

И.Г. Миронова, А.В. Павличенко

АНАЛИЗ УРОВНЕЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПРИ ПОДЗЕМНОЙ ДОБЫЧЕ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД

Выполнен расчет рассеивания вредных веществ в атмосфере от вентиляционных стволов. Приведены изолинии приземных концентраций суммирующего воздействия вредных веществ вокруг каждого источника загрязнения, которые изменяются с увеличением расстояния от каждого вентиляционного ствола и удельного расхода взрывчатых веществ по экспоненциальной зависимости.

АНАЛІЗ РІВНІВ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ПРИ ПІДЗЕМНОМУ ВИДОБУТКУ ЗАЛІЗНИХ РУД

Виконано розрахунок розсіювання шкідливих речовин в атмосфері від вентиляційних стволів. Наведено ізолінії приземних концентрацій підсумовуючого впливу шкідливих речовин навколо кожного джерела забруднення, які змінюються із збільшенням відстані від кожного вентиляційного ствола і питомої витрати вибухових речовин за експоненціальною залежністю.

ANALYSIS OF AIR POLLUTION LEVELS DURING UNDERGROUND ORE MINING

The calculation of the dispersion of harmful substances into the atmosphere from the ventilation shafts. Given contour surface concentrations summing exposure to harmful substances around each source of pollution, which vary with the distance from each of the ventilation shaft and the specific consumption of explosives at an exponential dependence.

Горнорудная промышленность Украины является основным источником сырьевых ресурсов для металлургических предприятий. Одним из главных месторождений железной руды в Украине является Белозерский железорудный район, на территории которого разведаны три месторождения (Северо-Белозерское, Южно-Белозерское и Переверзевское). Южно-Белозерское месторождение разрабатывает закрытое акционерное общество «Запорожский железорудный комбинат» (ЗАО «ЗЖРК»), где подземным способом добываются не требующие обогащения богатые железные руды со средним содержанием железа 55,7-62,8% [1, 2]. Подземная добыча железной руды проводится с помощью буровзрывных ра-

бот с применением следующих типов не-предохранительных промышленных взрывчатых веществ (ВВ): патронированный аммонит №6ЖВ, гранулированные граммонит 79/21 и граммонит А [3].

Подземная добыча железных руд с применением буровзрывного способа, при котором рудничный воздух, загрязняется продуктами взрыва и железорудной пылью, выбрасывается в атмосферу без какой-либо очистки, приводит к загрязнению компонентов окружающей среды в районах размещения предприятий. Такая ситуация приводит к изменению качества объектов окружающей среды, нарушению естественных условий существования живых организмов, а также повышению забо-

леваемости и сокращению продолжительности жизни населения [4-6].

Продолжающееся ухудшение качества природной среды в горнодобывающих районах вызывает необходимость поиска путей и методов преодоления отрицательных последствий вмешательства человека в функционирование природных систем. Поэтому для повышения уровня экологической безопасности процессов подземной добычи железных руд необходимо установить закономерности рассеивания в окружающей среде выбросов железорудных шахт.

Поэтому целью работы является изучение качества атмосферного воздуха в районах размещения предприятий по подземной добыче железных руд.

При добыче железных руд на ЗАО «ЗЖРК» отработанная струя воздуха из шахт выбрасывается в атмосферу через три вентиляционных ствола: северный, южный и дренажный (СВС, ЮВС и ДВС). Отсутствии эффективного оборудования и очистных сооружений для улавливания вредных веществ из отработанной струи рудничного воздуха, который выдается на поверхность в больших объемах и со значительной скоростью, приводит к тому, что вредные вещества могут беспрепятственно поступать в окружающую среду и вызывать ухудшение ее качества.

Для определения особенностей рассеивания вредных веществ в атмосфере от вентиляционных стволов использовали автоматизированную систему расчета загрязнения атмосферы «ЭОЛ 2000 [h]». В основу программного обеспечения положены нормы, которые устанавливает методика расчета концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе [7].

В расчетах принимались следующие исходные данные: коэффициент стратификации атмосферы $A = 200$, коэффициент рельефа местности $\eta = 1,03$, средняя максимальная температура воздуха наиболее жаркого месяца года равная $33,8^\circ\text{C}$, средняя максимальная температура воздуха

наиболее холодного месяца года равная $-4,3^\circ\text{C}$, среднегодовая скорость ветра равная 9 м/с . Расчетный полигон представляет собой квадрат с размером стороны 4000 м , в центре которого размещается источник выброса. В расчетном квадрате топографическими знаками обозначены все попавшие в него объекты. Источники выброса: СВС – высота $4,6\text{ м}$, диаметр $5,87\text{ м}$, расход воздуха $217\text{ м}^3/\text{с}$ и температура воздуха равная 20°C ; ЮВС: высота $4,6\text{ м}$, диаметр $5,87\text{ м}$, расход воздуха $257\text{ м}^3/\text{с}$, температура воздуха -20°C ; ДВС – высота $4,6\text{ м}$, диаметр 4 м , расход воздуха $257\text{ м}^3/\text{с}$, температура воздуха -20°C . Вредные вещества: оксид углерода – ПДК м.р равная 5 мг/м^3 , класс опасности 4, коэффициент оседания 1, коэффициент потенцирования равный 0,9; диоксид серы – ПДК м.р равная $0,5\text{ мг/м}^3$, класс опасности 3, коэффициент оседания 1, коэффициент потенцирования равный 1; оксид и диоксид азота – ПДК м. р равная $0,085\text{ мг/м}^3$, класс опасности 2, коэффициент оседания 1, коэффициент потенцирования равный 1,3.

По результатам расчетов были построены изолинии, характеризующие приземные концентрации при суммирующем воздействии вредных веществ от трех вентиляционных стволов (рис. 1, а-в).

Анализ данных рис. 1, а, выявил, что основные изолинии приземной концентрации суммирующего воздействия вредных веществ вокруг СВС в радиусе 150 м равно $0,52\text{ д.е. ПДК}$ и уменьшаются до $0,11$ на расстоянии 1875 м от источника выброса. Уменьшение приземной концентрации в среднем происходит через каждые $140-200\text{ м}$ на $0,03-0,05\text{ д.е. ПДК}$.

Основные изолинии приземной концентрации суммирующего воздействия вредных веществ вокруг ЮВС в радиусе $162,5\text{ м}$ равно $0,49\text{ д. е. от ПДК}$ и уменьшаются до $0,11$ на расстоянии 1925 м от источника выброса (рис. 1, б). Уменьшение приземной концентрации в среднем происходит через каждые $110-220\text{ м}$ на $0,04-0,05\text{ д.е. ПДК}$.

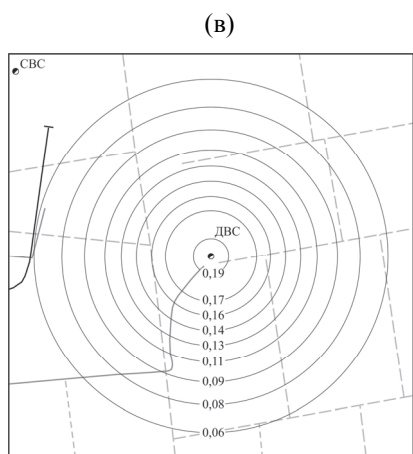
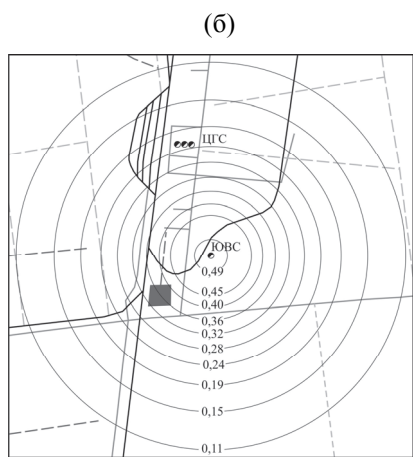
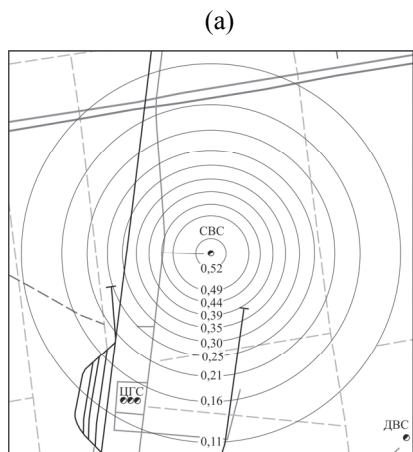


Рис. 1. Изолинии приземных концентраций суммирующего воздействия вредных веществ вокруг СВС (а), ЮВС (б) и ДВС (в)

Основные изолинии приземной концентрации суммирующего воздействия вредных веществ вокруг ДВС в радиусе 175 м равно 0,19 д.е. ПДК и уменьшаются до 0,06 на расстоянии 1750 м от источника выброса (рис. 1, в). Уменьшение приземной концентрации в среднем происходит через каждые 125-250 м на 0,01-0,02 д.е. ПДК.

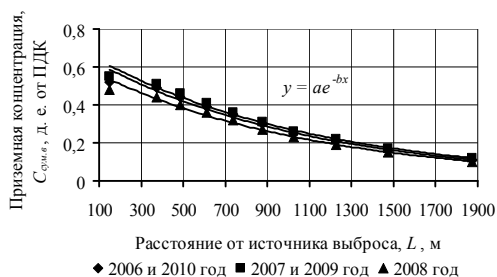


Рис. 2. Характер изменения приземных концентраций суммарного воздействия $C_{\text{сум.в}}$ от расстояния до СВС

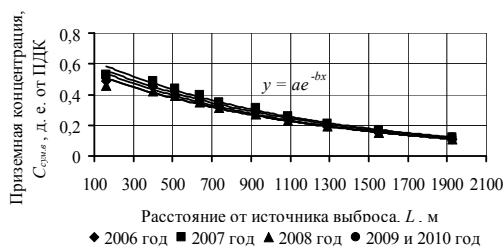


Рис. 3. Характер изменения приземных концентраций суммарного воздействия $C_{\text{сум.в}}$ от расстояния до ЮВС

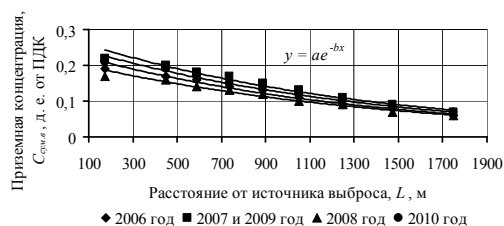


Рис. 4. Характер изменения приземных концентраций суммарного воздействия $C_{\text{сум.в}}$ от расстояния до ДВС

Общую картину изменения величины приземной концентрации суммирующего воздействия вредных веществ с увеличением расстояния от источника выброса можно наблюдать по изменению их концентрации в д.е. ПДК (рис. 2-4).

В результате проведения аппроксимации максимальных значений, получены эмпирические уравнения зависимостей д.е. ПДК от расстояния до источника выброса.

Для СВС, эмпирические зависимости имеют вид:

– величина приземных концентраций суммарного воздействия в 2006 и 2010 гг.:

$$C_{\text{сум.в}} = 0,68 \cdot e^{-0,001 \cdot L}, \text{ д.е. от ПДК,} \\ \text{при } R = 99\%, \quad (1)$$

где L – расстояние от источника выброса, м.

– величина приземных концентраций суммарного воздействия в 2007 и 2009 гг.:

$$C_{\text{сум.в}} = 0,74 \cdot e^{-0,001 \cdot L}, \text{ д.е. от ПДК,} \\ \text{при } R = 99,3\%. \quad (2)$$

– величина приземных концентраций суммарного воздействия в 2008 г.:

$$C_{\text{сум.в}} = 0,62 \cdot e^{-0,001 \cdot L}, \text{ д.е. от ПДК,} \\ \text{при } R = 99,2\%. \quad (3)$$

Для ЮВС, эмпирические зависимости имеют вид:

– величина приземных концентраций суммарного воздействия в 2006 г.:

$$C_{\text{сум.в}} = 0,62 \cdot e^{-0,0009 \cdot L}, \text{ д.е. от ПДК,} \\ \text{при } R = 99,3\%. \quad (4)$$

– величина приземных концентраций суммарного воздействия в 2007 г.:

$$C_{\text{сум.в}} = 0,68 \cdot e^{-0,0009 \cdot L}, \text{ д.е. от ПДК,} \\ \text{при } R = 99,2\%. \quad (5)$$

– величина приземных концентраций суммарного воздействия в 2008 г.:

$$C_{\text{сум.в}} = 0,59 \cdot e^{-0,0009 \cdot L}, \text{ д.е. от ПДК,} \\ \text{при } R = 99,2\%. \quad (6)$$

– величина приземных концентраций суммарного воздействия в 2009 и 2010 гг.:

$$C_{\text{сум.в}} = 0,65 \cdot e^{-0,0009 \cdot L}, \text{ д.е. от ПДК,} \\ \text{при } R = 99,3\%. \quad (7)$$

Для ДВС, эмпирические зависимости имеют вид:

– величина приземных концентраций суммарного воздействия в 2006 г.:

$$C_{\text{сум.в}} = 0,24 \cdot e^{-0,0008 \cdot L}, \text{ д.е. от ПДК,} \\ \text{при } R = 98,2\%. \quad (8)$$

– величина приземных концентраций суммарного воздействия в 2007 и 2009 гг.:

$$C_{\text{сум.в}} = 0,29 \cdot e^{-0,0008 \cdot L}, \text{ д.е. от ПДК,} \\ \text{при } R = 98,1\%. \quad (9)$$

– величина приземных концентраций суммарного воздействия в 2008 г.:

$$C_{\text{сум.в}} = 0,23 \cdot e^{-0,0008 \cdot L}, \text{ д.е. от ПДК,} \\ \text{при } R = 98\%. \quad (10)$$

– величина приземных концентраций суммарного воздействия в 2010 г.:

$$C_{\text{сум.в}} = 0,27 \cdot e^{-0,0008 \cdot L}, \text{ д.е. от ПДК,} \\ \text{при } R = 98,7\%. \quad (11)$$

Выполненный анализ значений приземных концентраций суммирующего воздействия вредных веществ, позволил установить, что с увеличением расстояния до 1500-2000 м от источника выброса значения концентраций уменьшается в 3-5 раза. Основным фактором, влияющим на значение концентраций вредных веществ, является среднегодовой удельный расход ВВ.

Таким образом, приземная концентрация $C_{\text{сум.в}}$ с увеличением расстояния от всех источников загрязнения изменяется по экспоненциальной зависимости и имеет вид:

$$C_{\text{сум.в}} = a \cdot e^{-b \cdot L}, \quad (12)$$

где a и b – данные числа, содержащие известные величины.

Каждое из этих данных значений изме-

няется от удельного расхода ВВ q по следующим закономерностям:

– СВС

$$a = 1,39 \cdot q^{1,65}; \quad (13)$$

$$b = 0,001. \quad (14)$$

– ЮВС

$$a = 1,07 \cdot q^{1,24}; \quad (15)$$

$$b = 0,0009. \quad (16)$$

– ДВС

$$a = 0,72 \cdot q^{2,34}; \quad (17)$$

$$b = 0,0008. \quad (18)$$

Таким образом, подставив уравнения (13)-(18) в выражение (12) и выполнив необходимые преобразования, получим эмпирические формулы, определяющие приземную концентрацию суммирующего воздействия вредных веществ с учетом удельного расхода ВВ и расстояния от источника выброса которые имеют вид:

– для СВС

$$C_{\text{сум.в}} = 1,39 \cdot q^{1,65} \cdot e^{-0,001 \cdot L}, \quad (19)$$

д.е. от ПДК.

– для ЮВС

$$C_{\text{сум.в}} = 1,07 \cdot q^{1,24} \cdot e^{-0,0009 \cdot L}, \quad (20)$$

д.е. от ПДК.

– для ДВС

$$C_{\text{сум.в}} = 0,72 \cdot q^{2,34} \cdot e^{-0,0008 \cdot L}, \quad (21)$$

д.е. от ПДК.

Определение значений приземной концентрации суммирующего воздействия вредных веществ позволило установить, что на приземную концентрацию вредных веществ влияет удельный расход ВВ и расстояние от источника выброса. Дальнейшие исследования позволили установить, что приземная концентрация суммирующего воздействия вредных веществ с увеличением расстояния от каждого вентиляционного ствола шахты и удельного расхода ВВ изменяется по экспоненциальной зависимости.

Таким образом, установленные закономерности подтверждают необходимость разработки и внедрения комплекса мероприятий направленных на снижение концентрации загрязняющих веществ в рудничном воздухе железорудных шахт.



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Покорители недр Таврии. Посвящается добыче 100-миллионной тонны руды! [Текст] / под коорд. В.В. Фортунина. – Запорожье: Цель, 2003. – 156 с.

2. Хоменко, О.Е. Горнорудное дело Украины в сети Интернет: справочник [Текст] / О.Е. Хоменко, М.Н. Кононенко, А.Б. Владыко, Д.В. Мальцев. – Днепропетровск: НГУ, 2011. – 288 с. – (На русском языке).

3. Поздняков, З.Г. Справочник по промышленным взрывчатым веществам и средствам взрывания [Текст] / З.Г. Поздняков, Б.Д. Росси. – 2-е изд. – М.: Недра, 1977. – 253 с.

4. Поляков, А.Д. Динамика формирования техногенной нагрузки и гигиенический прогноз развития железорудного региона [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / А.Д. Поляков. – М., 2009. – 174 с.

5. Сааркоппель, Л.М. Сравнительная оценка состояния здоровья рабочих горнорудной промышленности / Л.М. Сааркоппель // Медицина труда и промышленная экология. – №12. – 2007. – С. 17-22.

6. Джувеликян, Х.А. Роль железорудной промышленности в загрязнении окружающей среды тяжелыми металлами [Текст] / Х.А. Джувеликян // Экология и промышленность России. – 2002. – С. 26-29.

7. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. «ОНД-86». – Ленинград: Гидрометеоиздат, 1987. – 76 с.

ОБ АВТОРАХ

Миронова Инна Геннадиевна – ассистент кафедры экологии Национального горного университета.

Павличенко Артем Владимирович – к.б.н., доцент кафедры экологии Национального горного университета.