

ДИНАМІКА СТАНУ ЛІСОВИХ ГРУНТІВ І НАСАДЖЕНЬ ПІД ВПЛИВОМ ВИКИДІВ ГІРНИЧОВИДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Виявлено вплив викидів гірничодобувних підприємств на стан ґрунтів і лісових насаджень у Житомирському Поліссі. Встановлено, що сполуки нітрогену, які присутні у викидах, спричиняють підкислення ґрунтового розчину, витіснення іонів кальцію із вбирного комплексу ґрунту та пригнічення ферментативної активності.

Постанова проблеми

Гірничодобувні підприємства відносяться до тієї категорії виробництв, які у процесі своєї діяльності піддають техногенному перетворенню різні об'єкти навколишнього середовища. Найбільш чутливими у цій ситуації є ґрунти, оскільки вони, крім відчуження і геомеханічної трансформації, зазнають також фізичного і хімічного впливу, навіть у більшій мірі, ніж інші об'єкти навколишнього середовища. Особливо негативно впливають на стан прилеглих територій щелебеневі кар'єри, оскільки технологія виробництва буто-щелевеної сировини включає у себе проведення бурових і вибухових робіт.

У складі викидів, при проведенні вибухових робіт на кар'єрах, із газоподібних речовин переважають оксиди нітрогену, оксид карбону та водяна пара. Оксиди нітрогену є найбільш небезпечними для природних екосистем, оскільки у зоні техногенного впливу спостерігається яскраво виражений позитивний баланс нітрогену у ландшафтах, який формується як результат його надходження з атмосферними опадами. Внаслідок цього у ґрунті накопичується значна кількість мінеральних форм нітрогену. У подальшому під впливом солей нітратної кислоти у ґрунтах відбувається підвищення рівня кислотності, зміна складу поглинутих катіонів, що у свою чергу призводить, до погіршення фізико-хімічних і біологічних властивостей, підсилення деградації гумусових компонентів. Крім того, відбувається зниження біологічної активності ґрунту, підвищення рухливості

важких металів у результаті підкислення середовища, пригнічення росту фітоценозів.

Аналіз останніх досліджень

Забруднення атмосфери у результаті технічної діяльності людини, досліджені досить детально [1, 2]. Одне із найбільш актуальних питань – це викиди в атмосферу кислотоутворюючих сполук і внаслідок цього – підкислення атмосферних опадів. Тому останні десятиліття вплив кислотних дощів на екосистеми у цілому і на ґрунти зокрема досліджуються у різних країнах на основі багаторічних програм [3]. Дослідження показують, що для багатьох районів атмосферні опади з пониженим значенням рН стали досить поширеним явищем і здійснюють багатогранний вплив на функціонування екосистем. На регіональному рівні атмосферних опадів підвищеної кислотності виділяються локальні ділянки, що прилягають до джерела викидів в атмосферу. Для нашого регіону техногенне забруднення атмосфери кислотними газами значною мірою обумовлене діяльністю гірничовидобувних підприємств.

Об'єкти та методика досліджень

Метою наших досліджень було вивчення зміни кислотних та інших властивостей ґрунту внаслідок впливу викидів сполук нітрогену навколо щебених кар'єрів на Житомирському Поліссі. Дослідження проводили на прикладі «Малинського каменедробильного заводу» як значного за потужністю типового представника було-щебених кар'єрів регіону. В якості об'єктів дослідження були вибрані ділянки на різній відстані від кар'єру. Пробні площі, які закладались у місцях намічених ділянок, є однорідними за складом і віком насаджень, типом ґрунту, а також представлені найбільш типовими щодо природних умов регіону дослідження.

Результати досліджень

Спостереження за властивостями ґрунтів на різній віддалі від кар'єру свідчать, що поблизу гірничодобувного комплексу стан ґрунтів суттєво відрізняється від фонового для регіону.

Надходження кислих нітроген вмісних сполук з техногенними потоками призводить до збільшення актуальної і гідролітичної кислотності ґрунтів геохімічної аномалії, утвореної навколо кар'єру. Залежно від відстані до кар'єру рН лісових ґрунтів змінюється від 5,37 до 5,09 (рис. 1). Отже, багаторічні емісії каменевидобувного підприємства призвели до невеликого збільшення кислотності ґрунту. Оскільки для ґрунтів району досліджень характерна висока кислотність ґрунту, то навіть незначне техногенне підвищення рН може призвести до суттєвих змін його фізико-хімічних властивостей.

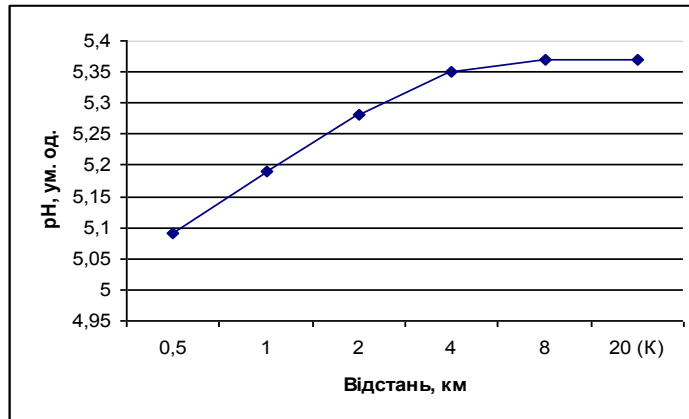


Рис 1. Кислотність гумусового горизонту лісових ґрунтів на різній віддалі від кар'єру

З наближенням до джерела викидів збільшується також і гідролітична кислотність (Нг) верхніх шарів ґрунту: від 0,69 мг-екв/100 г на контролі до 1,23 на відстані 0,5 км від кар'єру (див. табл. 1). У цілому, Нг тісно пов'язана із вмістом органічної речовини і найвищі її значення властиві гумусовим горизонтам. Однак поблизу кар'єру вміст гумусу є нижчим, ніж на контролі. Тому підвищення гідролітичної кислотності при наближенні до джерела викидів ймовірно викликане збільшенням вмісту солей внаслідок седиментації та трансформації атмосферних забруднень.

Таблиця 1. Кислотні та обмінні властивості лісових ґрунтів

Відстань від кар'єру, км	рН КСІ	Нг	Н ⁺	К ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Сума обмінних Ca ²⁺ і Mg ²⁺		Ca ²⁺ /Н ⁺	Е, мг-екв/100г ґрунту
		мг-екв/100г						мг-екв	% до контролю		
0,5	5,09	1,23	11,1	0,23	0,10	4,74	1,18	5,92	58	0,43	41,58
1	5,19	1,17	10,6	0,31	0,10	6,29	1,58	7,87	78	0,59	43,11
2	5,28	0,83	10,4	0,35	0,09	7,94	1,78	9,72	96	0,76	44,13
4	5,35	0,74	10,2	0,41	0,11	8,07	1,88	9,95	98	0,79	44,51
8	5,37	0,71	10,0	0,48	0,10	8,08	1,98	10,06	99	0,81	44,59
20 (К)	5,37	0,69	9,9	0,55	0,13	8,09	2,03	10,12	-	0,82	44,61

Кислотність є показником ряду важливих ґрунтових процесів. Підкислення ґрунтового розчину призводить до зміни вбирного комплексу ґрунту (ВКГ). Так, разом із кислотністю ґрунту у зоні забруднення зростає і кількість обмінних іонів Н⁺ на пробних площах (ПП): від 9,9 у зональному ґрунті до 11,1 у зоні техногенного впливу. Поряд із цим, вміст обмінного Са і Mg зменшується на 42 % (від 8,09 до 4,74 мг-екв/100г і від 2,03 до 1,18, відповідно) щодо

контролю. На ПП зменшується сума обмінних основ Ca і Mg на 42 % при зменшенні максимальної їх кількості, яку може поглинути ґрунт лише на 7 %.

Вивчення вмісту обмінних катіонів дало можливість дослідити зміни вбирного комплексу ґрунту, що при промисловому забрудненні багато у чому обумовлено рівнем техногенного навантаження (рис. 2).

З наближенням до кар'єру у вбирного комплексу ґрунту суттєво зменшується частка Ca^{2+} – до 27,3 %, у той час як на контролі вона становить 39,1 %. Подібна тенденція спостерігається і для Mg^{2+} . Її частка зменшується до 6,8 % у порівнянні із 9,1 % на контролі. Цей процес відбувається внаслідок підвищення кислотності ґрунтового розчину, що викликає зміну рухливості розчинних форм у ґрунті і, як наслідок, заміщення двовалентних катіонів Ca^{2+} і Mg^{2+} на одновалентні H^+ і NH_4^+ . Як видно з рисунку 2 при наближенні до виробленого простору Пенізевицького родовища №1 частка H^+ у ВКГ при цьому зростає з 49,3% до 64,0%.

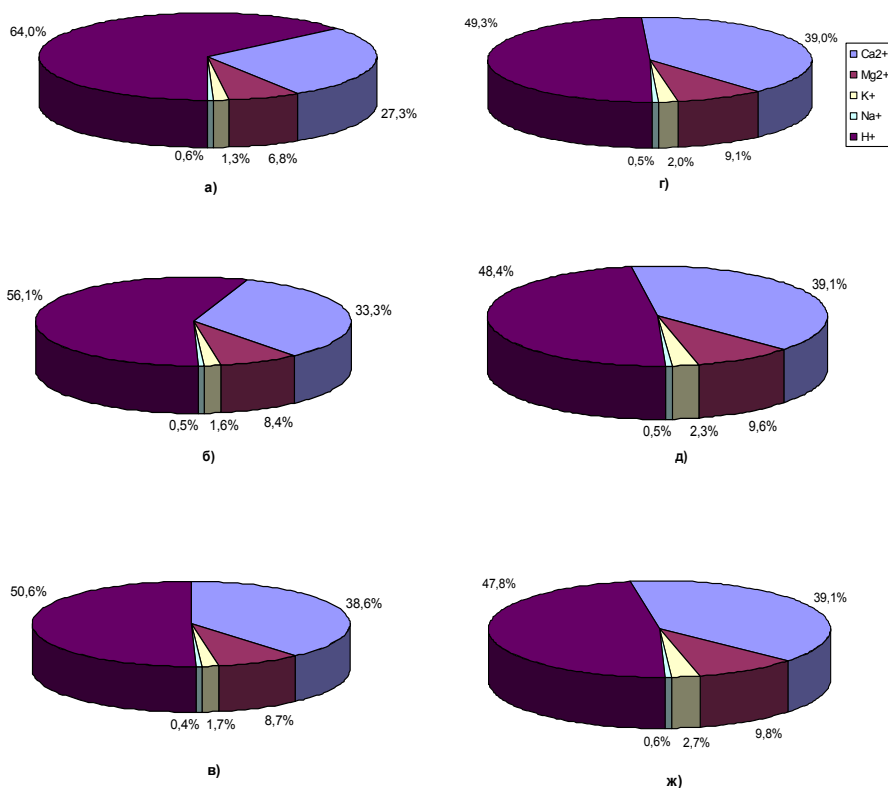


Рис. 2. Частки катіонів у вбирному комплексі ґрунту на різній відстані від кар'єру:

а) 0,5 км, б) 1 км, в) 2 км, г) 4 км, д) 8 км, ж) 20 км (К).

У зв'язку з тим, що у вбирному комплексі ґрунту найбільш значимо змінюється Ca^{2+} і H^+ , досить інформативним є використання їх співвідношення ($\text{Ca}^{2+}/\text{H}^+$) як діагностичного показника для оцінки впливу емісій гірничодобувної промисловості на кислі ґрунти, в яких суттєво порушується природний напрямок обмінних процесів. Так, у сильно забруднених ґрунтах $\text{Ca}^{2+}/\text{H}^+$ складає 0,43–0,59 (див. табл. 1). Тобто, у середньому в ґрунтах техногенної зони на 1 грам-еквівалент (г-екв) H^+ припадає 0,5 г-екв. Ca^{2+} , у той час як у фоновому ґрунті їх вміст майже рівний.

У цілому, мінералізація ґрунтового розчину невелика, що обумовлено низьким рівнем родючості дернових опідзолених глинисто-піщаних ґрунтів. Однак тенденція зниження мінералізації сольового витягу з віддаленням від джерела емісії все ж таки існує. Так, на відстані 0,5 км від кар'єру вміст у ґрунтах водорозчинних форм лужних металів складає: K^+ – 0,23 мг-екв/100 г повітряно-сухого ґрунту, Na^+ – 0,10; лужно-земельних: Ca^{2+} – 4,74, Mg^{2+} – 1,18 мг-екв/100 г (табл. 2).

На відстані 2 км від кар'єру концентрація Ca^{2+} збільшується на 68%, Mg^{2+} , K^+ Na^+ – на 50 %. Таким же чином змінюється вміст аніонів – кількість SO_4^{2-} зменшується на 45 %, HCO_3^- – на 37%, а Cl^- – є більш-менш постійним. Подібні перетворення ґрунтового гомеостазу та підвищення вмісту нітрогену у ґрунтах трансформують їх біологічну активність, а саме – вміст ензимів.

Таблиця 2. Сольовий склад лісових ґрунтів

Відстань від кар'єру, км	Cl^-	HCO_3^-	SO_4^{2-}	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
	мг-екв/100г						
0,5	0,03	0,19	0,11	0,23	0,10	4,74	1,18
1	0,02	0,13	0,07	0,31	0,10	6,29	1,58
2	0,03	0,12	0,06	0,35	0,09	7,94	1,78
4	0,02	0,05	0,08	0,41	0,11	8,07	1,88
8	0,02	0,04	0,05	0,48	0,1	8,08	1,98
20 (К)	0,02	0,03	0,05	0,55	0,13	8,09	2,03

Про негативний вплив аерального забруднення на педосферу свідчить досить суттєве пригнічення оксидаз (особливо каталази і дегідрогенази) при наближенні до кар'єру (табл. 3).

Сумарна активність досліджуваних оксидаз біля межі виробленого простору (0,5 км) складає лише 11,182 умовні одиниці, а при віддаленні на 8 км досягає 31,513 (при фоновому значенні 33,276). Подібне пригнічення ензиматичної активності може бути безпосереднім результатом не лише зміни окисно-відновлювальних умов середовища, але і пригнічення фітоценозів, ґрунтової мікрофлори, а також її мезо- і нанофауни, що у свою

чергу залежить від активності ґрунтової структури і стану її фізичних характеристик, особливо режиму її волого- і повітропроникності.

Таблиця 3. Активність ферментів лісових ґрунтів

Відстань від кар'єру, км	Оксидази ґрунту*					Глибина гуміфікації
	К	Пе	Пф	Дг	Сума оксидаз	
0,5	8,14	1,87	0,042	1,13	11,182	0,048
1	16,65	2,24	0,096	1,64	20,626	0,039
2	21,02	2,56	0,134	1,95	25,664	0,031
4	23,83	2,83	0,165	2,18	29,005	0,026
8	26,07	2,98	0,173	2,29	31,513	0,022
20 (К)	27,64	3,09	0,176	2,37	33,276	0,021

* Примітка: К – активність каталази, Пе – пероксидази, Пф – поліфенолоксидази, Дг – дегідрогенази.

Внаслідок уповільнення інтенсивності мікробіологічних процесів трансформації органічних речовин, азотфіксації, нітрифікації, порушення біологічного кругообігу речовин, мінерального живлення деревних насаджень відбувається гальмування росту лісу та погіршення загального стану лісових екосистем у зоні техногенного навантаження.

При тривалому впливі емісій гірничовидобувного підприємства на лісові екосистеми відбувається їх поступова дегресія: зміна видового складу, ослаблення дерев (особливо на узліссі), суховершинність та зріджування крон, багатoverшинність та всихання пагонів, поява ентомошкідників та хвороб. На досліджених ділянках це призвело до зниження бонітету на I-II класи, повноти на 0,1–0,2 одиниці, приросту на 13–35 % у порівнянні з фоновими значеннями.

Визначення стану соснових насаджень за категоріями життєдіяльності дерев, дає змогу розрахувати інтегральний показник – індекс стану деревостанів (Iс), що характеризує ступінь їх пошкодження при аеральному забрудненні ґрунтів та ґрунтових вод (рис. 3).

При узагальненні даних щодо стану лісових насаджень у зоні дії «Малинського каменедробильного заводу» визначено, що із віддаленням на 1 км від джерела забруднення індекс стану соснових насаджень зменшується приблизно на 0,08 од. У цілому, протягом всього періоду спостережень, максимальні значення Iс деревостанів відзначали у техногенній зоні підприємства (2,88 од.), тобто це – сильно ослаблені насадження, мінімальні на контролі (1,28). Крім того, якщо на контрольних ділянках показник Iс з часом змінюється у досить вузькому діапазоні (на 0,2–0,6 од), то у техногенних зонах – у значно ширшому (0,6–1,2 од).

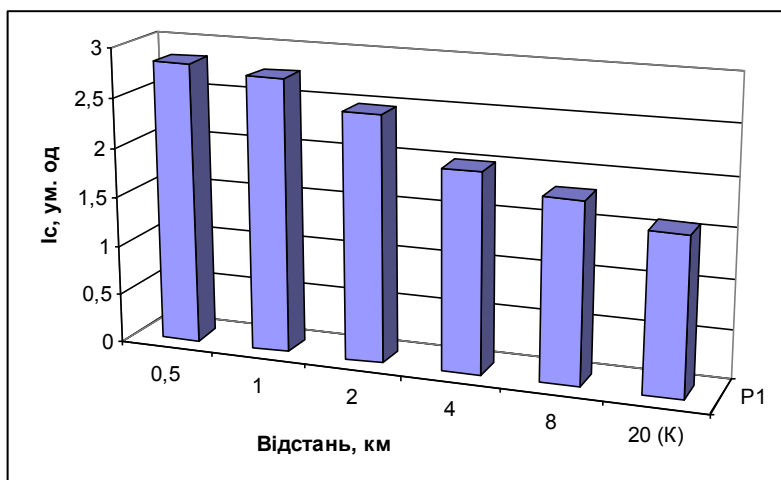


Рис. 3. Індекс санітарного стану (I_c) соснових насаджень на різному віддаленні від кар'єру

Висновки

На основі подальших досліджень можна зробити висновок, що техногенні емісії гірничодобувних підприємств створюють навколо кар'єрів зони з аномальними фізико-хімічними властивостями ґрунту та пригніченою мікробною діяльністю. Багаторічний вплив емісій вибухових газів та пилу викликає пригнічення лісових екосистем зони, прилеглої до кар'єру, які значною мірою знизили свою здатність до гомеостазу порівняно з лісовими екосистемами, не порушеними техногенезом.

Перспективи подальших досліджень

Подальші дослідження слід зосередити на запровадженні системи реабілітаційних заходів, спрямованих на підвищення стійкості і продуктивності насаджень, а також на збереження їх різнобічних функцій.

Література

1. *Алексеев В.А.* Экологическая геохимия. – М.: Логос, 2000. – 627 с.
2. *Беляев Н.Н., Коренюк Е.Д., Хрущ В.К.* Методы экспресс-расчета уровня загрязнения атмосферы. – Днепропетровск: Наука, 2002. – 192 с.
3. Національна доповідь України про стан навколишнього природного середовища в Україні. – Видання Українського транспортного університету. – 1999. – 162 с.