https://doi.org/10.36100/dorogimosti2020.21.095

УДК 625.745.1:691

Гаврищук В. В.,[1] *https://orcid.org/0000-0003-3164-4426*
Каськів В. І.,[2] *кан.техн. наук, доц., https://orcid.org/0000-0002-8074-6798*

[1] *ТОВ «АКО Будівельні Елементи Лтд», м. Київ, Україна*
[2] *Державне підприємство «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна (ДП «ДерждорНДІ»), м. Київ, Україна*

ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМ ПОВЕРХНЕВОГО ВОДОВІДВЕДЕННЯ, ЯК СКЛАДОВОЇ КОМПЛЕКСУ ОЧИСНИХ СПОРУД НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ

Анотація

Вступ. Надано аналіз останніх досліджень щодо забруднення поверхневих стічних вод з проїзної частини автомобільних доріг. Визначено перспективу застосування в Україні систем поверхневого водовідведення у складі комплексу з очищення забрудненого стоку.

Проблематика. Однією з передумов ефективного функціонування заходів щодо мінімізації впливу автомобільного транспорту на навколишнє середовище є застосування ефективного водовідведення з проїзної частини автомобільних доріг. Мінімізація винесення забруднюючих речовин на ґрунтові поверхні за рахунок застосування сучасних систем водовідведення у комплексі санітарно-технічних заходів.

Мета. Провести аналіз доцільності проєктування систем поверхневого водовідведення, як складової комплексу очисних споруд на автомобільних дорогах загального користування. Провести аналіз існуючих методів очищення поверхневого стоку.

Матеріали та методи. Аналіз інформаційних джерел щодо застосування систем поверхневого водовідведення на автомобільних дорогах. Аналітичні дослідження ефективності заходів щодо мінімізації впливів автомобільного транспорту на навколишнє середовище.

Результати. Визначено перспективні напрямки підвищення ефективності природоохоронних заходів. Вивчено питання мінімізації впливу на навколишнє середовище забрудненого поверхневого стоку з проїзної часини. Досліджено основні переваги впровадження сучасних рішень із водовідведення. Визначено фактичну величину впливу транспорту на навколишнє середовище.

Висновки. Аналіз інформаційних джерел щодо застосування систем поверхневого водовідведення показав економічну та технічну доцільність, при впровадженні комплексних санітарно-технічних заходів можливо суттєво зменшити негативний вплив автомобільного транспорту на ґрунтове та водне середовища. Ефективний збір поверхневого стоку є першим з кроків для зниження забруднення навколишнього середовища.

Ключові слова: автомобільна дорога, автомобільний транспорт, важкі метали, водовідвідний канал, гранично-допустима концентрація, забруднення, нафтопродукти, очисна споруда.

Вступ

Актуальність поставленої проблеми. Проєктування автомобільних доріг складний процес, сновною задачею якого є вирішення технічних, економічних та екологічних завдань пов'язаних із будівництвом та експлуатацією доріг. Проєктні рішення щодо забезпечення екологічної безпеки та запобігання негативним наслідкам впливів автомобільної дороги на навколишнє середовище приймають на основі порівняння техніко-економічних варіантів будівництва, у тому числі витрат на впровадження природоохоронних заходів і компенсацію екологічних збитків.Автомобільна дорога та автомобільний транспорт є джерелом забруднення навколишнього середовища нафтопродуктами, важкими металами, завислими речовинами, пилом, який утворюється при зносі автомобільних шин або покриття, протиожеледними матеріалами тощо. Традиційні методи не зменшують небезпеку впливу забруднюючих речовин, а лише локалізують максимальну концентрацію забруднення в умовній смузі відведення. Переважна кількість автомобільних доріг прокладені через сільськогосподарські угіддя, забруднення ґрунтів та рослинності в придорожній смузі буде мати негативні наслідки для людей та тварин. Частина продуктів згоряння палива в двигунах не розкладаються в навколишньому середовищі, інша частина випаровується та випадає разом з опадами, для яких є характерним зміна рівня pH.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Технічні рішення щодо проєктування автомобільних доріг регламентуються будівельними нормами [1], також регламентуються і екологічні вимоги [2–12]. Проте, вищенаведені нормативні документи не регламентують водовідведення як комплекс інженерно-санітарних заходів, які впливають на мінімізацію негативного впливу автомобільного транспорту на навколишнє середовище.

Мета роботи. Провести аналіз доцільності проєктування систем поверхневого водовідведення, як складової комплексу очисних споруд на автомобільних дорогах загального користування. Визначити вплив на мінімізацію затрат при розрахунку смуги відведення автомобільної дороги. Провести аналіз існуючих методів очищення поверхневого стоку.

Основна частина

Водовідведення — сукупність санітарно-технічних заходів, які забезпечують відведення стічних вод із територій населених пунктів або промислових підприємств. Фактично поверхневе водовідведення на автомобільній дорозі є складовою комплексу з очищення забрудненого поверхневого стоку.

Питання водовідведення з покриття автомобільних доріг в інженерній практиці України не є вирішеним. Лише при заміні традиційних рішень на сучасні можливо досягти високих показників у вирішенні питань:

– зменшення величини поперечного профілю, за рахунок відсутності потреби у влаштуванні кювету чи відкритого лотка;

– зниження забруднення укосів земляного полотна та інфільтрації забрудненого поверхневого стоку при потраплянні на водопроникну поверхню;

– підвищення ефективності очищення стічних вод, найбільш забрудненими є перші порції поверхневого стоку, але при потраплянні їх в кювет саме вони будуть максимально всмоктуватись в ґрунт;

– водовідведення з покриття та унеможливлення потрапляння поверхневого стоку в основу дорожнього одягу, що забезпечує міцність конструкції;

– розрахунковий строк експлуатації суттєво збільшений порівняно з традиційними рішеннями.

Під час будівництва автомобільної дороги у насипі поверхневе застосування лінійного водовідведення у вигляді каналів з решітками дає можливість зменшити величину поперечного профілю автомобільної дороги за рахунок відсутності потреби у влаштуванні канав (рис. 1) [1, 13].

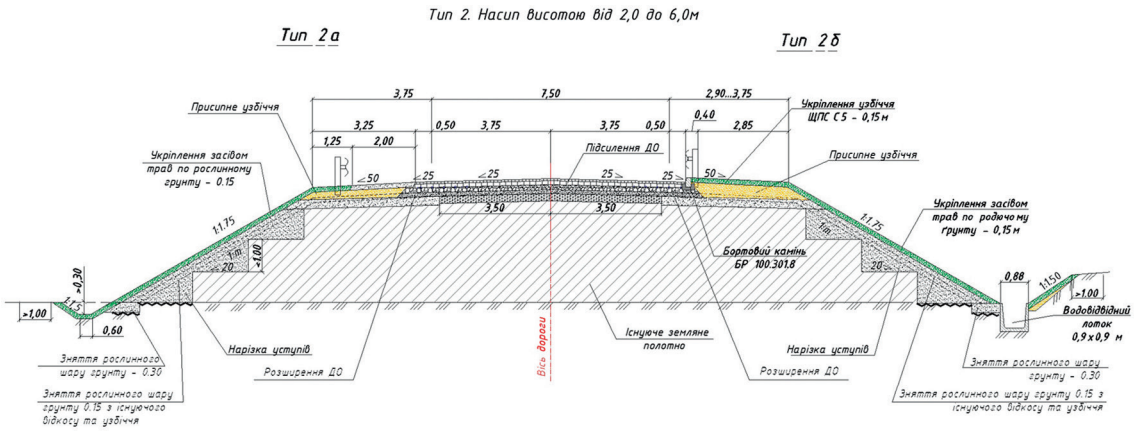

Рисунок 1 — Типовий поперечний профіль автомобільної дороги (II категорія)

Зокрема, застосування водовідвідних каналів впливає на (рис. 2):

– відсутність потреби у використанні бордюрного каменю;

– зменшення тривалості знаходження стоку на покритті і, як наслідок, зниження можливості виникнення аквапланування.

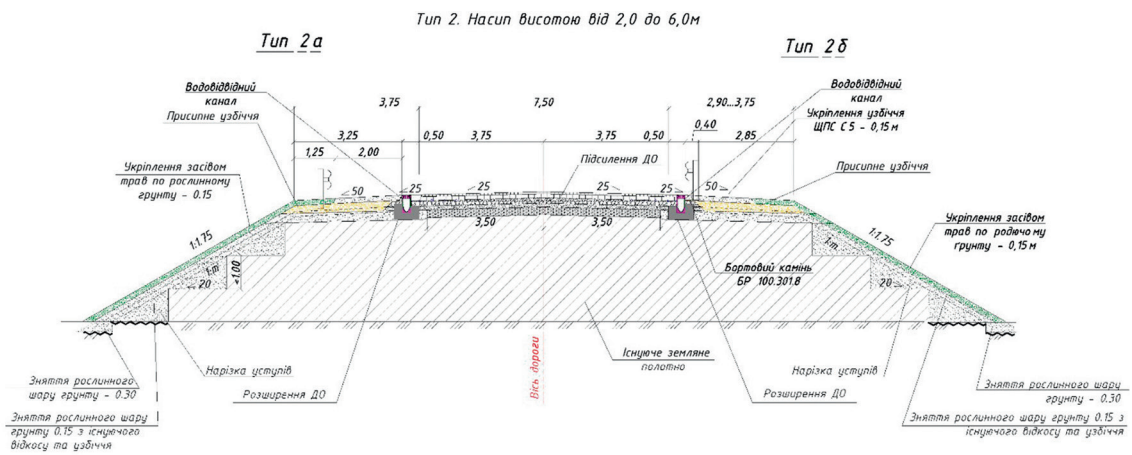

Рисунок 2 — Поперечний профіль автомобільної дороги із застосуванням водовідвідних каналів (II категорія)

У виїмці ситуація з водовідведенням є складнішою. Стандартна схема проєктування дороги у виїмці має суттєвий вплив на ефективність роботи очисних споруд. Забруднені нафтопродуктами та важкими металами поверхневі стоки з автомобільних доріг після

відведення з проїзної частини відводяться у лоток, який одночасно приймає стоки з укосу виїмки — забрудненого лише завислими речовинами та сміттям (рис. 3).

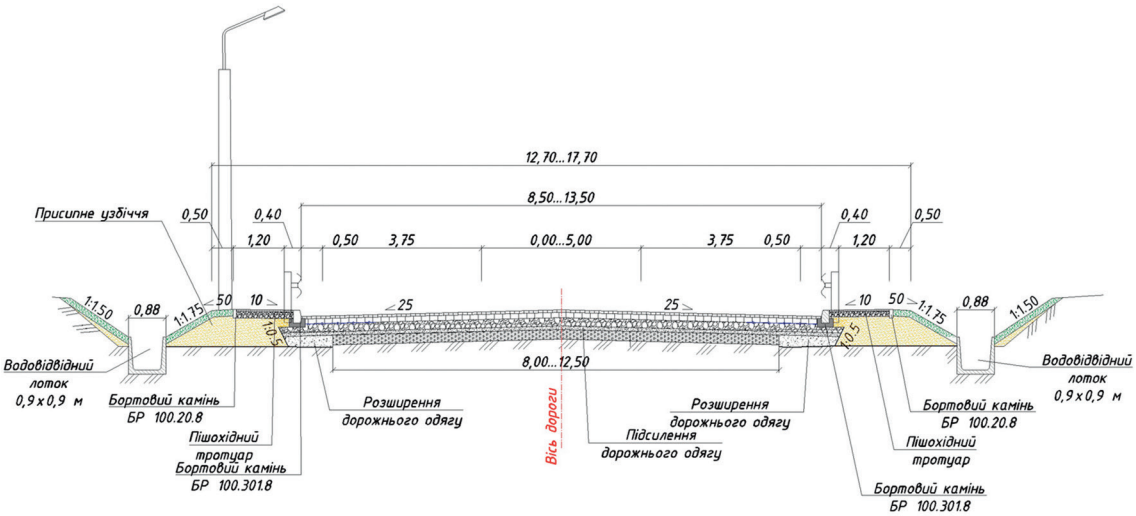

Рисунок 3 — Типовий поперечний профіль автомобільної дороги (ІІ категорія)

Очисні споруди [4, 14, 15] працюють на очищення найбільш забрудненої частини стоку від завислих речовин у нафтопродуктів. Фактично отримаємо з укосів виїмки органічні рештки, які очистити традиційними методами для дощової каналізації не можливо. Тому, дані стоки потрібно розділяти: поверхневий стік із поверхні проїзної частини відводити на очисні споруди дощового стоку, а стоки з укосів виїмки відводити дорожньою канавою (рис. 4).

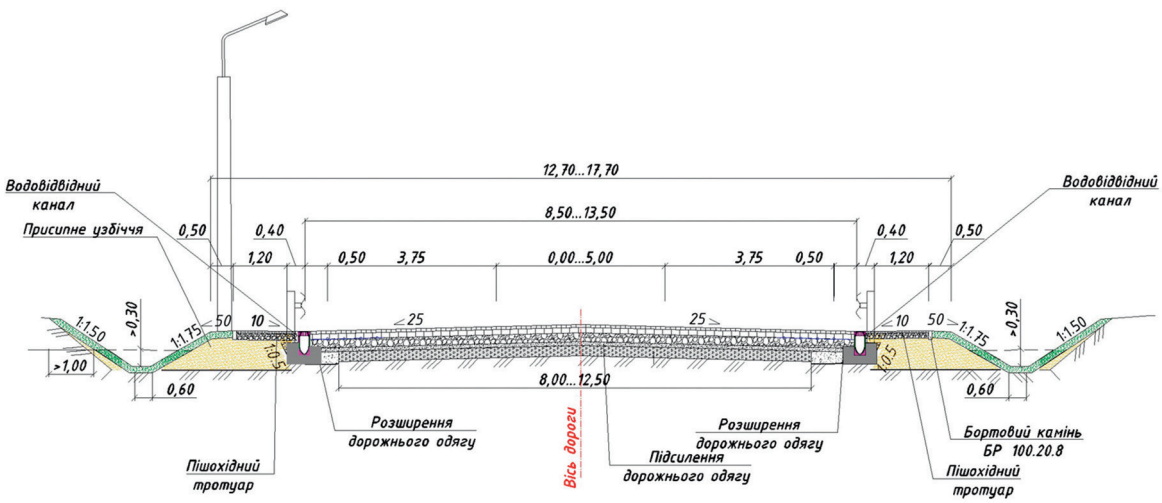

Рисунок 4 — Поперечний профіль автомобільної дороги із застосуванням водовідвідних каналів (ІІ категорія)

Для доріг ІІ категорії та при висоті насипу або глибині виїмки 3 м, економія на землевідведенні складатиме 8–17 %.

Оцінка величини забруднення навколишнього середовища автомобільним транспортом

Вирішення питання мінімізації забруднень ґрунтового та водного середовищ смуги відведення автомобільної дороги складається з ефективного збору забрудненого стоку з водонепроникних покриттів їх транспортування, очищення та утилізації очищеного стоку. Автомобільний транспорт в Україні використовується для транспортування майже ¾ всіх вантажних перевезень [16] (рис. 5).

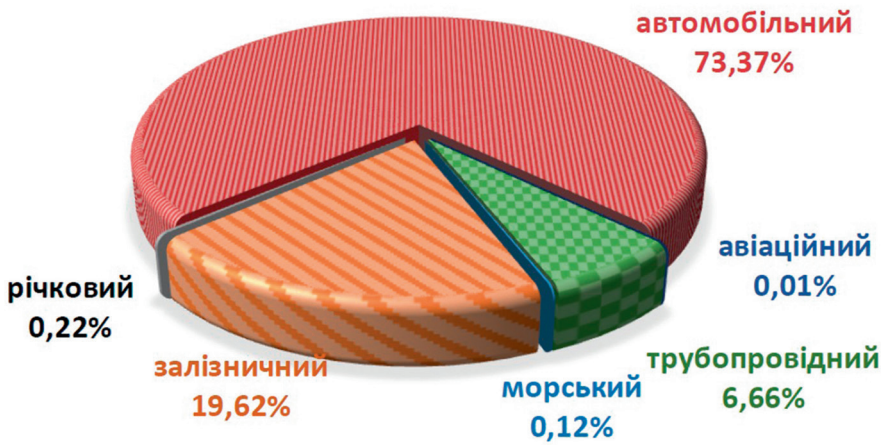

Рисунок 5 — Питома вага видів транспорту в перевезенні вантажів у 2018 році

Згідно з статистичними даними вантажообіг на автомобільному транспорті 24 010,2 млн ткм [16] (рис. 6).

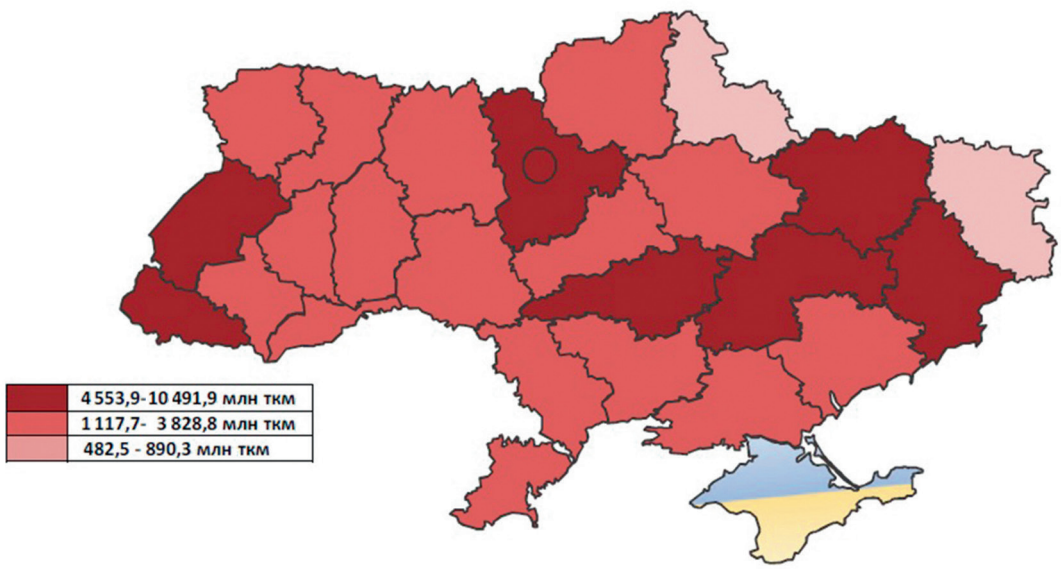

Рисунок 6 — Перевезення вантажів автомобільним транспортом у 2018 році

Щодо пасажирських перевезень, то за статистичними даними [16] він становить біля 43 % від загальної кількості (рис. 7).

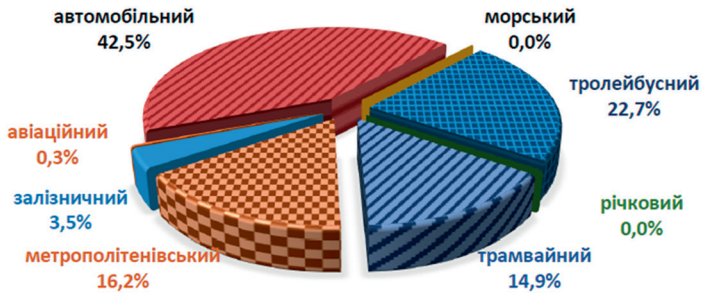

Рисунок 7 — Питома вага видів транспорту в перевезенні пасажирів у 2018 році

Загальна величина пасажирських перевезень в межах України у 2018 році — 34 560 млн пас. км з урахуванням розподілу по регіонам (рис. 8).

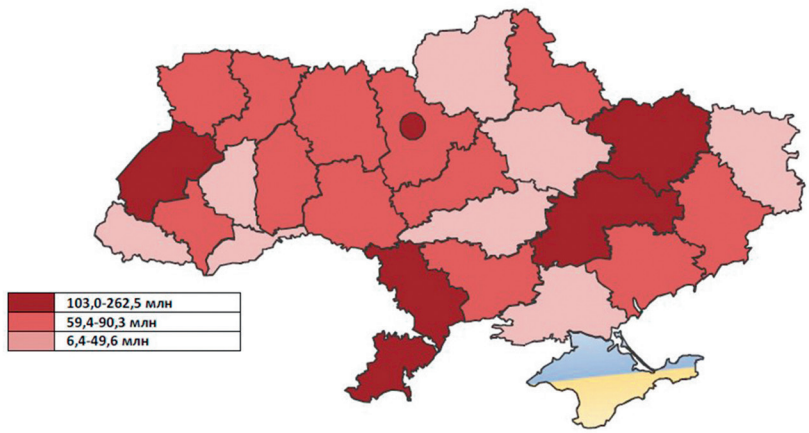

Рисунок 8 — Перевезення пасажирів автомобільним транспортом у 2018 році

Враховуючи статистичні дані [16] та методику розрахунку забруднюючих речовин [17], без урахування легкових автомобілів, які знаходяться у приватному користуванні маємо наступні дані забруднення за 2018 рік (табл. 1).

Таблиця 1

Величина забруднення від вантажного та пасажирського транспорту за 2018 рік в тоннах

Групи автомобілів	Вид палива	CO	НМЛОС	CH_4	NO_2	C	N_2O	NH_3	CO_2	SO_2	Pb	Бензопірен
А	Б	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Вантажні автомобілі	бензин	70 240,9	5 953,3	240.6	4 060,8	-	7,3	0,8	664 892,9	208,9	2,7	-
	ДП	8 389,7	1 260,8	54.1	4 608.9	1 070,7	18,5	-	484 838,7	664,4	-	4,6
	Газ скр.	5 046,0	705,3	-	291,7	-	-	-	-	15,0	-	-
	Газ стис.	2 237,3	340,6	-	370,1	-	-	-	-	-	-	-

Кінець таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Пасажирські автобуси	бензин	1 750,7	142,8	5,8	92,5	-	0,2	0,0	15 950,6	5,0	0,1	-
	ДП	207,9	30,2	1,3	109,2	25,7	0,4	-	11 631,2	15,9	-	0,1
	Газ скр.	125,8	17,7	-	6,6	-	-	-	-	0,4	-	-
	Газ стис.	54,2	8,8	-	8,6	-	-	-	-	-	-	-

При розрахунку не врахований технічний стан та вік автомобільного транспорту, так як дана інформація в офіційних джерелах відсутня.

CO — оксид вуглецю; NH_3 — аміак; CH_4 — метан; N_2O — оксид азоту; C — сажа; NO_2 — діоксид азоту; SO_2 — діоксид сірки; Pb — свинець; CO_2 — вуглекислий газ (двоокис вуглецю); НМЛОС — неметанові леткі органічні сполуки.

Оксид вуглецю (CO_2) утворюється в результаті спалювання викопних видів палива, це основна компонента, що є причиною «парникового ефекту». У результаті неповного згоряння виділяється також монооксид вуглецю CO — токсичний газ, який шкідливо впливає на серцево-судинну систему людини. Діоксид сірки SO_2 — один з найбільш токсичних газоподібних викидів енергоустановок, який складає більше 90 % викидів сірчистих сполук із димовими газами котлоагрегатів (решта — SO_3). Діоксид сірки впливає на окислення, руйнує матеріали, шкідливо впливає на здоров'я людини. Тривалість його перебування в атмосфері відносно невелика: у порівняно чистому повітрі — 15–20 діб, у присутності великої кількості аміаку й інших речовин — декілька годин. При наявності кисню SO_2 переходить в SO_3 і, взаємодіючи з водою, утворює сірчану кислоту. Кінцеві продукти зазначених реакцій розподіляються таким чином: у вигляді опадів на поверхню літосфери — 43 %, на поверхню гідросфери — 13 %; поглинається: рослинами — 12 %, поверхнею гідросфери — 13 %. Накопичення сірковмісних сполук в основному відбувається у Світовому океані. Вплив цих продуктів на людей, тварини, рослини та інші речовини різноманітний і залежить від їх концентрації та багатьох факторів навколишнього середовища. Оксиди азоту (NO_x) утворюються при спалюванні палива, що містять азотні сполуки, а також тих, що не містять, за рахунок окислення азоту повітря. Азот утворює з киснем ряд сполук (N_2O, NO, N_2O_3, NO_2, N_2O_4 и N_2O_5), властивості яких, активність і тривалість існування різні та слабо залежать від виду і складу палива. Сумарну кількість оксидів азоту зводять до NO_2. Їх концентрація визначається режимом та організацією процесів горіння палива. Оксиди азоту шкідливо впливають на здоров'я людини, є одним із чинників утворення парникового ефекту та руйнуванню озонового шару. Крім того, оксиди азоту викликають «вимирання лісів», кислотні дощі тощо. Метан (CH_4) утворюється в результаті згоряння нафтопродуктів. Метан є також одним із газів, які впливають на виникнення парникового ефекту. Опади та кислотні дощі також пов'язані з наявністю в атмосфері аерозолів та оксидів SO_2, NO_2. Кліматичний цикл випадіння опадів має життєво важливе значення для всього людства та великомасштабні впливи на цей процес можуть призвести до дуже серйозних негативних наслідків. Проявом подібних впливів, що отримав досить широке поширення, є кислотні дощі, що мають низькі значення pH. Зміна значення pH опадів може викликати багато проблем, пов'язаних із біосферою; аналіз цих проблем на кількісному рівні становить у теперішній час область інтенсивних досліджень.

Враховуючи легкові автомобілі з імовірністю пробігу біля 15 тис. км/рік забруднення мережі автомобільних доріг лише свинцем сягатиме біля 4 т/рік.

Згідно з Законом України «Про заборону ввезення і реалізації на території України етилованого бензину та свинцевих добавок до бензину» у чинній редакції від 07.06.2013 на території України забороняється реалізація на етилованого бензину. Між тим, постанова Кабінету міністрів України від 1 серпня 2013 року № 927 «Про затвердження Технічного регламенту щодо вимог до автомобільних бензинів, дизельного, суднових та котельних палив» регламентує концентрацію свинцю у бензині для екологічних класів Євро 3 – Євро 5 не більше 5 мг/дм^3. Крім того, як свідчать результати торгів на електронній системі державних закупівель «Prozzoro» [32] — етилований бензин реалізується (використовують термін — «етильований бензин» із вмістом свинцю не більше ніж 0,15 г/л, тому забруднення свинцем придорожньої смуги потрібно враховувати.

У роботі [18] досліджено, що викиди відпрацьованого палива від автомобільного транспорту окрім вищенаведених містять: формальдегід, кадмій, нікель, хром, мідь тощо. Дані забруднення осідають на покритті, біля 30 %, 40 % — в атмосфері [19, 20].

Згідно з інформацією Міністерства інфраструктури України [21] 79 % автомобільних доріг становлять покриття капітального та удосконаленого перехідного типу (рис. 9), які є водонепроникними покриттями [22]. Водонепроникні покриття характеризуються великим показником стоку від загальної кількості опадів в межах 80–95 %.

Рисунок 9 — Розподіл автомобільних доріг за типами покриття

На прикладі забруднення свинцем доцільно стверджувати про потребу ефективної системи водовідведення, як санітарного заходу щодо унеможливлення потрапляння забруднень автотранспорту у водне та ґрунтове навколишнє середовище.

Забруднення водного середовища. Водні ресурси є стратегічним, життєво важливим природним ресурсом, що має особливе значення. Україна належить до держав з недостатнім забезпеченням водними ресурсами. Україна — одна з найменш водозабезпечених країн Європи. Водні об’єкти України вкривають 24,2 тис. км^2, що становить 4,0 % від її загальної території (603,7 тис. км^2). До цих об’єктів належать річки, озера, водосховища, ставки, канали тощо. Територія України має не дуже густу річкову мережу (середнє значення — 0,34 км^2). Традиційно вода розглядається та використовується тільки як господарський ресурс для промислового і сільськогосподарського виробництва, отримання електроенергії, а також для скидання стічних вод [23].

Здійснення водогосподарської політики в нашій країні протягом десятиліть

розглядається як основа життєзабезпечення природних екосистем і людини, що зрештою і призвело до вичерпання природно-екологічного потенціалу водних ресурсів. Нині майже у всіх розвинених країнах світу охорона навколишнього природного середовища та раціональне використання природних ресурсів стали пріоритетами стратегії державотворення. Впровадження ефективних рішень, щодо мінімізації забруднень є основним критерієм будь-якого проєкту.

В Україні найбільше досліджують вплив автомобільних доріг і транспорту на забруднення атмосферного повітря. Саме у цьому напрямку проведено наукові фундаментальні дослідження, щодо зменшення техногенного навантаження на повітряний басейн автомобільним транспортом. Одними з перших проблему забруднення повітря м. Києва, можливі зміни його складу, під дією викидів автотранспорту досліджували науковці: Берлянд М. Е., Тищенко Н. Ф., Стольберг Ф. В. Роботи Денисова В. Н. та Рогалева В. А дозволили дати більш якісну оцінку в області забруднення атмосферного повітря відпрацьованими газами автомобільного транспорту. Вплив рельєфу і типу місцевості на процеси розсіювання сполук детально досліджено в працях Скопецького В. В., Хруща В. К. та ін. У Національному транспортному університеті питання впливу автомобільної дороги на придорожнє середовище відображені в роботах Гутаревича Ю. Ф., Зеркалова Д. В., Корпача А. О., Матейчика В. П. Впливи процесів будівництва, ремонту та експлуатації автомобільних доріг вивчені такими науковцями: Савенко В. Я., Славінська О. С., Скорченко В. Ф., Мозговий В. В., Проник О. Ю. та ін. Кафедра екології та безпеки життєдіяльності займається моделюванням і прогнозуванням рівня забруднення придорожнього середовища транспортними потоками [24].

Будівництво та експлуатація автомобільних доріг супроводжується прямим та опосередкованим впливом на водні об’єкти. Забруднення відбувається внаслідок надходження дощового стоку та талих вод з поверхні покриття. [2, 4–6, 8, 14, 15, 18, 25–28]. Токсичні компоненти відпрацьованих газів і пари палива утворюють в атмосфері смог, який, насичуючись парами води, осідає у вигляді туманів або випадає з опадами (дощ, сніг), потрапляючи таким чином до водойм чи у ґрунт [26, 27]. Допустимі концентрації забруднення залежно від типу водного об’єкта наведені у табл. 2. [9].

Таблиця 2

Допустимі величини показників якості стічних вод і води водойм

Ч. ч.	Найменування речовини	ГДК шкідливих речовин у воді водних об'єктів ($г/м^3$)	
		господарсько-питного водопостачання	рибогосподарського призначення
1	2	3	4
1	Бензопірен	0,000005	—
2	Кадмій	0,001	0,005
3	Мідь	0,1	0,005
4	Метанол	3	0,100
5	Нафта та нафтопродукти	0,3	0,050
6	Нікель	0,1	0,010
7	Свинець	0,03	0,100
8	Формальдегід	0,05	0,010

Кінець таблиці 2

1	2	3	4
9	Хром	0,05	0,001
10	Цинк	1	0,010

Загальна кількість штучних споруд на автомобільних дорогах загального користування становить 16 156 шт., з них через водні об'єкти — 5 977 шт. з урахуванням обстежених на кінець 2017 року, загальна протяжність мостів складає 151 978,73 метрів погонної довжини (75 % від загальної кількості) [29]. Протяжність мостів, з яких здійснюється відведення поверхневого стоку у водойми у співвідношенні до протяжності автомобільних доріг з капітальними чи удосконаленими типами покриттів становить менше 0,5 %. Тому, санітарно-технічні заходи для забезпечення ГДК водних об'єктів (табл. 2) повинні стати пріоритетними.

Забруднення ґрунтового середовища. Техногенний вплив автомобільної дороги та транспорту на ґрунтове середовище в Україні нормується лише частково. Характерними впливами в нормативних документах [8, 10, 12, 21] є забруднення свинцем та вплив будівництва на стійкість ґрунтів, їх ерозію та ін.

Очищення поверхневих стічних вод описане в [4–6, 9, 12, 14, 15, 22, 25, 26, 28] не має підтвердженої ефективності. Рішення для очищення наведені вище не можуть дати потрібного результату, який би забезпечив ступені очищення регламентовані [9]. Фактично очисні споруди, які застосовуються на ринку України направлені на очищення 2-х показників залишків нафти та нафтопродуктів (бензин та дизельне паливо) та завислих речовин. Очищення від важких металів фактично не нормується, дослідження в даному напрямку в Україні не проводяться. Ступінь очищення поверхневих стічних вод для відведення на рельєф чи інфільтрацію в ґрунт в Україні не нормується. Очищення від важких металів не забезпечуються традиційними рішеннями: гравітаційними, коалесцентними чи механічними. Величина забруднення нормується залежно від подальшого використання стоку, відповідно до з [31] очисні споруди поділяють на 2 класи за ступенем очищення:

– 1 — забезпечує ступінь очищення до вимог відведення в каналізаційну мережу;

– 2 — забезпечує ступінь очищення при якому можливе їх застосування, як першого ступеню очищення в комплексних очисних спорудах.

Ступінь очищення поверхневих стоків з автомобільних доріг, які потрапляють в ґрунти: на поверхню або шляхом фільтрації повинні відповідати ступеню очищення не меншому ніж дані таблиці 2. Ці стоки фактично є одним із основних джерел живлення верхнього горизонту ґрунтових вод, які можуть використовуватись як джерело водопостачання.

Висновки

У роботі проведено аналіз доцільності проєктування систем поверхневого водовідведення, як складової комплексу очисних споруд на автомобільних дорогах загального користування. На основі аналізу вантажного та пасажирського транспортних переміщень виконано аналіз техногенного впливу автомобільної дороги на навколишнє середовище. Сучасні рішення з водовідведення дають можливість: зменшення величини поперечного профілю, землевідведення, за рахунок відсутності потреби у влаштуванні дорожньої канави чи відкритого лотка на 8–17 %, при висоті насипу чи глибині виїмки до 3 м. Зниження забруднення укосів земляного полотна та мінімізації інфільтрації забрудненого поверхневого стоку; унеможливлюють всмоктування забруднюючих речовин у кюветах.

Виконано аналіз вимог до локальних очисних споруд, оцінено недоліки та неефективність традиційних методів очищення дощового стоку. Рекомендується для фільтрації стоків у ґрунт або відведення на рельєф застосовувати ГДК, які регламетуються для водойм.

Список літератури

1. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування Частина ІІ. Будівництво. Київ, 2015. 104 с. (Інформація та документація).
2. ГБН В.2.3-218-007:2012. Споруди транспорту. Екологічні вимоги до автомобільних доріг. Проектування. Київ, 2012, 25 с. (Інформація та документація).
3. ГБН В.2.3-218-540:2012 Споруди транспорту. Охорона довкілля при будівництві, ремонті та експлуатаційному утриманні автомобільних доріг. Київ, 2012, 17 с. (Інформація та документація).
4. ДСТУ 3013-95 Система стандартів у галузі охорони навколишнього середовища та раціонального використання ресурсів. Гідросфера. Правила контролю за відведенням дощових і снігових стічних вод з територій міст і промислових підприємств. Київ, 1995, 17 с. (Інформація та документація).
5. ДСТУ-Н Б В.2.5-71:2013 Споруди для очищення поверхневих стічних вод. Настанова з проектування (СН 496-77, MOD). Київ, 2014, 30 с. (Інформація та документація).
6. ДСТУ 8691:2016 Стічні води. Настанови щодо встановлення технологічних нормативів відведення дощових стічних вод у водні об`єкти Київ, 2016. 28 с. (Інформація та документація).
7. М 218-02070915-254-2004 Методика екологічних вишукувань при проектуванні автомобільних доріг. Київ, 2004. 8 с.
8. МП 218-03449261-610:2006 Методичний посібник з охорони навколишнього природного середовища та раціонального використання земельних ресурсів. Київ, 2006, 29 с. (Інформація та документація).
9. Правила приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України : Наказ Держбуду від 19.02.2002 N 37 // База даних Законодавство України / Верховна рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0403-02 (дата звернення: 20.04.2020).
10. М 218-02071168-626:2007 Методика оцінки екологічного впливу автомобільної дороги на навколишнє середовище. Київ, 2007, 20 с. (Інформація та документація).
11. М 218-02070915-630:2007 Методика комплексної оцінки будівництва та реконструкції автомобільних доріг з урахуванням соціально-економічної та екологічної ефективності. Київ, 2007, 16 с. (Інформація та документація).
12. Р Б.2.2-218-03450778-310-2004. Рекомендації по запобіганню забруднення довкілля поверхневими стоками з автомобільних доріг. Київ, 2004, 10 с. (Інформація та документація).
13. Р В.2.3-218-02070915-206-2003 Рекомендації по призначенню розмірів смуги відведення для доріг різних категорій. Київ, 2003, 14 с. (Інформація та документація).
14. Дикаревский В.С., Курганов А.М., Нечаев А.П., Алексеев М.И. Отведение и очистка поверхностных сточных вод: Учеб. пособие для вузов. Л., 1990. 224 с.
15. Р В.2.3-218-03450778-783:2011 Рекомендації з вибору та застосування технологічних схем відведення та очищення стоків з поверхні автомобільних доріг і штучних споруд. Київ, 2011, 37 с. (Інформація та документація).
16. Транспорт і зв'язок України. Статистичний збірник / Державна служба статистики України. Київ, 2019. 153 с.

17. Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин та парникових газів у повітря від транспортних засобів. URL: http://ukrstat.org/uk/metod_polog/metod_doc/2008/452/metod.htm (дата звернення: 20.04.2020).

18. Першегуба Я.В. Оцінка забруднення атмосферного повітря основних автомагістралей м. Києва за критерієм неканцерогенного ризику. *Экологический мониторинг. Метрология. Стандартизация и сертификация*. Крим, 2009. Вип. 4. С. 99-103.

19. Забруднення атмосферного повітря викидами від транспорту. URL: http://www.gpp.in.ua/transport/zabrudnennya-atmosfernogo-povitrya-vikidami-vid-transportu.html (дата звернення: 20.04.2020).

20. Забруднення автотранспортом. URL: http://www.eco-live.com.ua/content/blogs/zabrudnennya-avtotransportom (дата звернення: 20.04.2020).

21. Технічний стан автомобільних доріг загального використання. URL: https://mtu.gov.ua/content/tehnichniy-stan-avtomobilnih-dorig-avtomobilnih-dorig-zagalnogo-vikoristannya.html (дата звернення: 20.04.2020).

22. ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. Київ, 2013, 219 с. (Інформація та документація).

23. Водні ресурси України. URL: http://www.nbuv.gov.ua/node/3972 (дата звернення: 20.04.2020).

24. Рутковська І.А. Аналіз методик оцінювання забруднення придорожнього середовища/ Рутковська І.А. Федій І.С. *Науково-технічний збірник «Вісник Національного транспортного університету»*. N 1 (34). Київ, 2016. С. 414-423.

25. Китаєв А.Л. Акумулювання, очистка та використання поверхнево-зливового стоку з територій промислових підприємств: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Харків, 1997. 18 с.

26. Мельнікова О.Г. Підвищення екологічної безпеки заміських об'єктів дорожньої інфраструктури: дис. ... кан. техн. наук. Харків, 2017. 191 с.

27. М 218-02070915-694:2011 Методика оцінювання інгредієнтного і параметричного забруднення придорожнього середовища системою транспортний потік-дорога. Київ, 2011. 28 с. (Інформація та документація).

28. М 42.1-37641918-766:2017 Методика розрахунку гідроботанічних майданчиків при здійсненні очищення стічних вод із поверхні автомобільних доріг і мостових споруд. Київ, 2017. 41 с. (Інформація та документація).

29. Боднар Л.П., Степанов С.М., Коваль П.М. Обстеження мостів та вдосконалення критеріїв планів з обстежень. *Дороги і мости*. N 17. 2017. С. 42-53.

30. М 218-02070915-254-2004 Методика екологічних вишукувань при проектуванні автомобільних доріг. Київ, 2004, 8 с. (Інформація та документація).

31. ДСТУ EN 858-1:2019 Сепараторні системи для легких рідин (наприклад, нафти та бензину). Частина 1. Принципи проектування, робочі характеристики та випробування, маркування та контролювання якості (EN 858-1:2002, IDT). Київ, 2019. 55 с. (Інформація та документація).

32. Prozzoro. Публічні закупівлі. URL: https://prozorro.gov.ua/tender/UA-2020-04-22-000100-b (дата звернення: 22.04.2020).

References

1. State Building Norms (DBN V.2.3-6:2009) Sporudy transportu. Mosty ta truby. Obstezhennia i vyprobuvannia (Transport facilities. Bridges and pipes. Inspection and testing). Kyiv, 2010. 48 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

2. Departmental Building Norms (GBN V.2.3-218-007:2012) Sporudy transportu. Ekolohichni vymohy do avtomobilnykh dorih. Proektuvannia (Structures of transport. Ecological requirements for

roads. Design). Kyiv, 2012. 25 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

3. Departmental Building Norms (GBN V.2.3-218-540:2012) Sporudy transportu. Okhorona dovkillia pry budivnytstvi, remonti ta ekspluatatsiinomu utrymanni avtomobilnykh dorih (Structures of transport. Environmental protection during construction, repair and maintenance of roads). Kyiv, 2012. 17 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

4. State Standard of Ukraine (DSTU 3013-95) Systema standartiv u haluzi okhorony navkolyshnoho seredovyshcha ta ratsionalnoho vykorystannia resursiv. Hidrosfera. Pravyla kontroliu za vidvedenniam doshchovykh i snihovykh stichnykh vod z terytorii mist i promyslovykh pidpryiemstv (System of standards for environmental protection and rational use of resources. Hydrosphere. Regulations on control over drainage of rainwater and snow-water from territories of cities and industrial enterprises). Kyiv, 1995. 17 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

5. National standard of Ukraine (DSTU-N B.2.5-71:2013) Sporudy dlia ochyshchennia poverkhnevykh stichnykh vod. Nastanova z proektuvannia (SN 496-77, MOD) (Wastewater treatment facilities. Design Manual (CH 496-77, MOD)). Kyiv, 2014. 30 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

6. National standard of Ukraine (DSTU 8691:2016) Stichni vody. Nastanovy shchodo vstanovlennia tekhnolohichnykh normatyviv vidvedennia doshchovykh stichnykh vod u vodni ob`iekty (Wastewater. Guidance on establishing technological standards for the disposal of rainwater into water facilities). Kyiv, 2016. 28 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

7. Metodyka (M 218-02070915-254-2004) Metodyka ekolohichnykh vyshukuvan pry proektuvanni avtomobilnykh dorih (Methodology of ecological investigations in the design of roads). Kyiv, 2004. 8 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

8. Metodychnyi posibnyk (MP 218-03449261-610:2006) Metodychnyi posibnyk z okhorony navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha ta ratsionalnoho vykorystannia zemelnykh resursiv (Methodology of ecological investigations in the design of roads). Kyiv, 2006. 29 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

9. Pravyla pryimannia stichnykh vod pidpryiemstv u komunalni ta vidomchi systemy kanalizatsii naselenykh punktiv Ukrainy : Order of State Construction of 19.02.2002 N 37 // Database of Legislation of Ukraine / Verkhovna Rada of Ukraine. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0403-02 (Last accessed: 20.04.2020).

10. Metodyka M 218-02071168-626:2007 Metodyka otsinky ekolohichnoho vplyvu avtomobilnoi dorohy na navkolyshnie seredovyshche (Methodology for assessing the environmental impact of the motor road). Kyiv, 2007/ 20 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

11. Metodychnyi posibnyk (MP 218-03449261-610:2006) Metodychnyi posibnyk z okhorony navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha ta ratsionalnoho vykorystannia zemelnykh resursiv (Handbook on environmental protection and rational use of land resources). Kyiv, 2006. 29 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

12. Rekomendatsii (R V.2.2-218-03450778-310-2004) Rekomendatsii po zapobihanniu zabrudnennia dovkillia poverkhnevymy stokamy z avtomobilnykh dorih (Recommendations for prevention of environmental pollution by surface runoff from motor roads). Kyiv, 2004. 10 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

13. Rekomendatsii (R V.2.3-218-02070915-206-2003) Rekomendatsii po pryznachenniu rozmiriv smuhy vidvedennia dlia dorih riznykh katehorii (Recommendations on the designation of right-of-way dimensions for roads of different categories). Kyiv, 2003. 14 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

14. Dikarevskyi V.S., Kurganov A.M., Nechayev A.P., AlekseevM.I. Otvedenye y ochystka poverkhnostnykh stochnykh vod (Surface water drainage and treatment) : Manual for Higher Educational Institutions. 1990. 224 p. [in Russian].

15. Rekomendatsii (R V.2.3-218-03450778-783:2011) Rekomendatsii z vyboru ta zastosuvannia tekhnolohichnykh skhem vidvedennia ta ochyshchennia stokiv z poverkhni avtomobilnykh dorih i shtuchnykh sporud (Recommendations for the selection and application of technological schemes for removal and treatment of runoff from the surface of roads and artificial structures). Kyiv, 2011. 37 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

16. Transport i zviazok Ukrainy. Statystychnyi zbirnyk (Transport and communication of Ukraine. Statistical collection). Kyiv, 2019. 153 p. [in Ukrainian].

17. Metodyka rozrakhunku vykydiv zabrudniuiuchykh rechovyn ta parnykovykh haziv u povitria vid transportnykh zasobiv (Methodology of calculation of pollutant and greenhouse gas emissions from vehicles). URL: http://ukrstat.org/uk/metod_polog/metod_doc/2008/452/metod.htm (Last accessed: 20.04.2020) [in Ukrainian].

18. Otsinka zabrudnennia atmosfernoho povitria osnovnykh avtomahistralei m. Kyieva za kryteriiem nekantserohennoho ryzyku (Assessment of the atmospheric air pollution of the main motor roads of Kyiv by non-carcinogenic risk criterion). *Ecological monitoring. Metrology. Standardization and certification. Extract 4*. Crimea, 2009. P. 99-103. [in Ukrainian].

19. Zabrudnennia avtotransportom (Pollution by vehicles). *Ecological monitoring. Metrology. Standardization and certification. Extract 4.* Crimea, 2009. P. 99-103. URL: http://www.gpp.in.ua/transport/zabrudnennya-atmosfernogo-povitrya-vikidami-vid-transportu.html (Last accessed: 20.04.2020) [in Ukrainian].

20. Zabrudnennia avtotransportom (Motor vehicle pollution). URL: http://www.eco-live.com.ua/content/blogs/ zabrudnennya-avtotransportom (Last accessed: 20.04.2020) [in Ukrainian].

21. Tekhnichnyi stan avtomobilnykh dorih zahalnoho vykorystannia (Technical condition of public roads). URL: https://mtu.gov.ua/content/tehnichniy-stan-avtomobilnih-dorig-avtomobilnih-dorig-zagalnogo-vikoristannya.html (Last accessed: 20.04.2020) [in Ukrainian].

22. State Building Norms (DBN V.2.5-75:2013) Kanalizatsiia. Zovnishni merezhi ta sporudy. Osnovni polozhennia proektuvannia (Sewerage. External networks and structures. Basic Design Provisions). Kyiv, 2013. 219 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

23. Vodni resursy Ukrainy (Water resources of Ukraine). URL: http://www.nbuv.gov.ua/node/3972 (Last accessed: 20.04.2020) [in Ukrainian].

24. Rutkovska I.A. Analiz metodyk otsiniuvannia zabrudnennia prydorozhnoho seredovyshcha (Analysis of methods for assessing roadside pollution). *T Vìsnik (Nacìonal'nij transportnij unìversitet).* N 1 (34). Kyiv, 2016. P. 414-423. [in Ukrainian].

25. Kytaiev A.L. Akumuliuvannia, ochystka ta vykorystannia poverkhnevo-zlyvovoho stoku z terytorii promyslovykh pidpryiemstv (Accumulation, treatment and use of surface runoff from the territories of industrial enterprises). PhD. Thesis. Kharkiv, 1997. 18 p. [in Ukrainian].

26. Melnikova O.H. (Improving the environmental safety of suburban road infrastructure): PhD. Kharkiv, 2017. 191 p. [in Ukrainian].

27. Metodyka (M 218-02070915-694:2011) Metodyka otsiniuvannia inhrediientnoho i parametrychnoho zabrudnennia prydorozhnoho seredovyshcha systemoiu transportnyi potik - doroha. (Methodology for assessing the ingredient and parametric pollution of the roadside environment by the system of traffic flow-road). Kyiv, 2011, 28 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

28. Metodyka (M 42.1-37641918-766:2017) Metodyka rozrakhunku hidrobotanichnykh maidanchykiv pry zdiisnenni ochyshchennia stichnykh vod iz poverkhni avtomobilnykh dorih i mostovykh sporud (Methods of calculation of hydrobotanical sites in the implementation of wastewater treatment from the surface of roads and bridges). Kyiv, 2017. 41 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

29. Bodnar L.P. Stepanov S.M. Koval P.M. Obstezhennia mostiv ta vdoskonalennia kryteriiv planiv z obstezhen (Inspection of bridges and improvement of criteria for inspection plans). *Dorogi i mosti.* N 17. 2017. P. 42-53. [in Ukrainian].

30. Metodyka (M 218-02070915-254-2004) Metodyka ekolohichnykh vyshukuvan pry proektuvanni avtomobilnykh dorih (Methods of ecological research in the design of roads). Kyiv, 2004. 8 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

31. State Standard of Ukraine (DSTU EN 858-1:2019) Separatorni systemy dlia lehkykh ridyn (napryklad, nafty ta benzynu). Chastyna 1. Pryntsypy proektuvannia, robochi kharakterystyky ta vyprobuvannia, markuvannia ta kontroliuvannia yakosti (EN 858-1:2002, IDT) (Separator systems for light liquids (e.g. oil and petrol). Part 1. Principles of product design, performance and testing, marking and quality control (EN 858-1:2002, IDT). Kyiv, 2019. 55 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

32. Prozzoro. Public procurement. URL: https://prozorro.gov.ua/tender/UA-2020-04-22-000100-b (Last accessed: 22.04.2020).

Vladyslav Havryshchuk,[1] *https://orcid.org/0000-0003-3164-4426*
Volodymyr Kaskiv,[2] *Ph.D., Associate Prof., https://orcid.org/0000-0002-8074-6798*

[1] *ACO Building Materials Ltd., Kyiv, Ukraine*
[2] *M.P. Shulgin State Road Research Institute State Enterprise – DerzdorNDI SE, Kyiv, Ukraine*

JUSTIFICATION OF EXPEDIENCY OF DESIGNING THE SURFACE DRAINAGE SYSTEMS AS A COMPONENT OF A COMPLEX OF TREATMENT FACILITIES ON ROADS

Abstract

Introduction. The analysis of recent studies on surface wastewater pollution from roadways is provided. The prospect of application of surface drainage systems in the composition of the complex for treatment of contaminated runoff is determined in Ukraine.

Problem statement. One of the prerequisites for the effective functioning of measures to minimize the impact of road transport on the environment is the use of efficient drainage from the roadway. Minimization of pollutants removal on the soil surface due to the use of modern drainage systems in the complex of sanitary measures.

Objective. Define an analysis of the feasibility of designing surface drainage systems as a component of a complex of sewage treatment plants on public roads. Determine the impact on minimizing costs when calculating a lane. Analyze existing methods for surface runoff treatment.

Materials and methods. Analysis of information sources on the application of surface water drainage systems on highways. Analytical studies of the effectiveness of measures to minimize the effects of road transport on the environment.

Results. Prospective directions of increase of efficiency of nature protection measures are defined. The issue of minimizing the environmental impact of polluted surface runoff from the travel time has been studied. The main advantages of implementation of modern solutions for drainage are investigated. The actual magnitude of the environmental impact of transport is determined.

Conclusions. The analysis of information sources on the use of surface drainage systems has shown economic and technical feasibility, while the implementation of complex sanitary solutions can significantly reduce the impact of road transport on soil and aquatic environment. Effective collection of surface runoff is the first step in reducing pollution.

Keywords: road, motorway transport, heavy metals, drainage channel, limits and allowables concentration, pollution, oil, treatment plant.