

УДК 630*425 : 630*1

В. П. ВОРОН¹, В. А. ЛЕЩЕНКО² *
ЗАБРУДНЕННЯ СНІГОВОГО ПОКРИВУ В СОСНЯКАХ ТЕХНОГЕННОЇ ЗОНИ
ЗМІЙВСЬКОЇ ТЕПЛОВОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

1. Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького
2. Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва

Наведено результати досліджень зміни хімізму снігового покриву у техногенній зоні Зміївської теплової електростанції (ЗТЕС). Під впливом викидів цього підприємства (оксидів сірки, азоту та попелу) у техногенній зоні суттєво збільшується вміст сульфатів, гідрокарбонатів, катіонів лужних і важких металів (особливо Cd, Cr та Ni) та рН снігового покриву.

Ключові слова: забруднення атмосфери, хімізм опадів, кислотність, підлугування, аніони, катіони, важкі метали.

Серед комплексу чинників, що негативно впливають на ліс, особливо небезпечним є промислове забруднення атмосфери. І хоча Харківщина не є найбільш забрудненим регіоном України, при роботі на повну потужність від підприємств області за рік потрапляють в атмосферу понад 780 тис. т викидів. За даними супутників, навколо Харкова пляма забруднення снігового покриву, яке у 2 – 3 рази перевищує фоновий рівень, у 4 рази більша за площу міста [5].

Соснові насадження другої борової тераси долини середньої течії р. Сіверський Донець піддаються інтенсивному впливу аеротехногенного забруднення. Так, викиди Зміївської теплової електростанції є небезпечними для розвитку соснових лісів ДП "Зміївське ЛГ". Навколо цього джерела аеротехногенного забруднення утворилася техногенна зона забрудненням ґрунтів із високим вмістом важких металів [9, 16] і пошкодженням деревної рослинності.

Особливістю забруднення довкілля Зміївською ТЕС є те, що його викиди (SO₂, NO_x і попіл) надходять в атмосферу через високі труби (від 180 до 250 м). Це створює умови для поширення інгредієнтів на значну відстань. Максимальні концентрації забруднювачів відмічаються в радіусі від 4 до 6,5 км від ЗТЕС, а на відстані від 4 до понад 10 км вони зменшуються на 30 %.

Одним із найбільш інформативних і простих способів оцінювання рівня аеротехногенного забруднення є вивчення хімізму та накоплення токсикантів у сніговому покриві [2, 3, 6, 7, 13, 14].

Хімізм опадів у районі ЗТЕС вивчали в періоди з різним рівнем техногенного навантаження:

I. Максимальним (1992 рік) – загальний обсяг викидів сягав 208,5 тис. т/рік.

II. Середнім (1995 р.) – 150,3 тис. т/рік.

III. Мінімальним (1996 – 2000 рр.) – у середньому 83 тис. т/рік.

Визначення вмісту ВМ у снігу проведено в 1995 та 2006 роках.

У зиму 2005/2006 рр. стабільний сніговий покрив сформувався на початку грудня, на момент відбору проб (20 – 23 березня 2006 року) техногенні забруднювачі осідали на снігову поверхню протягом майже чотирьох місяців. Товщина снігового покриву досягала 40 – 50 см і на земній поверхні лежав великий його запас – 330 – 490 м³/га.

Основним наслідком аеротехногенного забруднення було зміщення балансу кислотності в лужний бік (табл. 1). Так, якщо середнє значення рН опадів для Лісостепу і Степу України становить 5,6 од., то в техногенній зоні ЗТЕС воно було на 0,2 – 1,0 одиниць вищим, проте за весь період спостережень не перевищувало 7 одиниць.

Наявність у складі викидів ЗТЕС кислих газів SO₂ та NO_x передбачає утворення в атмосфері кислот, але в цьому районі спостерігаємо протилежну тенденцію. Це пояснюється

* © В. П. Ворон, В. А. Лещенко, 2008

ЛІСІВНИЦТВО І АГРОЛІСОМЕЛІОРАЦІЯ

Харків: УкрНДЦЛГА, 2008. – Вип. 113

участю у ході хімічних реакцій попелу, домінантами якого є оксиди лужних і важких металів. Адже відомо, що поверхня частинок попелу адсорбує молекули газів, що й обумовлює незначне зрушення кислотності атмосферних опадів у бік підлугування.

Таблиця 1

Хімічний склад снігового розчину в зоні Зміївської ТЕС (мг/л)

| Напрямок, відстань від ЗТЕС, км | pH | НСО ₃ ⁻ | SO ₄ ²⁻ | NO ₃ ⁻ | СГ |
|--|------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| <i>Максимальний рівень забруднення (1992 р.)</i> | | | | | |
| ПдЗ – 4,0 | 6,05 | 37,8 | 23,8 | – | – |
| ПдЗ – 6,5 | 6,63 | 29,3 | 27,4 | – | – |
| ПнЗ – 10,0 | 6,34 | 31,7 | 18,9 | – | – |
| ПнЗ – 12,5 | 6,27 | 15,3 | 14,0 | – | – |
| ПнЗ – 13,0 | 6,37 | 19,5 | 18,0 | – | – |
| ПнЗ – 28,0 (К) | 5,8 | 7,0 | 10,0 | – | – |
| <i>Середній рівень забруднень (1995 р.)</i> | | | | | |
| ПдЗ – 4,0 | 5,90 | 29,28 | 11,90 | 3,98 | 5,45 |
| ПдЗ – 6,5 | 6,35 | 26,84 | 14,13 | 4,87 | 7,72 |
| ПдЗ – 7,5 | 6,25 | 36,6 | 14,20 | 3,54 | 6,14 |
| ПнЗ – 12,5 | 5,85 | 21,96 | 6,80 | 3,10 | 6,82 |
| ПнЗ – 28,0 (К) | 5,75 | 15,86 | 5,60 | 3,54 | 6,82 |
| <i>Мінімальний рівень забруднень (1996 р.)</i> | | | | | |
| ПдЗ – 4,0 | 6,20 | 19,52 | 13,2 | – | 7,1 |
| ПдЗ – 7,5 | 6,12 | 17,08 | 10,8 | – | 7,1 |
| ПнЗ – 11,0 | 6,00 | 4,88 | 9,2 | – | 7,1 |
| ПнЗ – 12,5 | 5,80 | 4,88 | 9,0 | – | 8,9 |
| ПнЗ – 28,0 (К) | 5,72 | 2,44 | 9,6 | – | 10,7 |
| <i>Мінімальний рівень забруднень (2000 р.)</i> | | | | | |
| ПдЗ – 4,0 | 6,14 | 3,91 | – | – | 2,27 |
| ПнЗ – 28,0 (К) | 5,59 | 1,95 | – | – | 2,56 |

Продовження табл. 1

| Напрямок, відстань від ЗТЕС, км | K ⁺ | Na ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Σ катіонів | Сухий залишок |
|---|----------------|-----------------|------------------|------------------|------------|---------------|
| 1 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| <i>Максимальний рівень забруднень (1992 р.)</i> | | | | | | |
| ПдЗ – 4,0 | 1,21 | 3,4 | 7,45 | 1,70 | 13,76 | 77,2 |
| ПдЗ – 6,5 | 1,85 | 6,62 | 7,64 | 4,10 | 20,21 | 81,4 |
| ПнЗ – 10,0 | 2,0 | 2,74 | 7,22 | 1,93 | 13,89 | 68,2 |
| ПнЗ – 12,5 | 1,96 | 2,77 | 4,48 | 1,61 | 10,82 | 41,9 |
| ПнЗ – 13,0 | 1,23 | 3,42 | 3,45 | 1,88 | 9,98 | 44,2 |
| ПнЗ – 28,0 (К) | 1,5 | 1,0 | 6,0 | 1,0 | 9,5 | 28,7 |
| <i>Середній рівень забруднень (1995 р.)</i> | | | | | | |
| ПдЗ – 4,0 | 2,09 | 3,45 | 11,2 | 1,92 | 18,66 | 75,12 |
| ПдЗ – 6,5 | 2,44 | 3,15 | 4,81 | 4,38 | 14,78 | 73,44 |
| ПдЗ – 7,5 | 1,79 | 2,28 | 10,80 | 1,46 | 16,33 | 81,95 |
| ПнЗ – 12,5 | 1,09 | 2,97 | 3,26 | 1,47 | 8,79 | 49,11 |
| ПнЗ – 28,0 (К) | 0,86 | 2,40 | 1,61 | 0,49 | 5,36 | 39,24 |
| <i>Мінімальний рівень забруднень (1996 р.)</i> | | | | | | |
| ПдЗ – 4,0 | – | – | 5,61 | 5,35 | 10,96 | 53,21 |
| ПдЗ – 7,5 | – | – | 4,01 | 0 | 4,01 | 41,10 |
| ПнЗ – 11,0 | – | – | 2,41 | 0 | 2,41 | 24,95 |
| ПнЗ – 12,5 | – | – | 4,61 | 0,46 | 5,07 | 21,33 |
| ПнЗ – 28,0 (К) | – | – | 4,01 | 0 | 4,01 | 17,84 |
| <i>Мінімальний рівень забруднень (2000 р.)</i> | | | | | | |
| ПдЗ – 4,0 | 0,98 | 1,61 | 2,41 | 0,39 | 5,39 | 12,82 |
| ПнЗ – 28,0 (К) | 0,20 | 0,0 | 0,80 | 0,09 | 1,09 | 6,52 |

Сума лужних катіонів у техногенній зоні в 1,1 – 2,2 рази перевищує фонове значення. За вмістом у снігу катіони розташовані таким чином: Ca²⁺ > Na⁺ > Mg²⁺ > K⁺. Основну роль у

підлугуванні снігового покриву в районі ЗТЕС відіграють іони Са, що є подібним до техногенної зони цементних виробництв [2]. Проте кальцій не є абсолютно домінуючим катіоном, а співвідношення лужних іонів у районі ЗТЕС інше, ніж у техногенній зоні цементних виробництв.

У зв'язку з великою висотою викиду й розсіювання забруднювачів ЗТЕС на значній території рівень підлугування снігового покриву відносно невисокий. З іншого боку, такий рівень кислотності встановився як наслідок певного співвідношення між катіонами лужних і важких металів та аніонами SO_4^{2-} і NO_3^- . Про взаємозв'язок цих процесів свідчить також те, що максимальне рН снігу відмічається в середині лісового масиву урочища Сербівка, де, як правило, вміст сульфатів і нітратів найнижчий. Протилежну тенденцію спостерігаємо на узліссі, звернутому до теплоелектростанції.

Найвищий вміст SO_4^{2-} та суми катіонів відмічено у роки, коли обсяги викидів ЗТЕС були максимальними. Після зменшення обсягів викидів SO_2 у 1995 році на 43 %, порівняно з 1992 р., вміст SO_4^{2-} знизився в опадах на 49 %, тоді як загальна сума катіонів суттєво не змінилася (табл. 1). Це пов'язане з тим, що обсяги викидів попелу в 1995 році зменшилися лише на 10 %. Наступного року обсяги викидів попелу знизилися в 1,53 разу порівняно з 1992 роком, що призвело до зменшення на 30 % вмісту суми катіонів Ca^{2+} та Mg^{2+} у снігу техногенної зони. В цей період відбулося також зниження на 54 % вмісту SO_4^{2-} відповідно до зниження обсягу викидів SO_2 (див. табл. 1). У 2000 році вміст катіонів у сніговому покриві зменшився майже втричі порівняно з 1992 р.

При зменшенні обсягів викидів сніговий розчин стає менш мінералізованим не тільки в техногенній зоні, а також на значній відстані від джерела емісій. Загальний вміст суми катіонів на контролі у сніговому покриві у 2000 році виявився майже у 9 разів меншим, ніж у 1992 році.

На контрольних ділянках, порівняно з техногенною зоною, спостерігається підкислювання снігу. Так, у 1992 р. рН снігу на контролі і на відстані 6,5 км сягало 5,8 і 6,63; у 1995 р. – 5,75 і 6,35; у 2000 р. – 5,59 і 6,14 одиниць відповідно.

Незважаючи на те, що максимальні концентрації NO_3^- містилися у снігу в техногенній зоні (див. табл. 1), тенденції щодо впливу обсягів викидів NO_x на вміст NO_3^- в опадах виявлено не було. Це може бути пов'язане з порівняно невисоким у період досліджень обсягом викидів NO_x (18,1 тис. т/рік), можливістю їх перенесення на десятки кілометрів, і тому не завжди можливо ідентифікувати район їх осідання.

Снігова вода є збалансованим хімічним розчином і при надходженні до нього додаткової кількості будь-яких іонів ця система шляхом хімічних реакцій намагається досягти стану рівноваги. Так, викиди попелу, який є аерозолем і містить сполуки основних металів, уже в повітрі вступають у реакцію з CO_2 та H_2O , що призводить до збільшення концентрації HCO_3^- у сніговому розчині. В роки зі значним обсягом викидів вміст HCO_3^- у снігу 4-кілометрової зони відносно ЗТЕС підвищується до 37,8 мг/л, але у міру зменшення рівня техногенного навантаження його концентрація поступово знижується: в 1995 році (порівняно з 1992 р.) – на 23 %, у 1996 – на 48, у 2000 – на 90 %.

Незважаючи на високий вміст SO_4^{2-} і NO_3^- , іон HCO_3^- у сніговому покриві в техногенній зоні цієї теплоелектростанції посідає домінуюче положення серед аніонів. Таке явище зазвичай характерне для степу, тоді як район досліджень знаходиться на стику лісостепової і степової зон. На відміну від катіонів лужних металів, вміст гідрокарбонатів усередині лісових масивів порівняно із узліссям, котрі звернуті до ЗТЕС, як правило, значно менший, що може свідчити про фільтруючу здатність лісових екосистем стосовно цих іонів.

Концентрація СІ в 1992 – 1996 рр. була близькою до регіональних фонових значень – 5,45 – 10,7 мг/л, а у 2000 році знизилася до 2,27 мг/л. Однак коливання вмісту хлоридів не мають зв'язку з емісіями ЗТЕС, що не містять сполук хлору.

Зменшення обсягу емісій ЗТЕС до мінімальних величин призвело до того, що хімічний склад снігового розчину у 2000 році наблизився до фонового рівня.

Як було зазначено вище, до складу попелу входять важкі метали. Підвищення в атмосферних опадах вмісту таких інгредієнтів як Cd, Cr та Ni, може негативно відбитися на здоров'ї людей, оскільки в лісах поблизу ЗТЕС активно збирають ягоди, гриби, лікарські рослини. Вміст важких металів у сніговому покриві техногенних зон Зміївської ТЕС, як видно з наведених у табл. 2 результатів, значно вищий, ніж за літературними даними. Значно перевершуються не лише фонові значення вмісту важких металів для опадів (у десятки, а то і в сотні разів), установлені для Європи у восьмидесяті роки минулого сторіччя, але й найвищі їх концентрації в урбанізованих районах Європи, Азії, Північної Америки [1, 8, 10 – 12]. Особливо значущою є різниця у вмісті таких металів як Zn, Cd, Pb і Cu.

Таблиця 2

Вміст важких металів у снігу техногенної зони ЗТЕС, мкг/л

| Відстань до ЗТЕС | Zn | Fe | Mn | Cu | Co | Ni | Cd | Pb | Cr | Усього |
|--------------------------------------|------------|-------|------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-----------|--------|
| Середній рівень забруднень (1995 р.) | | | | | | | | | | |
| 4,0 | 3500 | 9000 | 1600 | 2300 | – | 330 | 280 | – | 350 | 17360 |
| 6,5 | 3400 | 4000 | 7200 | 2000 | – | 300 | 320 | – | – | 17220 |
| 7,5 | 5600 | 24000 | 1000 | 1000 | – | – | 100 | – | – | 31700 |
| 17,5 | 6100 | 32000 | 1500 | 850 | – | – | 50 | – | – | 40500 |
| 28,0 | 4100 | 11000 | 3400 | 1600 | – | 140 | 120 | – | 200 | 20560 |
| 2006 | | | | | | | | | | |
| 7,5 | 2449 | 13830 | 1675 | 988 | 84 | 120 | 108 | 339 | 105 | 19698 |
| 11 | 4488 | 7667 | 666 | 360 | 18 | 46 | 119 | 147 | 15 | 13526 |
| 14,5 | 3438 | 6925 | 859 | 266 | 22 | 64 | 126 | 207 | 17 | 11924 |
| 12,5 | 1496 | 8760 | 1589 | 233 | 22 | 71 | 121 | 339 | 66 | 12697 |
| 20 | 1736 | 7365 | 707 | 401 | 87 | 52 | 130 | 151 | 156 | 10785 |
| Літературні дані | | | | | | | | | | |
| 1. Максимальні значення [8] | 2000 | – | – | 82 | 42 | 23 | 17,7 | 190 | 20 | – |
| 2. Фон Європи [11, 12] | 6,0 – 10,0 | – | – | 2,6 – 5,1 | 3,2 – 5,5 | 2,0 – 5,1 | 0,1 – 1,2 | 1,3 – 35 | 2,6 – 5,5 | – |
| 3. Арктика, Антарктида [11, 12] | 0,54 | – | – | 0,008 | 0,005 | 0,09 | 0,09 – 0,26 | 0,03 – 0,04 | 0,005 | – |

Примітка: дані щодо вмісту Cd та Pb взяті з літературних джерел [1, 10, 15]

У техногенній зоні Зміївської ТЕС за вмістом метали розташовані в такому порядку: Fe > Zn > Mn > Cu > Pb > Cd > Ni > Co > Cr. Таке співвідношення зберігається практично на всіх точках спостережень. Лише елементи з відносно низьким вмістом (Ni, Co і Cr) можуть мінятися місцями.

Найвищий вміст важких металів у сніговому покриві відмічається у найближчому до техногенної зони урочищі Сербівка (4 – 5 км від ЗТЕС). Проте на інших точках спостережень чіткої залежності вмісту важких металів від розміщення по відношенню до ЗТЕС немає. Відсутність чіткого локального характеру їх розміщення закономірна. Адже легкий попіл, який є основною причиною забруднення важкими металами, викидається через труби заввишки до 250 м, завдяки чому ці забруднювачі розносяться на значну відстань і розсіюються на великій території.

Вміст важких металів у снігу надає лише відносне уявлення про рівень їх надходження у природне середовище, оскільки їх концентрація (в перерахунку на мг/л) залежить не лише від обсягів забруднювачів, але й від об'єму снігової води, якою вони розводяться. Останній, як було зазначено, коливається доволі в значному інтервалі і, як видно з табл. 1, не залежить від розташування точки відбору по відношенню до джерела забруднення. Тому чіткіше уявлення про масштаби забруднення надає показник сумарного вмісту важких металів у сніговому покриві в перерахунку на г/га / рік.

Визначений нами сумарний вміст важких металів (табл. 3) у сніговому покриві техногенної зони Зміївської ТЕС значно вищий, ніж за літературними даними [11]. Оскільки як вміст важких металів, так і об'єм снігової води в техногенній зоні Зміївської ТЕС, не

залежать від відстані до цієї електростанції, то й сумарний обсяг забруднення важкими металами також не має чітко вираженої просторової залежності (табл. 3). У той же час, саме на найближчій до ТЕС ППП у кв. 168 Задонецького лісництва в урочищі Сербівка на момент відбору виявлено найвищий запас снігового покриву, а оскільки саме тут зареєстровано найвищі концентрації важких металів у сніговій воді, то й величина осідання таких важких металів як Fe, Mn, Ni, Pb, Co, Cu (утричі) була тут максимальною.

Таблиця 3

Обсяги випадання важких металів на сніговий покрив у техногенній зоні ЗТЕС

| Від- стань | Обсяг, кг /га/рік | | | | Обсяг, г/га /рік | | | | | | | Усьо- го, кг/га |
|--|-------------------|------|------|-------------|------------------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-----------------------|
| | Zn | Fe | З | усьо- го | Cd | Ni | Pb | Co | Cu | Cr | усього | |
| 7,5 | 3,6 | 20,2 | 28,8 | 26,3 | 158,1 | 175,7 | 496,3 | 123,0 | 1446,4 | 153,7 | 2553,2 | 28,8 |
| 11 | 6,6 | 11,2 | 19,8 | 18,8 | 174,2 | 67,3 | 215,2 | 26,4 | 527,0 | 22,0 | 1032,1 | 19,8 |
| 14,5 | 4,4 | 9,0 | 15,4 | 14,5 | 162,9 | 82,8 | 267,7 | 28,4 | 343,9 | 22,0 | 907,7 | 15,4 |
| 12,5 | 1,5 | 8,8 | 12,8 | 11,9 | 122,0 | 71,6 | 341,7 | 22,2 | 234,9 | 66,5 | 858,8 | 12,8 |
| 20 | 1,8 | 7,7 | 11,3 | 10,3 | 136,5 | 54,6 | 158,6 | 91,4 | 421,1 | 163,8 | 1025,9 | 11,3 |
| <i>Середній обсяг випадання важких металів на СТС (г/га/рік)</i> | | | | | | | | | | | | |
| СТС [11] | 350 | – | – | – | – | 140 | – | 6,3 | 135 | 69 | – | – |

Примітка : З – Задонецьке лісництво, квартал 168.

Висновки. Під впливом викидів ЗТЕС у сніговому покриві суттєво збільшується вміст сульфатів, гідрокарбонатів і катіонів лужних та важких металів (особливо Cd, Cr та Ni), рівень підлугування. Хоча завдяки великій висоті труб ЗТЕС викиди можуть переноситися на значні відстані (понад 20 км), найбільша кількість поллютантів осідає в лісових екосистемах, що розташовані на відстані від 4 до 6,5 км від джерела викидів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Фоновое содержание свинца, ртути, мышьяка и кадмия в природных средах (по мировым данным). Сообщение 6 / [Бурцева Л. В., Лапенко Л. А., Кононов Э. Я., Юшкин Е. И. и др.] // Мониторинг фонового загрязнения природных сред. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – Вып. 7. – С. 23 – 56.
2. *Ворон В. П.* Хімічний склад снігового покриву як показник аеротехногенного забруднення лісових екосистем / В. П. Ворон // Науковий вісник УДЛТУ: зб. наук.-техн. праць. – Львів: УДЛТУ, 2004 – Вип. 14.5. – С. 151 – 154.
3. *Ворон В. П.* Вплив забруднення природного середовища викидами Балаклійського цементно-шиферного комбінату на лісові екосистеми / В. П. Ворон, Л. А. Песоцький // Лісівництво та агролісомеліорація. – К., 1993. – Вип. 87. – С. 10 – 14.
4. *Зибцев С. В.* Снежный покров как индикатор аеротехногенного загрязнения окружающей среды тепловых электростанциями / С. В. Зибцев, В. П. Ворон // Лесоводство и агролесомелиорация. – К., 1990. – Вып. 80. – С. 23 – 28.
5. Зоны загрязнения снегового покрова вокруг городов на территории СССР. Каталог ореолов для городов с населением более 50 тыс. человек // Государственный гидрологический институт. – Л., 1988. – 125 с.
6. *Кабилов Р. Р.* Разработка и использование многокомпонентной тест-системы для оценки токсичности почвенного покрова городской территории / Р. Р. Кабилов, А. Р. Сагитова, Н. В. Суханова // Экология. – 1997. – № 6. – С. 408 – 411.
7. *Никифорова Е. М.* Экологогеохимическая оценка состояния природной среды г. Новгорода // Е. М. Никифорова, Г. Г. Лазукова // Геохимические методы в экологических исследованиях. – М., 1994. – С. 146 – 153.
8. *Остромогильский А. Х.* Тяжелые металлы в атмосфере : источники поступления и методы оценки их влияния / А. Х. Остромогильский, В. А. Петрухин // Мониторинг фонового загрязнения природных сред. – Л. : Гидрометеиздат, 1984. – Вып. 2. – С. 56 – 70.
9. *Пастернак П. С.* Зміна лісових екосистем під впливом аеротехногенного забруднення / П. С. Пастернак, В. П. Ворон // Укр. ботан. журн. – К., 1994. – Т. 51. – № 1. – С. 54 – 60.
10. Фоновое содержание свинца, ртути, мышьяка и кадмия в природных средах (по мировым данным) Сообщение 3 / [Петрухин В. А., Андрианова Г. А., Бурцева Л. В., Виженский В. А. и др.] // Мониторинг фонового загрязнения природных сред. – Л. : Гидрометеиздат, 1986. – Вып. 3. – С. 3 – 27.

11. Фоновое содержание микроэлементов в природных средах (по мировым данным) Сообщение 5 / [Петрухин В. А., Бурцева Л. В., Лапенко Л. А., Чичева Т. Б. и др.] // Мониторинг фонового загрязнения природных сред. – Л. : Гидрометеоиздат, 1989. – Вып. 5. – С. 4 – 30.

12. Фоновое содержание микроэлементов в природных средах (по мировым данным) Сообщение 4 / [Ровинский Ф. Я., Петрухин В. А., Вижевский В. А., Чичева Т. Б. и др.] // Мониторинг фонового загрязнения природных сред. – Л. : Гидрометеоиздат, 1987. – вып. 4. – С. 3 – 50.

13. *Толкачев А. Е.* Поведение тяжелых металлов в миграционной цепи: источник техногенного загрязнения – депонирующие природные среды – культурные растения (на примере юго-восточной части Московской области) / А. Е. Толкачев // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – 1999. – № 1. – С. 34 – 41.

14. *Щетников А. И.* Формирование зоны экогеохимического неблагополучия в районе деятельности алюминиевого завода / А. И. Щетников // Геохимическая экология и биогеохимическое изучение таксонов биосферы : Материалы 4. Российской биогеохимической школы. – М. : Наука, 2003. – С. 103 – 104.

15. *Юшкин Е. И.* Фоновое содержание свинца, ртути, мышьяка и кадмия в природных средах (по мировым данным) Сообщение 2 / Юшкин Е. И., Чичева Т. Б., Лавренева Е. В. // Мониторинг фонового загрязнения природных сред. – Л. : Гидрометеоиздат, 1984. – Вып. 2. – С. 17 – 35.

16. *Voron V. P.* Aerial technogenic soil transformation in the forest ecosystems of the Ukraine / V. P. Voron // Collection of Papers by Ukrainian Members European Society for Soil Conservation. – 1997. – № 3. – P. 45 – 54.

Voron V. P.¹, Leshchenko V. A.²

CONTAMINATION OF SNOW COVER IN THE PINE STANDS OF TECHNOGENIC ZONE OF ZMIIV THERMAL POWER STATION

1. *Ukrainian Research Institute of Forestry & Forest melioration named after G. M. Vysotsky*

2. *Kharkov National Agrarian University named after V. V. Dokuchaev*

Results of researches of snow cover chemism changes in technogenic zone of Zmiiv thermal power station are presented. Under influence of emissions of this enterprise (oxides of sulfur, nitric oxides and ash) in technogenic zone, contents of sulphates, hydrocarbonates and kations of alkaline and heavy metals (especially Cd, Cr and Ni) as well as pH of snow cover increase significantly.

К е у w o r d s : air pollution, chemism of snow, acidity, alkalization, anion, cation, heavy metal.

Ворон В. П.¹, Лещенко В. А.²

ЗАГРЯЗНЕНИЕ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В СОСНЯКАХ ТЕХНОГЕННОЙ ЗОНЫ ЗМИЕВСКОЙ ТЕПЛОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

1. *Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого*

2. *Харьковский национальный аграрный университет им. В. В. Докучаева*

Представлены результаты исследований изменения химизма снежного покрова в техногенной зоне Змиевской тепловой электростанции (ЗТЭС). Под влиянием выбросов этого предприятия (окислов серы, азота и золы) в техногенной зоне существенно увеличивается содержание сульфатов, гидрокарбонатов и катионов щелочных и тяжелых металлов (особенно Cd, Cr и Ni) и pH снежного покрова.

К л ю ч е в ы е с л о в а : загрязнение атмосферы, химизм осадков, кислотность, подщелачивание, анионы, катионы, тяжелые металлы.

Одержано редколегією 2.09.2008 р.