of smoke and ventilation emissions during their utilization on the change in the surface concentration of air pollutants.] *Stroitelstvo materialovedenie mashinostroenie* [Construction Materials Engineering Mechanical Engineering] Dnepr, 2016.

Стаття надійшла в редколегію 29.03.2017