

УДК 504.064.4:66.097

О. В. Рыбалова, канд. техн. наук
(УкрНИИЭП),

К. В. Белоконь, канд. техн. наук

(Запорожская государственная инженерная академия)

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВЫБРОСОВ ПРЕДПРИЯТИЯ ОАО «УКРАИНСКИЙ ГРАФИТ», СОДЕРЖАЩИХ ОКСИД УГЛЕРОДА И УГЛЕВОДОРОДЫ

Дана оценка риска негативного влияния выбросов предприятия ОАО «Укрграфит», содержащих оксид углерода и углеводороды, на здоровье населения. В результате анализа экологической безопасности выбросов ОАО «Укрграфит» установлено, что деятельность предприятия относится к средней степени риска и существует вероятность формирования заболеваний органов дыхания, зрения, сердечно-сосудистой и центральной нервной системы у пожилых людей, беременных и детей.

Ключевые слова: газообразные выбросы, оксид углерода, углеводороды, загрязнение, атмосферный воздух, экологическая безопасность, риск для здоровья населения.

Техногенными источниками загрязнения окружающей среды Украины оксидом углерода (СО) и углеводородами ($C_m H_n$) являются теплоэлектростанции, двигатели внутреннего сгорания, предприятия химической, нефтехимической и металлургической отраслей промышленности. Значительные объемы образования, химические и биологические свойства СО и $C_m H_n$ в газообразных выбросах обуславливают повышенную экологическую опасность вокруг объектов, где они образуются. Концентрация СО и $C_m H_n$ в выбросах многих указанных источников не соответствует установленным нормативам и служит фактором интенсивного ухудшения состояния атмосферного воздуха [1].

Основной вклад в образование выбросов СО и $C_m H_n$ в Запорожской области вносят такие предприятия, как ОАО «Запорожсталь», ОАО «Украинский графит», ОАО «Запорожский завод ферросплавов», ОАО «Запорожский алюминиевый комбинат», ОАО «Запорожжокс», ОАО «Днепроспецсталь», ГП «Запорожский титано-магниевого комбинат».

Наиболее перспективным подходом к оценке степени экологической безопасности является оценка экологического риска [2]. Во многих

странах мира законодательно закреплено использование методологии оценки риска для здоровья населения при проведении экологической экспертизы, экологического аудита, определения зон чрезвычайной экологической ситуации, государственного экологического контроля, обоснования планов действий по охране окружающей среды и здоровья населения [3, 4].

Статья посвящена анализу экологической безопасности выбросов загрязняющих веществ на основе оценки риска для здоровья населения в зоне влияния предприятия ОАО «Украинский графит» (далее – ОАО «Укрграфит»), что является актуальной проблемой для Запорожской области, т. к. в выбросах этого предприятия присутствуют CO ($\approx 82\%$) и токсичные углеводороды ($\approx 5,5\%$), такие как бенз(а)-пирен, бензол, стирол и фенол (рис. 1).

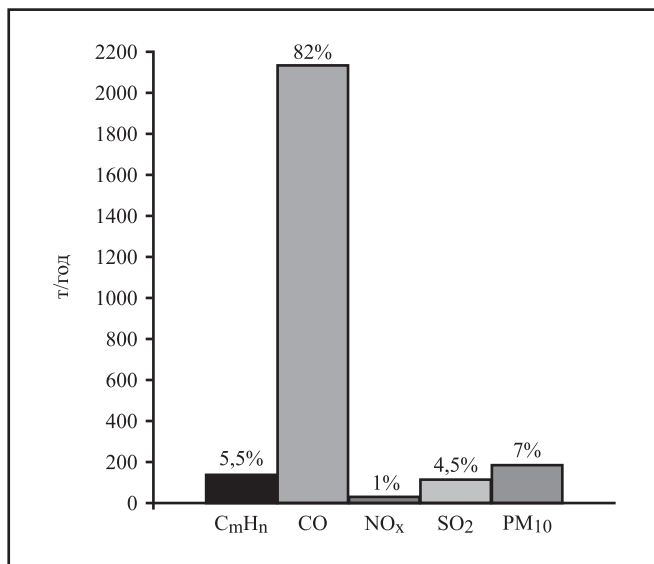


Рис. 1. Доля выбросов основных загрязняющих веществ в атмосферный воздух (ОАО «Укрграфит»)

ОАО «Укрграфит» – ведущий производитель в Украине графитированных электродов для электросталеплавильных, руднотермических и других видов электрических печей, углеродной, электродной и анодной масс для электродов, углеродной пасты, футеровочных

материалов (блоков) на основе углерода для предприятий металлургического, машиностроительного, химического и других комплексов промышленности.

Основным фактором неблагоприятного влияния ОАО «Укрграфит» на окружающую среду и прилегающую жилую и общественную застройку является загрязнение атмосферного воздуха.

Предприятия ОАО «Укрграфит» выбрасывают в атмосферу 27 загрязняющих веществ 1-4 класса опасности. Характеристика сценария и маршрута воздействия загрязняющих веществ, выбранных для условий предприятия ОАО «Укрграфит», представлена в табл. 1.

1. Сценарий и маршрут воздействия загрязняющих веществ

Составная часть экспозиции	Характеристика экспозиции			
Фактор негативного воздействия	Выбросы предприятия ОАО «Укрграфит» в атмосферу из стационарных организованных источников			
Путь воздействия	Ингаляционный			
Сценарий воздействия	Селитебная зона			
Тип воздействия контакта (по времени)	Острое	Пожизненное (70 лет)		
Возраст экспонированной группы	30 лет (в среднем)	≤ 6	6-18	18≥

Основными источниками информации относительно характеристики, параметров и состава выбросов загрязняющих веществ были материалы, предоставленные ОАО «Укрграфит» для оценки риска: отчет инвентаризации источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух промплощадок ОАО «Укрграфит»; генеральный план территории ОАО «Укрграфит» с нанесенными источниками выбросов; усредненные концентрации загрязняющих веществ, полученные с помощью расчетного комплекса ISC-AERMOD v.6.8.0 сотрудниками Института гигиены и медицинской экологии им. А.Н. Марзеева, с учетом данных метеорологических наблюдений, топографии и характеристики землепользования.

Выбор приоритетных загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах ОАО «Укрграфит», проводился с учетом объема их поступления в атмосферный воздух и результатов ранжирования выбросов

по индексам сравнительной канцерогенной и неканцерогенной опасности [4]. В результате был сформирован перечень приоритетных загрязняющих веществ, необходимых для проведения дальнейших исследований по оценке риска для здоровья населения от загрязнения воздуха выбросами стационарных источников предприятия ОАО «Укрграфит». В перечень вошло 11 химических соединений, в том числе: 1-го класса опасности (чрезвычайно опасные вещества) – бенз(а)пирен; 2-го класса опасности (высокоопасные вещества) – азота диоксид, бензол, марганец и его соединения, сероводород, серы диоксид, стирол и фенол; 3-го класса опасности – аценафтен; 4-го класса опасности – нафталин и углерода оксид.

Зона исследования рисков для здоровья населения от выбросов стационарных источников ОАО «Укрграфит» (территория размером 7×7 км) была разделена рецепторной сеткой на 8 одинаковых сегментов по 45° по румбам направления ветра, начиная с севера (0°). Каждый сегмент был разделен от центра территории предприятия, определенной по границам трех промплощадок, на сектора от 500 до 3500 м с шагом сетки 500 м.

Высокая плотность проживания населения около промплощадки ОАО «Укрграфит» наблюдается на расстоянии 3000 м в северо-восточном направлении (15-19 тыс. человек на 1 км²) и на расстоянии 2500 м в юго-западном направлении (11-15 тыс. человек на 1 км²), поэтому оценка риска для здоровья населения проводилась в 14 узлах заданной рецепторной сетки по румбам северо-восточного и юго-западного направления ветра.

Расчет рисков и их характеристика проводились отдельно для канцерогенных и неканцерогенных эффектов [4, 5].

Канцерогенные эффекты оценивались на основании расчета индивидуальных (1) и суммарных (2) канцерогенных рисков [4]:

$$ICR_i = SF \times LADD_i, \quad (1)$$

где ICR_i – индивидуальный канцерогенный риск от воздействия i -го вещества; SF – фактор наклона, мг/(кг·день)⁻¹; $LADD_i$ – среднесуточная доза i -го вещества на протяжении жизни, мг/(кг·день).

$$R_{сум} = \sum R_i, \quad (2)$$

где $R_{\text{сум}}$ – суммарный канцерогенный риск; R_i – канцерогенный риск индивидуума на протяжении жизни от воздействия i -го вещества.

Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов для отдельных веществ проводилась на основе расчетов коэффициента опасности HQ (3) и индекса опасности HI (4) [4]:

$$HQ = AC/RfC, \quad (3)$$

где HQ – коэффициент опасности; AC – усредненная концентрация, мг/м³; RfC – референтная (безопасная) концентрация, мг/м³.

$$HI_j = HQ_1 + HQ_2 + \dots + HQ_n, \quad (4)$$

где HI_j – индекс опасности; HQ_i – коэффициент опасности для каждого загрязняющего вещества.

Среди приоритетных загрязняющих веществ, присутствующих в жилой зоне, канцерогенным действием обладают бенз(а)пирен, бензол и стирол. Результаты расчетов индивидуального канцерогенного риска для здоровья населения в узлах рецепторной сетки свидетельствуют о малом уровне риска (уровень *De minimas*) ($ICR = 10^{-9} \div 10^{-6}$) при остром и пожизненном воздействиях для всех трех веществ. Подобные риски не требуют никаких дополнительных мероприятий по их снижению и их уровни подлежат только периодическому контролю.

Суммарный канцерогенный риск в 14 узлах рецепторной сетки в северо-восточном ($R_{\text{сум}} = 1,72 \cdot 10^{-5}$) и юго-западном ($R_{\text{сум}} = 1,67 \cdot 10^{-5}$) направлениях свидетельствует о приемлемом уровне риска развития раковых заболеваний ($10^{-6} < R_{\text{сум}} < 10^{-4}$) при остром воздействии. Данные уровни риска подлежат постоянному контролю.

Риск при пожизненном воздействии в узлах рецепторной сетки в северо-восточном ($R_{\text{сум}} = 1,34 \cdot 10^{-6}$) и юго-западном ($R_{\text{сум}} = 1,71 \cdot 10^{-6}$) направлениях находится на уровне *De minimas*.

Основной вклад в формирование суммарного канцерогенного риска в узлах рецепторной сетки при остром воздействии приходится на долю бензола (51 %) и бенз(а)пирена (41 %).

Результаты расчетов коэффициентов опасности при оценке острых ингаляционных воздействий выбросов загрязняющих веществ

от ОАО «Укрграфит» свидетельствуют о наличии превышения безопасных уровней ($HQ > 1$) и в расчетных узлах рецепторной сетки составляют:

а) в северо-восточном направлении:

- для марганца и его соединений на расстоянии 500 м – $HQ = 1,4$, но население на рассматриваемой территории не проживает, следовательно, риск для здоровья отсутствует;
- нафталина на расстоянии от 2000 до 3500 м – $HQ = 1,04 \div 1,2$;
- бенз(а)пирена на расстоянии от 2500 до 3500 м – $HQ = 1,10 \div 1,23$;
- фенола на расстоянии от 2500 до 3500 м – $HQ = 1,1 \div 1,25$;

б) в юго-западном направлении:

- для бенз(а)пирена на расстоянии от 2500 до 3500 м – $HQ = 1,02 \div 1,3$;
- фенола на расстоянии 3000 м – $HQ = 1,12$.

Коэффициенты опасности для приоритетных загрязняющих веществ при пожизненном ингаляционном воздействии не превышают допустимый уровень ($HQ \leq 1$) и риск для здоровья экспонированного населения – минимальный.

Результаты расчетов индексов опасности свидетельствуют о наличии превышения безопасных уровней воздействия ($HI > 1$) совокупности приоритетных загрязняющих веществ при остром ингаляционном воздействии на следующие органы/системы и в расчетных узлах рецепторной сетки составляют:

а) в северо-восточном направлении:

- на органы дыхания (ОД) на расстоянии от 500 до 3500 м – $HI = 1,86 \div 3,77$;
- органы зрения (ОЗ) на расстоянии от 2500 до 3500 м – $HI = 1,1 \div 1,37$;
- паренхиматозные органы (ПО) на расстоянии от 2500 до 3500 м – $HI = 1,1 \div 1,38$;
- сердечно-сосудистую систему (ССС) на расстоянии от 2500 до 3500 м – $HI = 1,13 \div 1,43$;
- иммунную систему (ИС) на расстоянии от 2500 до 3500 м – $HI = 1,1 \div 1,23$;
- центральную нервную систему (ЦНС) на расстоянии от 500 до 3500 м – $HI = 1,13 \div 2,34$;
- нервную систему (НС) на расстоянии от 500 м – $HI = 1,4$;

- врожденные дефекты развития (ВДР) на расстоянии от 2500 до 3500 м – $HI = 1,17 \div 1,29$;

б) в юго-западном направлении:

- на ОД на расстоянии от 500 до 3500 м – $HI = 1,65 \div 2,58$;
- ОЗ на расстоянии от 3000 м – $HI = 1,12$;
- ПО на расстоянии 3000 м – $HI = 1,13$;
- ССС на расстоянии 3000 м – $HI = 1,17$;
- ИС на расстоянии от 2500 до 3500 м – $HI = 1,02 \div 1,3$;
- ЦНС на расстоянии от 500 до 3500 м – $HI = 1,1 \div 1,31$;
- ВДР на расстоянии от 2500 до 3500 м – $HI = 1,1 \div 1,36$.

Значения индексов опасности при остром ингаляционном воздействии (рис. 2) находятся на среднем уровне ($HI = 1,1 \div 3,8$), что свидетельствует о существовании риска развития вредных эффектов у особо чувствительных подгрупп населения и необходимости проведения природоохранных и профилактических мероприятий на этапе управления риском.

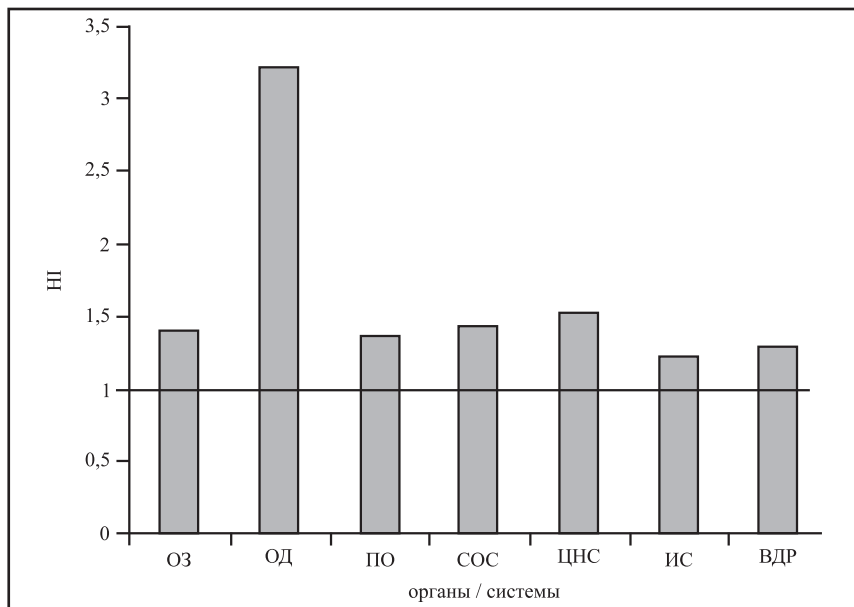


Рис. 2. Индексы опасности (HI) для здоровья населения в точке высокой плотности проживания населения на расстоянии 3000 м в северо-восточном направлении от промплощадки ОАО «Укрграфит»

Формирование индекса опасности при воздействии выбросов ОАО «Укрграфит» на иммунную систему полностью осуществляется за счет бенз(а)пирена, на органы зрения – за счет фенола. Наибольший вклад в формирование индекса опасности для органов дыхания приходится на фенол (43 %) и нафталин (37 %) (рис. 3), для паренхиматозных органов (99 %), сердечно-сосудистой системы (96 %) и центральной нервной системы (91 %) – на фенол, для врожденных дефектов развития – на бенз(а)пирен (95 %).

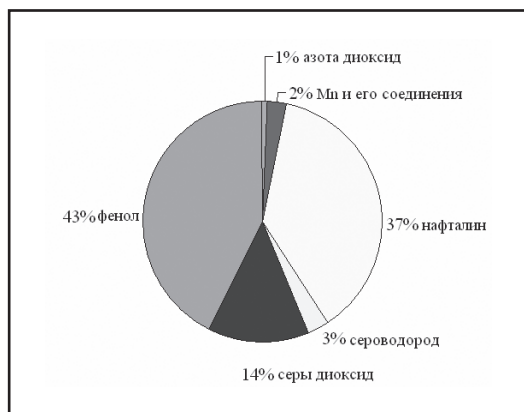


Рис. 3. Вклад загрязняющих веществ в формирование заболеваемости органов дыхания населения при остром воздействии, %

Индексы опасности для приоритетных загрязняющих веществ при пожизненном ингаляционном воздействии не превышают допустимый уровень ($HI \leq 1$) и риск для здоровья экспонированного населения – минимальный.

Анализируя вышеизложенное, на основании проведенных исследований по оценке риска для здоровья населения от влияния выбросов ОАО «Укрграфит», сделан вывод о необходимости проведения природоохранных мероприятий по минимизации выбросов бензола, бенз(а)пирена, фенола и нафталина на расстояниях от 1000 до 3000 м от центра территории предприятия в северо-восточном и юго-западном направлениях, где проживает экспонированное население.

Согласно положениям Закона Украины № 877-V от 5.04.2007 г. «Об основных принципах государственного надзора (контроля) в сфере

хозяйственной деятельности» и Постановлению Государственной санитарно-эпидемиологической службы Украины № 8 от 14.02.2008 г. «О распределении объектов государственного санитарно-эпидемиологического надзора по степени риска», деятельность ОАО «Укрграфит», связанная с выбросами загрязняющих веществ в атмосферу, относится к средней степени риска. Плановые мероприятия государственного санитарно-эпидемиологического надзора (контроля) и контрольные исследования загрязнения атмосферного воздуха (бензолом и бенз(а)пиреном) при средней степени риска должны проводиться 2 раза в год. Также предприятию рекомендуется проводить периодический контроль выбросов нафталина и фенола.

Выводы

В результате анализа экологической безопасности выбросов предприятия ОАО «Укрграфит», содержащих оксид углерода и углеводов, было установлено следующее:

- негативным фактором предприятия, непосредственно влияющим на экологическую безопасность окружающей природной среды и здоровье человека исследуемого региона, являются его выбросы в атмосферу 11-ти приоритетных загрязняющих веществ;
- негативное экологическое влияние предприятия ОАО «Укрграфит» обусловлено выбросами углеводов: бенз(а)пирена, нафталина и фенола;
- значения индексов опасности при остром ингаляционном воздействии находятся на среднем уровне ($HI = 1,1 \div 3,8$), в результате чего существует риск формирования заболеваний органов дыхания, зрения, сердечно-сосудистой и центральной нервной системы у особо чувствительных подгрупп населения (пожилых людей, беременных и детей).

1. *Румянцев В.Р.* Техногенное загрязнение – угроза безопасной жизнедеятельности человека / *В.Р. Румянцев, К.В. Белоконь* // Безпека життєдіяльності в навколишньому і виробничому середовищах: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., (20.01 – 20.02 2011 р., м. Харків): тези доповідей. – Х.: ХНАМГ, 2011. – С. 112-113.

2. Рыбалова О.В. Формирование основных принципов управления риском для здоровья населения от воздействия выбросов загрязняющих веществ промышленных предприятий / О.В. Рыбалова, С.В. Белан, К.В. Белоконь // *Можливості використання методів механіки для розв'язання питань безпеки в умовах надзвичайних ситуацій: матеріали 10-ї Міжвуз. наук.-практ. конф.*, (09.12.2011 р., м. Харків): зб. наук. ст. – Х.: НУЦЗУ, 2011. – С. 47-49.
3. Integrated Risk Information System (IRIS) : [Електронний ресурс] / U. S. Environmental Protection Agency (EPA). – Режим доступу : <http://www.epa.gov/iris>.
4. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2004.
5. *Большаков А.М.* Оценка и управление рисками влияния окружающей среды на здоровье населения / *А.М. Большаков, В.Н. Крутько, Е.В. Пуццило.* – М.: Эдиториал УРСС, 1999. – 255 с.

Рыбалова О. В., Белоконь К. В. АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ВИКИДІВ ПІДПРИЄМСТВА ВАТ «УКРАЇНСЬКИЙ ГРАФІТ», ЩО МІСТЯТЬ ОКСИД ВУГЛЕЦЮ І ВУГЛЕВОДНІ

Дана оцінка ризику негативного впливу викидів підприємства ВАТ «Укрграфіт», що містять оксид вуглецю і вуглеводні, на здоров'я населення. У результаті аналізу екологічної безпеки викидів ВАТ «Укрграфіт» було встановлено, що діяльність підприємства відноситься до середнього ступеня ризику і існує імовірність формування захворювань органів дихання, зору, серцево-судинної і центральної нервової системи у похилих людей, вагітних і дітей.

Ключові слова: *газоподібні викиди, оксид вуглецю, вуглеводні, забруднення, атмосферне повітря, екологічна безпека, ризик для здоров'я населення.*

Rybalova O. V., Bielokon K. V. THE ANALYSIS OF ECOLOGICAL SAFETY OF CARBON OXIDE AND HYDROCARBONS WASTE OF THE INDUSTRIAL PLANT OF OPEN SOCIETY «YKRGRAFIT»

The estimation of risk for population health from influence of carbon oxide and hydrocarbons waste of the industrial plant of Open Society «Ykrgrazit» is given here. After analyzing ecological emissions safety of the Open Society «Ykrgrazit» it was established that enterprise activity belongs to the average degree of risk and ability to get respiratory organs

diseases, sight, cardiovascular and central nervous system deseases of old persons, pregnant women and children.

Keywords: *gaseous waste, carbon oxide, hydrocarbons, pollution, atmosphere air, ecological safety, enhabitants health risk.*