

5. Рассмотрена задача прогнозирования последствий аварий на химически опасных объектах горнодобывающих, горно-металлургических и перерабатывающих предприятиях и на территории города.

6. Представлены предварительные результаты моделирования распространения в атмосфере аварийно химически опасных веществ в условиях Вольногорского ГМК.

Список литературы

1. Мельник І.В. Еколого-економічна оцінка забруднення території Київської області з застосуванням ГІС; Автореф. дис. на здоб. наук. ст. канд. геол. наук. – Київ: Київський університет ім. Т. Шевченка. – 1996. – 21 с.
2. Кошкарёв А.В. Инфраструктура пространственных данных // ГИС-обозрение, 2000.-№ 3-4. – С. 5–10.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Собко Б.Ю.
Надійшла до редакції 20.01.2015*

УДК 551.5 (075.8)

© А.В. Зберовский, Е.Н. Савотченко

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЫЛЕГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ ПРИ ВЗРЫВНЫХ РАБОТАХ В КАРЬЕРАХ

В работе дана комплексная экологическая оценка воздействия на окружающую среду пылегазовых выбросов при взрывных работах в карьерах.

У роботі дана комплексна екологічна оцінка впливу на навколишнє середовище пилогазових викидів при вибухових роботах в кар'єрах.

In work the complex environmental assessment of the environmental impact of dust and gas emissions from blasting in quarries.

Введение. Интенсивное развитие карьеров привело к катастрофическим экологическим и социальным последствиям. Ежегодно на карьерах и ГОКах области в атмосферу выбрасывается около 600 тысяч тонн вредных веществ, в т.ч. более 70 тысяч тонн твердых и более 500 тысяч тонн газообразных и жидких веществ. Вызывают тревогу факты роста профессиональной заболеваемости рабочих основных профессий в карьерах, повышение детской смертности и снижение на 4-6 лет длительности жизни населения в горнодобывающих регионах Украины.

Открытый способ разработки, рудных месторождений как наиболее экономичный и эффективный развивается во всем мире и в ближайшем будущем следует ожидать увеличения объема буровзрывных работ, роста

глубины карьеров до 500-600 м, что приведет к усилению загрязнения атмосферы в зоне деятельности горных предприятий. Буровзрывные работы, как основной способ добычи полезных ископаемых, остается пока единственным эффективным средством разрушения горных пород, несмотря на его пагубное воздействие на окружающую среду из-за выброса в атмосферу пылегазового облака (ПГО).

За последние годы на карьерах Кривбасса число массовых взрывов уменьшилось с 200-250 до 100-120, в связи с чем снизился и объем вредных выбросов приблизительно в 2 раза, однако задача эффективного подавления ПГО и защиты окружающей среды от вредных выбросов до настоящего времени не решена. В этой связи, выполнение комплексной экологической оценки воздействия пылегазовых выбросов при взрывных работах в карьерах, остается актуальной научно-прикладной задачей.

Формулирование цели статьи. Целью исследований является экологическая оценка техногенного воздействия пылегазовых выбросов при взрывных работах в карьерах.

Методы исследований. Для решения проблем, связанных с особенностями техногенного воздействия пылегазовых выбросов при взрывных работах в карьерах были использованы методы натуральных наблюдений за распространением ПГО в атмосфере, лабораторные методы биологических и почвенных исследований, компьютерная обработка результатов экспериментов.

Изложение основного материала исследований. Анализ данных Министерства экологии и природных ресурсов Украины показал, что за 2013 год выброс вредных веществ от горнодобывающей промышленности Днепропетровской области составил более 221 тыс. т, а именно 23,5% от общего выброса вредных веществ всех видов промышленности региона. Наибольшее количество вредных выбросов отмечается при массовых взрывах на карьерах ПАО «Южный ГОК», ПАО «Северный ГОК» и ПАО «Центральный ГОК», ПАО «ИнГОК», которые входят в список основных загрязняющих предприятий атмосферной среды Днепропетровской области. Вследствие деятельности этих предприятий в период 2006-2013 гг. в атмосферу было выброшено более 171,2 тыс.т. пыли, более 41 тыс. т окиси азота, более 56 тыс. т двуокиси серы и приблизительно 556,7 тыс. т окиси углерода. Общий объем пылегазовых выбросов этих горно-обогатительных комбинатов составил 825,7 тыс. т.

На примере Первомайского карьера были выполнены натурные исследования распространения пылегазового облака в атмосферу, установлены фактические значения концентрации пыли в ПГО на различном удалении от карьера и дано сопоставление по содержанию 9 химических элементов в ПГО и почве. На рис. 1 приведена диаграмма содержания химических элементов в почве и в пыли ПГО, которая подтверждает биоэкологическую опасность ПГО в связи с наличием ядовитых элементов Pb, Mn, Cr.

Графоаналитический анализ полученных данных позволили установить закономерность изменения на расстоянии до 10 км концентрации пыли по оси факела ПГО на уровне 2 м от земли по мере его удаления от карьера при взрыве

зарядов объемом 500-800 т. На рис. 2 приведена зависимость изменения концентрации пыли в ПГО от расстояния.

Установлено, что при распространении ПГО в направлении ветрового потока концентрация пыли на оси факела облака описывается уравнением вида:

$$C = 7124,4L^{-1,2331}, \text{ при: } R^2 = 0,73$$

Полученное уравнение можно использовать для приближенной оценки загрязнения атмосферы и почвы пылью из ПГО и определения размеров территории сельскохозяйственных угодий с возможным нарушением почвенного баланса под воздействием химических элементов, содержащихся в пыли ПГО.

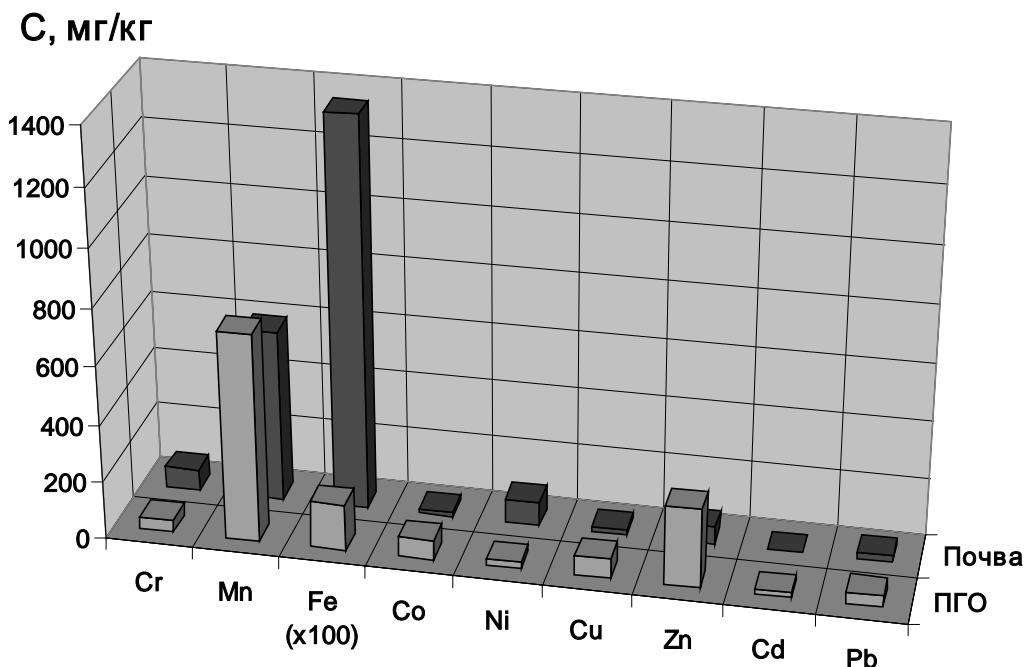


Рис. 1. Диаграмма содержания химических элементов в почве и в пыли ПГО

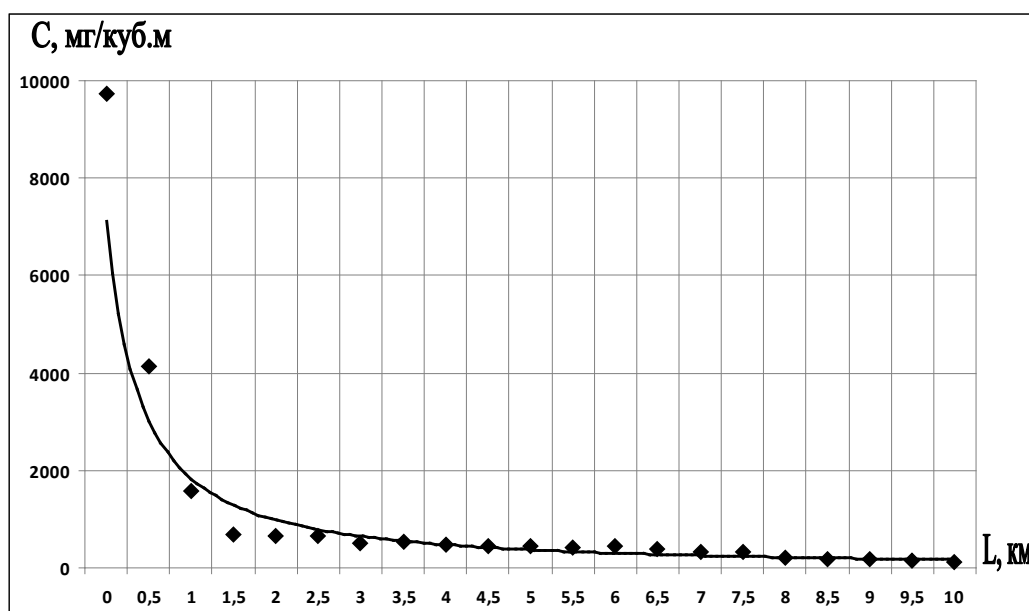


Рис. 2. Изменение концентрации пыли (C) в ПГО вдоль факела его распространения на разном удалении от карьера (L)

Для оценки влияния карьерных выбросов на загрязнение почв и растений (на примере ценопопуляции акации белой) были использованы следующие методы исследований. Определение металлов в пробах растений и почвы проводилось атомно-абсорбционным методом. Изучение генетических последствий влияния комплекса антропогенных факторов на высшие растения проводили на временных давленных препаратах из корневой меристемы проростков семян по общепринятым методикам: биологический материал фиксировали в ацеталкоголе, окрашивание осуществляли по фельгену, использовали анафазно-телофазный анализ (по каждому опытному и контрольному варианту было просмотрено не менее 1000 анафаз). Устанавливали количество золы в растениях и почве, массу 1000 семян, процент леталей зародышей семян, количество хлорофилла и активность пероксидазы листьев. Математическая обработка данных проводилась с помощью пакета прикладных программ на ПЭВМ. Контрольными были выбраны два района – район Карачуновского водохранилища и села Бабайковка Магдалиновского района.

По результатам исследований, составлена таблица значений концентраций элементов в растениях и почве, которые являются фоновыми для Приднепровского региона (табл. 1) и которые легли в основу расчета коэффициентов аномалий концентраций элементов в разных компонентах фитоценозов.

Результаты анализа растений и почвы на содержание в них 17 элементов представлены в таблице 2 в сопоставлении с химическим составом пыли в ПГО при взрывах на карьерах СевГОКа. Спектр загрязнения растений и почв в зависимости от величины коэффициента аномалии концентрации элемента показан на рисунке 3.

Таблица 1.

Фоновое содержание элементов (мг/кг сухого вещества)

Элемент	Листья растений		Почва (чернозем)	
	Пределы колебаний	среднее	Пределы колебаний	среднее
Магний	200-31000	4000	1000-14000	4000
Хром	0,02-0,5	0,10	2-120	30
Марганец	19-400	100	30-1100	600
Железо	18-1000	500	1000-45000	22000
Кобальт	0,02-60	6	0,5-50	9
Никель	0,1-5	4	10-40	10
Медь	1-10	9,3	1,6-70	20
Цинк	10-150	20	10-82	30
Кадмий	0,07-1,3	1	0,6-0,7	1
Свинец	0,1-20	10	1-189	10
Алюминий	1000	300	4500-100000	30000
Кальций	5000-30000	20000	8000-50000	20000
Серебро	0,03-0,5	0,45	0,03-8	0,6
Молибден	0,2-20	1	1,6-4,6	2,6
Калий	500-12000	10000	17500-25000	20000
Натрий	200-1000	5000	до 70000	2000

Установлено, что растения, произрастающие на территории Первомайского карьера СевГОКа в очень высоких концентрациях накапливают железо (в 9 раз выше фона), никель (в 5 раз выше фона), кадмий (в 6 раз выше фона), фтор (в 3 раз выше фона). Для почв характерно загрязнение железом, никелем, цинком, кадмием, кальцием. Спектры загрязнения растений и почвы очень широки, но не идентичны.

Было проведено исследование уровня мутирования у растений тест-полигонов г. Кривого-Рога. Анализ уровня мутирования показал, что в контрольных популяциях частота перестроек хромосом в меристематических тканях корешков семян акации белой составляет 0,8% что примерно в 15 раз ниже, по сравнению с изучаемым районом – это чрезвычайная ситуация, которая может привести к непредсказуемым последствиям.

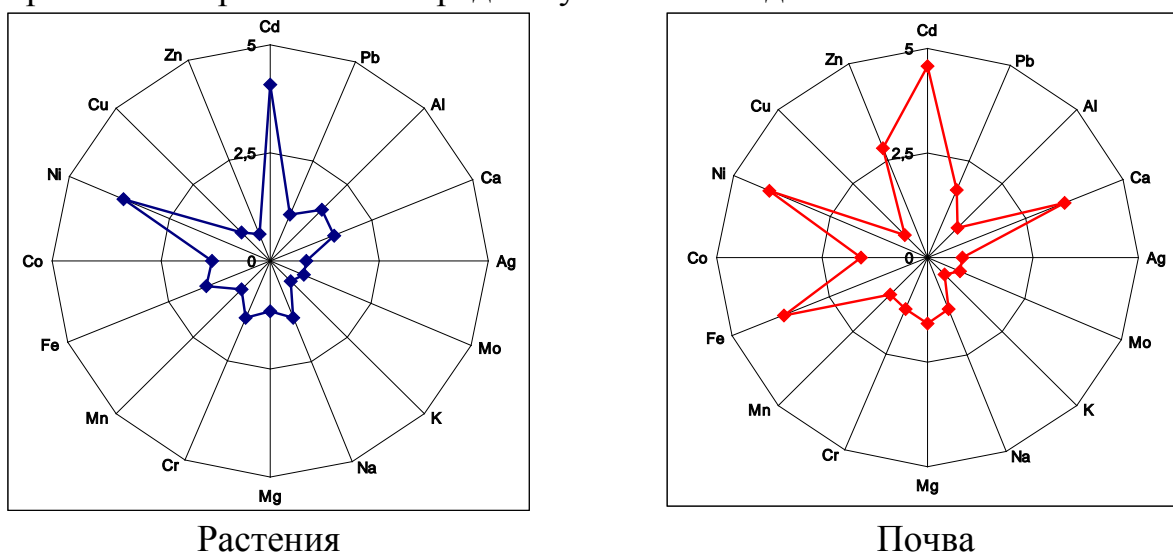


Рис. 3. Спектр загрязнения металлами растений и почв в районе карьера СевГОКа

Таблица 2.

Содержание элементов в ПГО, в растениях и почве (мг/кг сухого вещества)

Элемент	СевГОК			Карачуны			Бабайковка (контроль)			ПГО, мг/кг
	листья	семена	почва	листья	семена	почва	листья	семена	почва	
Mg	4500	1900	10900	3500	1700	3100	3600	1900	3600	-
Cr	15	10	56	19	10	40	10	10	34	37
Mn	80	40	620	100	30	450	10	40	500	800
Fe	4000	230	140700	1100	400	21500	900	370	16170	15000
Co	11	8	19	8	7	11	6	7	10	63
Ni	20	10	83	62	8	34	9	5	13	25
Cu	8	14	18	10	25	12	9	7	13	67

Zn	10	58	58	14	41	41	16	16	41	259
Cd	2	1	3	1	1	1	1	1	1	14
Pb	15	10	23	10	10	17	10	9	9	35
Al	600	600	39700	200	50	25400	500	480	30000	-
Ca	48000	3500	28000	52000	3000	9000	21000	3200	10000	-
Ag	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-
Mo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	-
K	10400	11800	10800	12500	9500	10000	11400	12900	8600	-
Na	800	500	1300	500	500	3000	1300	500	2800	-
F	25	1,5	641	0,9	0,8	262	20	1	336	-

Жизнеспособность семян в районе СевГОКа на 81% меньше, чем у семян контрольного тест-полигона, это свидетельствует о том, что техногенные популяций растений практически не способны к самовоспроизведению и самовосстановлению.

Установлено значительное увеличение активности пероксидазы в городских условиях зоны СевГОКа, в среднем на 30% больше, чем в контроле. Для растений сельской местности (в среднем на 21% меньше, чем в контроле). Результаты биологических исследований представлены в таблице 3.

Таблицы 3.

Биоиндикационная характеристика состояния фитоценозов

Показатель	Место исследований		
	СевГОК	Карачуны	Бабайковка (контроль)
Масса 1000 семян, г	19,2	23,1	19,1
Летали зародышей, %	73,1	87,7	41,1
Частота aberrаций хромосом, %	14,2	3,2	0,8
Содержание хлорофилла	3,2	3,3	4,2
Активность пероксидазы	3,9	3,0	2,9
Интегральный показатель состояния растений	3,6	3,3	-

Для оценки последствий загрязнения почв при взрывных работах в карьерах были проведены исследования изменения биологической активности основных почвенных ферментов (уреазы, фосфотазы и инвертазы) под воздействием пыли ПГО. В таблице 4 приведены результаты опытов по изучению токсичности пыли ПГО в плане угнетения биологической активности почвы. Установлено, что наличие пыли в ПГО в почве в количестве 100 мг на 1 кг почвы снижает активность уреазы на 14%, а инвертазы на 13%, что может привести к снижению способности почв к самоочищению.

Таблица 4

Изменение биологической активности почвенных ферментов под воздействием пыли ПГО

Вариант опыта	Доза, мг/кг	Показатели биоактивности ферментов		
		Уреаза	Фосфотаза	Инвертаза
Контрольный (без пыли)	0	100	100	100
С внесением пыли в почву	10	96	96	93
	100	86	96	87

Оценка токсичности пыли ПГО была выполнена также путем исследования ее влияния на рост и урожай сельскохозяйственных культур ячменя и сои. Выращивание культур выполнялось на грунтах двух видов: «песок + глина» в соотношении 4:1 и «песок» с внесением в грунт фактической пыли, полученной из ПГО при взрывах на карьере Первомайский в соотношении 1 г пыли на 100 г субстрата (1% доза). В таблице 5 приведены результаты исследований, которые показывают, что токсичность пыли ПГО зависит от состава субстрата, причем с повышением содержания в нем физической глины на 20% токсичность пыли ПГО возрастает в 1,7-2,6 раза.

Таблица 5

Оценка фитотоксичности пыли ПГО

Тип растения	Доза, %	Коэффициент фитотоксичности пыли (К)	
		песок + глина (4:1)	песок
Ячмень	1	0,26	0,1
Соя	1	0,12	0,07

$$K = \frac{m_0 - m_1}{m_0},$$

где: m_0 – урожай на контроле, m_1 – урожай на загрязненном субстрате.

Выводы:

1. Выполнены натурные исследования распространения пылегазового облака в атмосферу, установлены фактические значения концентрации пыли в ПГО на различном удалении от карьера и дано сопоставление по содержанию 9 химических элементов в ПГО и почве.

2. По результатам исследований, составлена таблица значений концентраций элементов в растениях и почве, которые являются фоновыми для Приднепровского региона и которые легли в основу расчета коэффициентов аномалий концентраций элементов в разных компонентах фитоценозов.

3. Установлена формула приближенного расчета концентрация пыли на оси факела облака. Полученное уравнение можно использовать для оценки загрязнения атмосферы и почвы пылью из ПГО и определения размеров территории сельскохозяйственных угодий с возможным нарушением почвенного баланса под воздействием химических элементов, содержащихся в пыли ПГО.

4. Установлено, что растения, произрастающие на территории Первомайского карьера СевГОКа в очень высоких концентрациях накапливают железо (в 9 раз выше фона), никель (в 5 раз выше фона), кадмий (в 6 раз выше фона), фтор (в 3 раз выше фона). Для почв характерно загрязнение железом, никелем, цинком, кадмием, кальцием.

5. Жизнеспособность семян в районе СевГОКа на 81% меньше, чем у семян контрольного тест-полигона, это свидетельствует о том, что техногенные популяций растений практически не способны к самовоспроизведению и самовосстановлению.

6. Установлено, что наличие пыли в ПГО в почве в количестве 100 мг на 1 кг почвы снижает активность уреазы на 14%, а инвертазы на 13%, что может привести к снижению способности почв к самоочищению.

7. Токсичность пыли ПГО зависит от состава субстрата, причем с повышением содержания в нем физической глины на 20% токсичность пыли ПГО возрастает в 1,7-2,6 раза.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Собко Б.Ю.
Надійшла до редакції 20.01.2015*

УДК 504.064

© В.Е. Колесник, Ю.В. Бучавый, А.Ю. Михайлов

МОНИТОРИНГ ПРИОРИТЕТНЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ АТМОСФЕРЫ ДНЕПРОПЕТРОВСКА

Выполнен анализ динамики экологически опасных загрязнителей атмосферы в Днепропетровске. Дан прогноз ожидаемых концентраций некоторых загрязнителей с учетом метеорологических факторов. Выбрано техническое решение для уменьшения влияния выбросов загрязняющих веществ на участках с большим потоком автотранспорта.

Виконано аналіз динаміки екологічно небезпечних забруднювачів атмосфери в Дніпропетровську. Дано прогноз очікуваних концентрацій деяких забруднювачів з урахуванням метеорологічних факторів. Обрано технічне рішення для зменшення впливу викидів забруднюючих речовин на ділянках з великим потоком автотранспорту.

The dynamics of environmentally hazardous air pollutants in Dnepropetrovsk was analysed. The forecast of the expected concentrations of certain pollutants, taking into account meteorological