

ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ТАЛОГО ТА ДОЩОВОГО ПОВЕРХНЕВОГО СТОКУ МІСТА (НА ПРИКЛАДІ МІСТА ЖИТОМИРА)

В статті розглянуто вплив урбанізованого ландшафту міста на формування поверхневого стоку і його вплив на водні об'єкти. Наведені гідрохімічні показники якості поверхневого стоку з різних функціональних зон м. Житомира. Для оцінки забруднення поверхневого стоку були вибрані ряд характерних міських водозбірних районів міста: житлові райони, приватний сектор, складські та промислові території, автомагістралі. Проби стічних вод для визначення якісного складу відбирались в місцях випуску поверхневого стоку у водний об'єкт.

Постановка проблеми

Сучасний стан соціально-економічного розвитку України із розвинутою індустріальною інфраструктурою характеризується загостренням екологічного стану навколишнього природного середовища. У зв'язку з цим гостро постає питання забезпечення соціально-екологічного збалансованого безпечного розвитку і функціонування природних та індустріальних екосистем (урбоекосистем) за рахунок виключення потенційно значимих загроз для їх існування.

Серед джерел, які негативно впливають на стан урбанізованих територій, є забруднений поверхневий стік. На сьогодні водойми м. Житомира є водними об'єктами переважно дощового живлення, тому якість їхніх вод значною мірою залежить від якісного складу поверхневого стоку, який в достатній мірі не досліджений, нестабільний і за відсутності його очищення може призвести до замулення водойм і негативного впливу на водні екосистеми.

Аналіз останніх досліджень

Наукові дослідження останніх років показали, що поверхневий стік містить велику кількість забруднюючих речовин, які негативно впливають на флору і фауну природних водойм. До основних забруднюючих компонентів дощових, талих і поливно-мийних вод відносяться: завислі речовини, органічні сполуки, що характеризуються узагальненими показниками БСК та ХСК; нафтопродукти; солі важких металів, біогенні елементи тощо [1].

Детергенти, потрапляючи у водні об'єкти, викликають спінювання, погіршують органолептичні властивості води, порушують процеси кисневого обміну, токсично впливають на фауну, знижують процеси біологічного

окислення органічних речовин, перешкоджають їх біологічній деструкції [2]. В тваринних організмах навіть незначні концентрації СПАР змінюють проникність мембран, здійснюють вплив на кумуляцію різних речовин, у тому числі токсичних. Крім того, СПАР впливають на обмін в організмі амінокислот, глюкози та інших речовин. Відомо, що СПАР здійснюють негативний вплив і на неорганічне середовище та місто як урбосистему: викликають інтенсивну ерозію ґрунтів, збільшують корозію металів, прискорюють старіння залізобетонних конструкцій та інше [3].

Основними забруднюючими компонентами поверхневого стоку, що формується на урбанізованих територіях, є продукти ерозії ґрунту, що змиваються з газонів і відкритих ґрунтових поверхонь, побутове сміття, компоненти дорожніх покриттів і будівельних матеріалів, що зберігаються на відкритих складських майданчиках, що вимиваються, а також нафтопродукти, що потрапляють на поверхню водозбору в результаті несправності автотранспорту й іншої техніки.

Враховуючи різноманіття чинників, які впливають на формування поверхневих стічних вод, характер і ступінь їх забруднення мінеральними і органічними компонентами різного походження, як пріоритетні показники, на які слід орієнтуватися в поверхневому стоці з міських територій, є такі узагальнені показники якості води, як вміст зважених речовин, нафтопродуктів і значення показників БСК і ГДК, які сумарно характеризують присутність легко і важкоокислюючих органічних сполук

Аналіз літературних даних показує, що роботи у цій сфері проводяться переважно на окремих об'єктах і не носять систематичного характеру.

Об'єкти та методика досліджень

У роботі приведені результати досліджень, з вивчення поверхневого стоку з території міста Житомир з 2006 по 2009 роки. За період 2006 – 2009 роки було відібрано 73 проби поверхневого стоку, з них в 24 – в 2006 році, 23 – в 2007 році, 9 в 2008 році, 17 в 2009 році. Відбір проб поверхневого стоку ми проводили в характерних водозбірних точках у місцях випуску води в водний об'єкт.

Дослідження проб проводилися атестованою лабораторією міської санстанції. Визначення концентрації забруднюючих речовин аналізувались такими методами:

завислі речовини (КНД 211.1.4.039-95 гравіметричний метод);

ХСК (КНД 211.1.4.020-95 окислення біхроматом калію);

БСК₅ (КНД 211.1.4.024-95 титрометричний метод);

нафтопродукти (РД 52.24.476-2007 спектрофотометричний в інфрачервоній області спектру);

азот (КНД 211.1.4.030-95 фотометричний метод з реактивом Неслера); залізо загальне (МВВ 081/12-0175-05 фотоколориметричний метод з роданідом);

Характерною рисою урбанізованих територій м. Житомир є зрощення багатоповерхової та приватної забудов, тому при виділенні малих стічних водозборів враховували співвідношення зони індивідуальної та багатоповерхової забудови.

Для оцінки забруднення були вибрані ряд характерних міських водозбірних ландшафтів:

Селітебні ландшафти ;

Приватний сектор;

Складські та промислові ландшафти;

Транспортні ландшафти.

Відбір проб відбувався порціонно. Вивчався аналіз кожної відібраної проби дощових вод інтервалом між відбором проб спочатку дощу дорівнював 5–10 хвилин, а в наступних періодах 20–30 хвилин. Проби талої води визначались шляхом розтопленням сніжної маси. Орієнтовні дані про склад вод отримувався шляхом аналізу проб за період за формулою:

$$C_p = C_{cp} \pm \frac{s^2 t_{0,9}}{\sqrt{n}}, \quad (1)$$

де C_p – розрахунково концентрація забруднюючої речовини у поверхневому стоці, мг / дм³;

C_{cp} – середньоарифметичне значення концентрації в рядах спостережень, мг / дм³;

S^2 – середньоквадратичне відхилення, визначається за формулою:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (C_i - C_{cp})^2}{n}, \quad (2)$$

$t_{0,9}$ – статистичний параметр Стьюдента;

n – кількість рядів спостережень (вимірювань);

C_i – концентрація забруднюючих речовин мг/дм³

Результати досліджень

Особливістю структури міських угідь є їх різноманіття. Вони включають в себе як непроникні і слабопроникні для вбирання води поверхні типу асфальту, бетону, комунальних і промислових забудов, ущільнених майданчиків і т.д., так і проникні території у вигляді газонів, скверів, парків і сільськогосподарських

територій, зайнятих садами і городами. У зв'язку з цим на території міста значно змінюються умови стоку в порівнянні з природними територіями. На непроникних територіях значно знижуються втрати на інфільтрацію, випаровування і зростає поверхневий стік. Тому при оцінці впливу урбанізованих водозборів проводили функціональне зонування території. Зонування території дозволило виділити малі стічні водозбори, які відображали процеси, що відбуваються на території всього водозбору.

Початок весняного стоку в міських умовах починається раніше, ніж у природних. Тривалість його за часом складає 10–20 днів. Це пов'язано з тим, що на центральних вулицях міста дорожнє полотно обробляється різними хімічними реагентами, які прискорюють процес танення крижаної кірки та снігу. У приватному секторі через відсутність хімічного впливу на сніг і наявності деревно-чагарникової рослинності сніг тоне значно повільніше.

Для весняного стоку характерна добова циклічність. Амплітуда добових циклів стоку так само, як і максимального весняного стоку, в місті вища, ніж у природних умовах.

За сезонами року можна виділити два періоди збільшення концентрацій забруднюючих речовин. Перший пік збільшення концентрацій забруднюючих речовин у зливі стоків проявляється навесні, під час танення снігу і льоду в інший в літній період.

Концентрація забруднюючих речовин у весняному поверхневому стоці з міської території не постійна. На початку сніготанення на урбанізованій території сток більш насичений забруднюючими речовинами, ніж наприкінці повені. Причина цього в тому, що в міру формування поверхневого стоку територія «промивається» і надалі, незважаючи на збільшення обсягів стоку концентрації забруднюючих речовин знижуються.

Азот в стоці представлений трьома формами: нітратною, нітритною і амонійною. У стоці з різних елементів міської території характерне переважає амонійної форми азоту, що вказує на слабо протікачі окислювальні процеси. Нітрити представляють собою проміжний етап окислення мінерального азоту. Найменша концентрація мінерального азоту (суми його трьох форм) відзначається в стоці з урбанізованої території (багатоповерхова забудова комунальна).

Значному утриманню мінерального азоту в стоці в межах індивідуальної міської забудови сприяє розкладання господарсько-побутових відходів.

Проаналізувавши отримані нами на урбанізованих водозборах експериментальні дані, наведені в табл. 1, можна зробити ряд важливих висновків.

Таблиця 1. Середні концентрації забруднюючих речовин в період сніготанення, мг/л

Точки відбору	Селітебні ландшафти	Приватні ландшафти	Промислові ландшафти	Транспортні ландшафти
Показники				
Азот амонійний	1,4	1,45	1,9	1,9
Азот нітратний	-	0,04	0,42	0,09
Азот нітритний	0,33	0,23	0	0,370
Фосфор	0,32	0,65	0,50	0,32
БСК5 мгО ₂ /дм ³	7	10	15	14
Залізо	81	85,1	31,3	21,6
Зважені речовини	577	493	1260	400
Нафтопродукти	4,2	3,4	6,3	5,4

Одним з джерел надходження розчиненого фосфору в природні води є стік з міської території, де переважає його мінеральна форма. Формування загального фосфору на міській території у визначальній мірі залежить від щільності населення та інтенсивності автомобільного руху. Концентрація фосфатів у поверхневому стоці коливається у великих межах. Найбільший змив припадає на приватний сектор, де змив сполук фосфору приблизно в 3 рази більшим, ніж у стоці з інших ділянок міста.

Про зміст розчинної органічної речовини в стоці з міської території можна судити за такими показниками, як хімічне споживання кисню (ХСК), біохімічне споживання кисню (БПК5). Поверхневий стік з міської території відрізняється більшою кількістю органічної речовини. Це обумовлює його велике окислення. Кисневий режим у весняному поверхневому стоці з досліджуваною територією в цілому задовільний, незважаючи на значний вміст органічних і неорганічних домішок. Зниження запасів розчиненого кисню зменшується в наслідок інтенсивного перемішування стоку та розтіканню по поверхні, що сприяє його аерації.

Вміст нафтопродуктів у поверхневому стоці з міської території значно перевищують ГДК. Найбільші концентрації цієї речовини спостерігаються в стоці з територій, де переважає багатоповерхова забудова. Це пов'язано з великою площею твердих покриттів, інтенсивним рухом автотранспорту і акумуляцією нафтопродуктів в сніговому покриві в період, що передують сніготаненню. Якісний склад поверхневого стоку, що формується на цих територіях, також залежить від стану дорожнього полотна та інтенсивності руху автотранспорту.

Найбільший внесок у збільшення кількості зважених часток в поверхневих водах привносить сучасне ведення житлово-комунального господарства. У зв'язку з нестачею матеріальних коштів часто піщана основа протиожиледних сумішей вчасно не прибирається. Тому з першими відлигами в річках нижче м.

Житомир зростає каламутність, а на льоду в місцях спуску поверхневого стоку утворюються своєрідні конуси виносу.

Другий пік збільшення концентрації забруднюючих речовин, що надходять з поверхневим стоком з урбанізованих територій м. Житомир припадає на період формування дощового зливового стоку в теплий період року (таблиця 2).

Таблиця 2. Середня концентрація забруднюючих речовин в дощовому стоці в літній період, мг/л

Точки відбору	Селітебні ландшафти	Приватні ландшафти	Промислові ландшафти	Транспортні ландшафти
Показники				
Азот амонійний	0	1,6	0	0
Азот нітратний	0,58	0,7	0	0,62
Азот нітриг ний	0	0	1,1	0
Фосфор	0,9	4,1	4,8	0,8
БСК5 мгО2/дм ³	73	28	70	71
Залізо	16,8	32	15,6	26
Зважені речовини	581	911	1345	1076
Нафтопродукти	3,6	1,5	8,5	15,6

Отримані нами результати показали, що найбільшої небезпеки для водних джерел привносить випадіння короткочасних, але інтенсивних зливових дощів. В результаті зростає концентрація забруднюючих речовин в порівнянні з річковими та підземними водами. Особливо високі концентрації сполук фосфору, азоту, нафтопродуктів, які перевищують ГДК.

Для «вимивання» забруднюючих речовин із ґрунту, дорожнього полотна, з дахів будівель і змиву з газонів достатньо 10–15 хвилин інтенсивного випадіння атмосферних опадів.

Вміст розчинених речовин у літньому зливовому стоці з урбанізованих територій поступається змістом талому сніговому стоку. Пояснюється це тим, що в зимовий період відбувається накопичення хімічних елементів протягом більш тривалого часу. Влітку ж, під час випадання злив, відбувається періодичний змив забруднення з водозбору. Чим частіше спостерігаються інтенсивні зливи, тим менше концентрації розчинених та завислих речовин у зливових стоках.

У зливові стоки з міської території, так само як і у весняному, азот міститься в трьох формах. Однак, якщо у весняний період на території міста переважає процес накопичення амонійного азоту, що є кінцевим продуктом розпаду білкових сполук які утворюються при спалюванні вугілля і нафтопродуктів, то в теплий період відбувається накопичення нітратного азоту, що є кінцевим продуктом процесу нітрифікації.

Зливові стоки, що утворилися на території з переважаанням індивідуальної міської забудови, вміст розчиненого фосфору більшим, ніж з території, де переважає багатоповерхова забудова.

У органічному комплексі зливого стоку переважає легко окислювальна органічна речовина. Збільшення органіки в поверхневому стоці у поєднанні з підвищенням температури повітря в районі міської багатоповерхової забудови і асфальтованої частини негативно позначається на його кисневий режим. Тут відзначений дефіцит розчиненого у воді кисню.

У літній період вміст нафтопродуктів у зливових стоках з території зон багатоповерхової та індивідуальної міських забудов помітно знижується в порівнянні з періодом весняної повені. Винятком є території, де переважають зони багатоповерхової забудови з асфальтованими вулицями та інтенсивним транспортним навантаженням.

Кількість завислих речовин у зливовому стоці з міських територій нижча, ніж у весняному. Це пов'язано з тим, що на водозбір не надходить пісок, який поступає в зимовий період в складі протижеледних сумішей, та більшим захистом ґрунту трав'янистою рослинністю в порівнянні з весняним періодом.

Висновки

1. Відведення поверхневого стоку з міських територій і майданчиків підприємств у водні об'єкти повинні враховувати специфічні умови його формування: епізодичності випадання атмосферних опадів, різкої зміни витрат і концентрації стоків в часі, залежності хімічного складу від функціонального призначення і ступеня впорядкування території.

2. При розробці водозахисних заходів щодо запобігання забрудненню водних об'єктів поверхневим стоком з міських територій в першу чергу повинні бути визначені: території, стік з яких необхідно піддавати очищенню; період одноразового перевищення розрахункової інтенсивності дощів; необхідна ступінь очищення і умови випуску у водний об'єкт.

3. На очисні споруди слід відводити поверхневий стік з міських територій, відмінних значною величиною навантаження по забруднюючих речовинами, тобто від промислових зон, районів багатоповерхової житлової забудови з інтенсивним рухом автотранспорту і пішоходів, крупних транспортних магістралей, торгових центрів. При цьому, відведення поверхневого стоку з промислових майданчиків і житлових зон через дощову каналізацію повинно виключати надходження в неї господарсько-побутових стічних вод і промислових відходів.

Перспективи подальших досліджень

Слід зосередити увагу на розробці методів і математичних моделей вибору оптимальних параметрів заходів щодо захисту водних об'єктів від забруднення поверхневим стоком з урбанізованих територій. Виробити апробацію розробленої методики на прикладі конкретного водозбору і оцінити її економічну ефективність.

Література

1. Алексеев М.И. Оценка загрязненности дождевого стока и выбор рациональных технологий его очистки / М.И. Алексеев, В.П. Верхотуров, О.М. Ильина // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2003. – № 7. – С. 103–108.
 2. Кучерявий В.П. Урбоекологія / В.П. Кучерявий. – Львів: Світ, 1999. – 360 с.
 3. Косач П.В. Формирование и очистка поверхностных и моечных сточных вод (на примере Москвы) / П.В. Косач, Е.В. Алексеев // Сантехника. – 2001. – № 3. – С. 50–53.
-
-