

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет еколого-економічний
Кафедра екологічного права і контролю
Форма навчання заочна

ДИПЛОМНА РОБОТА

рівень вищої освіти: «спеціаліст»

на тему: «Екологічна складова інфраструктури залізниці»

Виконала студентка 1 курсу групи ПЕК-6
спеціальності 101 «Екологія»,
спеціалізація «Екологічний контроль
та аудит»

Чабан Катерина Анатоліївна

Керівник асистент
Гарабajій Тетяна Анатоліївна

Консультант д. геогр. н., проф.
Лосва Інса Дмитрівна

Рецензент ст. викладач
Грабко Наталія Вікторівна

Одеса 2017

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	6
ВСТУП.....	7
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ	9
2 ВПЛИВ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ.....	16
3 ВПЛИВ ОБ'ЄКТІВ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ НА АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ.....	25
3.1 Методи очищення атмосферного повітря.....	36
3.1.1 Механічні методи.....	36
3.3.2. Фізичні методи.....	42
3.3.3 Фізико-хімічні методи.....	43
4 ВПЛИВ ОБ'ЄКТІВ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ НА ВОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ.....	47
4.1 Методи очищення стічних вод.....	51
4.1.1. Механічні методи очищення	51
4.1.2. Хімічні методи очищення	58
4.1.3 Фізико-хімічні методи очищення.....	59
4.1.4 Біологічні методи очищення.....	61
4.1.4.1 Живі організми в стічних водах.....	65
4.2 Споруди біологічного очищення.....	67
5 ВПЛИВ ОБ'ЄКТІВ ЗАЛІЗНИЦІ НА ҐРУНТИ.....	73
6 ВПЛИВ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ НА РОСЛИННИЙ ТА ТВАРИННИЙ СВІТ.....	77
7 АКУСТИЧНИЙ ВПЛИВ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ НА ДОВКІЛЛЯ.....	79
8 ВПЛИВ ВІДХОДІВ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗАЛІЗНИЦІ НА ДОВКІЛЛЯ.....	84
ВИСНОВКИ.....	86
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	91

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ПКС - промивально-пропарювальна станція;

ПАР – поверхнево-активні речовини;

ХСК – хімічне споживання кисню;

pH – водневий показник;

СНД – Союз незалежних держав.

ВСТУП

На долю залізничного транспорту припадає 75% вантажообігу і 40% пасажирообороту транспорту загального користування в Україні. Такі обсяги робіт пов'язані з великим споживанням природних ресурсів і, відповідно, суттєвим антропогенним навантаженням на навколишнє середовище.

Рівень впливу може лежати в допустимих рівноважних і кризових межах. Вплив об'єктів залізничного транспорту на природу обумовлено будівництвом доріг, виробничо-господарською діяльністю підприємств, експлуатацією залізниць і рухомого складу, спалюванням великої кількості палива, застосуванням пестицидів на лісових смугах та ін. Будівництво і функціонування залізниць пов'язано з забрудненням природних комплексів викидами, стоками, відходами, які не повинні порушувати рівновагу в екологічних системах. Рівновага екосистеми характеризується властивістю зберігати стійкий стан в межах регламентованих антропогенних змін в оточуючих транспортне підприємство природних комплексах. Самоочищення природного середовища знижується через знищення та виснаження природних комплексів. Лінії залізниць, які прокладаються на сформованих шляхах міграції живих організмів, порушують їх розвиток і навіть призводять до загибелі цілих спільнот і видів

У порівнянні з автомобільним транспортом несприятливий вплив залізничного транспорту на середовище існування істотно менше, це пов'язано, в першу чергу, з тим, що залізничний транспорт - найбільш економічний вид транспорту по витраті енергії на одиницю роботи. Тим не менш, перед залізничним транспортом гостро стоять проблеми зменшення і запобігання забруднення навколишнього середовища.

Зниження масштабів впливу залізничного транспорту на навколишнє середовище пояснюється наступними основними причинами: низькою питомою витратою палива на одиницю транспортної роботи; широким

застосуванням електричної тяги; меншим відчуженням земель під залізницю в порівнянні з автошляхами. Незважаючи на перераховані позитивні моменти, негативний вплив залізничного транспорту на екологічну обстановку досить відчутно. Воно проявляється, насамперед, у забрудненні повітряного середовища, водного та земель при будівництві та експлуатації залізниць.

Біосфера - сукупність частин земної оболонки (літо-, гідро- і атмосфера), яка заселена живими організмами, перебуває під їх впливом і зайнята продуктами їх життєдіяльності.

Вчення про біосферу, що з'явилося в 1920 році, набагато випередило свій час. Зараз воно є загально визнаною у світовій науці теоретичною основою сучасної екології та природокористування. Сучасна концепція біосфери, заснована на ідеях Вернадського, дозволила звести все різноманіття життя на Землі до єдності і взаємодії живої і неживої природи. Вченням Вернадського закладені теоретичні основи комплексного підходу до вивчення земних об'єктів і явищ, до охорони навколишнього середовища, показана можливість вивчення Землі з космосу. Це дало істотний поштовх до розвитку біології та екології. Воно дозволяє зрозуміти причини утворення та дефіциту природних ресурсів, умови виникнення ряду захворювань у людини, можливості пошуку корисних копалин по організмах-біоіндикаторах.

В даний час в умовах глобальної екологічної кризи екологічна освіта кожного громадянина набуває особливого значення. Екологічна грамотність людей формує дбайливе ставлення до природи. Екологічна освіта має тривати все свідоме життя сучасної людини, так як на будь-якій роботі, в будь-якій професії необхідні конкретні професійні екологічні знання.

Мета роботи - вивчення впливу залізничного транспорту на навколишнє природне середовище, методів зменшення рівня забруднень, що він спричиняє.

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Залізничний транспорт дозволяє забезпечити потребу як у прискоренні руху товарів, так і у зниженні вартості перевезень, при цьому порівняно з іншими видами транспорту залізничний має певні переваги [10, 14], зокрема:

- нерозривний зв'язок із підприємствами промисловості та сільського господарства, об'єктами будівництвами, торговими базами, складами і т. д. На цей час всі великі підприємства і бази торгових організацій мають залізничні під'їзні шляхи, пов'язані з магістральними залізницями. На під'їзних шляхах зароджується і погашається до 90 % усіх вантажів, що перевозяться залізницями;

- висока провізна і пропускна спроможність залізниць. Двоколійна залізнична лінія, обладнана автоматичним блокуванням, може забезпечити перевезення понад 100 млн т в кожному напрямку за 1 рік, а однопутки – 20 млн т і більше в кожному напрямку за 1 рік. Ці величини можуть змінюватися зі зміною загальної маси поїздів, швидкості руху і т. д.;

- можливість здійснення масових перевезень вантажів у поєднанні з відносно низькою вартістю перевезень;

- можливість безперебійного і рівномірного здійснення перевезень в усі пори року і періоди доби;

- порівняно висока швидкість руху і терміни доставки вантажів та пасажирів. Терміни доставки вантажів є одним із важливих якісних показників, що визначають ефективність використання того чи іншого виду транспорту для конкретного перевезення. У цілому прискорення доставки вантажів дає значний економічний ефект. Розрахунки показують, що при скороченні доставки вантажів залізницями на одну добу вивільняються матеріальні ресурси обсягом приблизно 9–10 млн тонн; можливість організації залізничних сполучень практично на будь-

якій сухопутній території країни і забезпечення стійких зв'язків між районами; доставка вантажів і пасажирів найкоротшим шляхом прямування;

– відносно високі економічні показники і досить досконала технологія перевезень. Якщо витрати палива у середньому на залізничному транспорті взяти за одиницю, то на автомобільному – вони становитимуть 4–5 одиниць [10, 186, 192].

залізничний транспорт є найбільшим в Україні виконавцем вантажних перевезень. У 2013 році вантажооборот дещо знизився, проте його частка в загальних показниках залишилася практично незмінною внаслідок більш значного скорочення вантажообороту інших видів транспорту. Зазначимо, що на інші види транспорту (без трубопровідного) припадає всього 17 % загального вантажообороту.

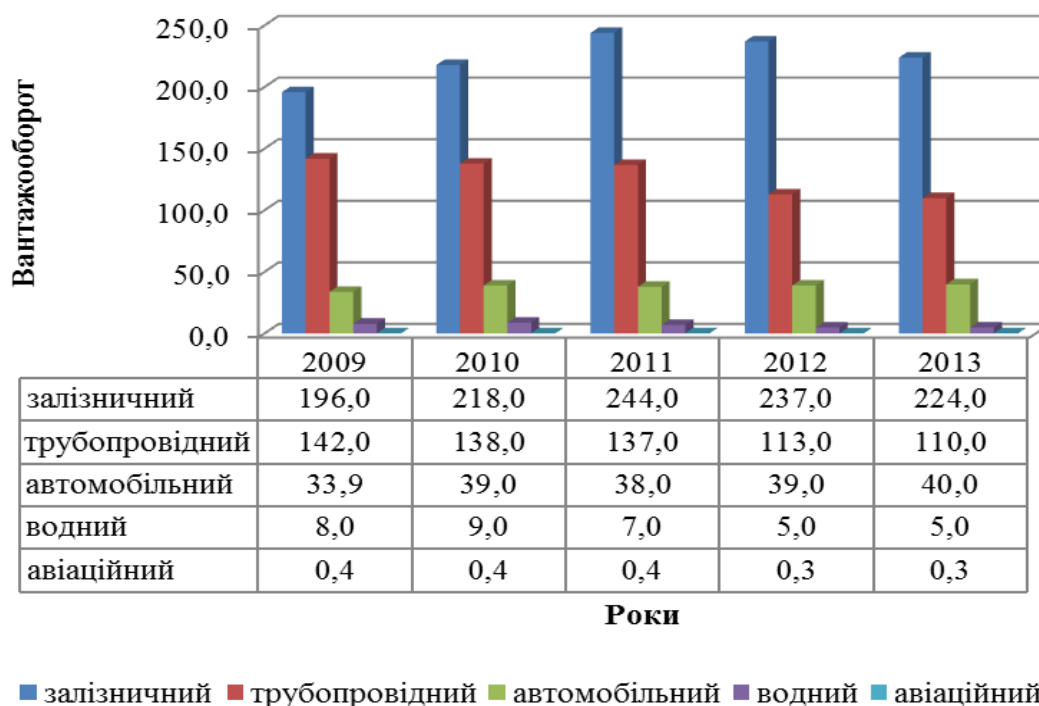


Рис. 1.3. Вантажооборот за видами транспорту в Україні, млрд т-к*

Залізничний транспорт посідає чільне місце серед інших видів

транспорту за вантажооборотом, але програє автомобільному транспорту за обсягом перевезення вантажів (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 - Перевезення вантажів за видами транспорту в Україні*

Вид транспорту	Перевезення вантажів, мільйонів тонн						
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Усіма видами транспорту, у т. ч.:	1989,1	1972,1	1626,1	1765,1	1886,1	1852,1	1837,1
залізничним	514,0	499,0	392,0	433,0	469,0	457,0	444,0
морським	9,0	8,0	5,0	4,0	4,0	3,0	3,0
річковим	15,0	11,0	5,0	7,0	6,0	4,0	3,0
автомобільним	1255,0	1267,0	1069,0	1168,0	1252,0	1260,0	1261,0
авіаційним	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
трубопровідним	196,0	187,0	155,0	153,0	155,0	128,0	126,0
Частка залізничного транспорту, %	25,8	25,3	24,1	24,5	24,9	24,7	24,2

Залізничний транспорт поряд з автомобільним і міським електричним (тролейбусним, трамвайним, метрополітенем) видами транспорту є одним з основних перевізників пасажирів в Україні. Він посідає чільне місце серед інших видів транспорту (рис. 1.4).

Як бачимо з рис. 1.4, пасажирооборот України залізничним транспортом посідає одне з провідних місць у структурі перевезень. Щодо автомобільних перевезень, то процес приватизації їх значної частини спричинив виникнення та розвиток такого популярного на цей час виду пасажирського транспорту, як маршрутні таксі, що дозволило автомобільному транспорту розпочати поступове відновлення своїх позицій на ринку пасажирських перевезень [26].

Станом на 2013 рік його пасажирооборот становив 44,1 % від загальних обсягів. У той самий час незначні зміни пасажирообороту залізничного транспорту впродовж останніх років привели до збільшення

його частки у структурі пасажирообороту, який становив також 44,1 % у 2013 році.

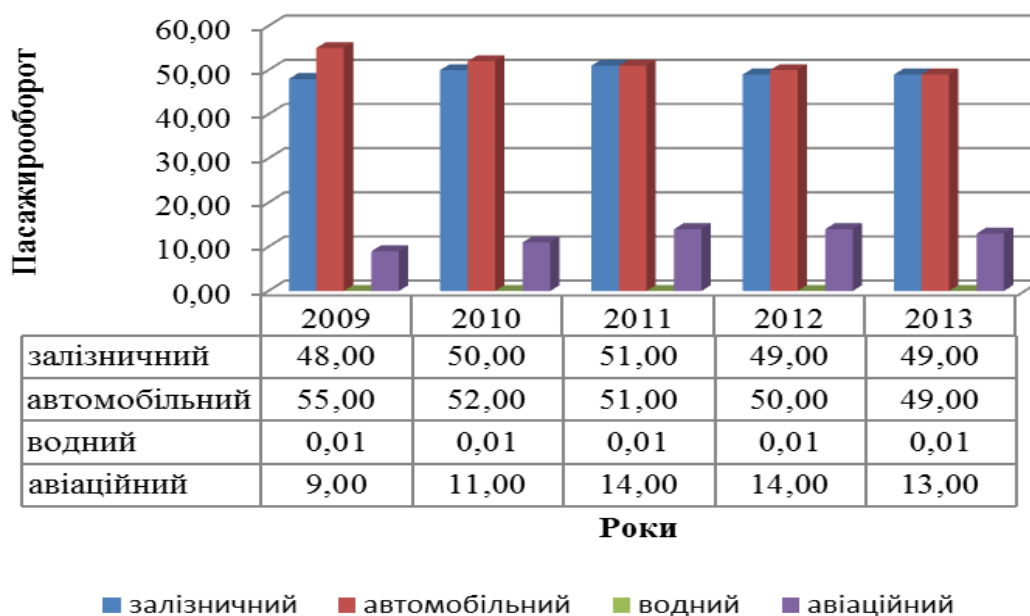


Рис. 1.4. Пасажирооборот за видами транспорту в Україні, млрд пас.

На цей час за кількістю перевезень пасажирів лідерство належить автомобільному транспорту (табл. 1.4) [26, 110]. Ним перевезено за 2013 рік 3344 мільйонів пасажирів, або 50,5 % від загальної кількості. Після автомобільного транспорту йде міський транспорт (тролейбусний, трамвайний, метрополітен) і становить 42,9 % від загального обсягу пасажироперевезень, водним і авіаційним видами транспорту користується лише близько 0,2 % пасажирів, і, нарешті, залізничний – 6,4 %, при цьому він втрачає конкурентні позиції у перевезеннях пасажирів. Тому перед залізницею дуже гостро постає питання збереження своїх позицій на ринку пасажирських перевезень та завоювання нових його сегментів. Для залучення нових пасажирів необхідно підвищувати якість їх обслуговування на вокзалах, станціях і в поїздах, забезпечувати

високий рівень комфорту, збільшувати номенклатуру послуг та інше [110].

Таблиця 1.4 - Відправлення (перевезення) пасажирів за видами транспорту в Україні

Вид транспорту	Відправлення пасажирів, мільйонів пас.							
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Усіма видами транспорту,	8242	8214	8331	7275	6848	6980	6814	6623
у т. ч.:								
залізничним	448	447	445	426	427	430	429	425
морським	11	7	7	6	7	7	6	7
річковим	2	2	2	2	1	1	1	1
автомобільним	3988	4173	4369	4014	3726	3612	3450	3344
авіаційним	4	5	6	5	6	8	8	8
трамвайним	1083	1027	963	787	714	798	800	757
тролейбусним	1788	1621	1580	1283	1204	1346	1346	1306
метрополітенном	918	932	959	752	761	778	774	775
Частка залізничного транспорту, %	5,4	5,4	5,3	5,9	6,2	6,2	6,3	6,4

На транспортному ринку склалося неоднорідне конкурентне середовище: від повністю приватизованого ще на початку 90-х років ХХ століття автомобільного та річкового транспорту до стовідсоткової державної власності на залізничному транспорті та в морських портах. Країни Європи та більшість країн СНД уже провели реформування залізничного транспорту, відділивши господарські функції від регуляторних, природно монопольну інфраструктуру – від потенційно конкурентного ринку операторських компаній. Потребує реформування система управління й у морських та річкових портах щодо розподілу регуляторних та господарських функцій [50, 164].

державного та місцевих бюджетів; відсутністю коштів на просте відтворення основних фондів внаслідок зниження їх вартості та недостатнього рівня амортизаційних відрахувань; відсутністю інвестицій на

умовах концесій, державно-приватного партнерства; недосконалістю механізмів лізингу. Нестача інвестицій призвела до стрімкого старіння рухомого складу та транспортної інфраструктури, що зумовлює невідповідність технічного і технологічного рівня вітчизняного транспорту європейським вимогам [75].

Продовжує залишатися низьким рівень сервісного обслуговування клієнтури, наявний транзитний потенціал і вигідне географічне положення країни використовуються лише на 70–75 %. Спостерігається відставання в розвитку транспортної інфраструктури, транспортно-логістичних технологій, мультимодальних перевезень, рівня контейнеризації, що зумовлює високу частку транспортних витрат у собівартості продукції.

Ефективність діяльності транспортної системи та швидкість просування вантажів не відповідають сучасним вимогам. Середня швидкість руху на дорогах України у 2–3 рази нижча, ніж у західноєвропейських країнах. Як результат, частка транспортних витрат у собівартості продукції надто висока [161].

Невідповідність між темпами зміни параметрів транспортної системи, проведенням інституціональних перетворень та зростанням вимог вітчизняної економіки до транспорту призведе до відставання темпів розвитку транспортної галузі від потреб соціально-економічного розвитку країни.

Системними проблемами розвитку транспорту на сучасному етапі є:

- зростаюче старіння основних фондів, яке призводить до невідповідності технічного та технологічного рівнів вітчизняного транспорту європейським вимогам;
- незадовільний транспортно-експлуатаційний стан існуючих автомобільних доріг та їх невідповідність високим темпам автомобілізації країни;
- недостатній рівень обслуговування населення транспортом загального користування;

- зниження рівня конкурентоспроможності вітчизняного транспорту на світових ринках перевезень, що особливо загострилося зі вступом до світової організації торгівлі;
- зменшення обсягів зовнішньоторговельних перевезень вантажів українськими судовласниками;
- відставання розвитку транспортних технологій – інтермодальних перевезень, рівня контейнеризації, логістичних принципів управління вантажопотоками;
- недостатнє використання експортного потенціалу транспортних послуг, перш за все – транзитного потенціалу України;
- зростання транспортної складової у вартості товарів та високий рівень транспортності ВВП – 7,4 т-км/дол ВВП, у той час як у розвинених країнах – 1 т-км/дол ВВП;
- незадовільний рівень безпеки перевезень, зростання викликів світового тероризму на транспорті;
- значне екологічне навантаження транспорту на навколишнє природне середовище.

Таким чином, основною проблемою розвитку транспорту є його зростаюче технічне й технологічне відставання, що не сприятиме подальшому економічному розвитку країни, її європейській інтеграції та може призвести до незадовільного рівня транспортного обслуговування, зменшення швидкості просування товарів, залежності зовнішньої торгівлі України від іноземного транспорту, втрати конкурентоспроможності вітчизняного транспорту, зростання його аварійності та екологічного навантаження. Вирішення цих проблем є особливо важливим в умовах переходу національної економіки у фазу інтенсивного економічного зростання та курсу на європейську інтеграцію

2 ВПЛИВ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

У процесі свого розвитку транспорт використовує різні види ресурсів багатоцільового призначення (просторові, водні, енергетичні), що обумовлює необхідність урахувати не лише максимальний економічний ефект від їх використання, але й забезпечення стійкості екосистеми як необхідної умови стабільного соціально-економічного розвитку на тривалу перспективу. Тому екологічний принцип проектування розвитку транспортної галузі не повинен обмежуватися рамками вузько-природоохоронних заходів, а повинен поєднувати всі процеси людської діяльності. Це повною мірою стосується залізничного транспорту, виробнича діяльність підприємств якого здебільшого негативно впливає на довкілля.

На сьогодні для аналізу природоохоронної діяльності на транспорті та впливу транспорту на довкілля застосовуються показники використання водних ресурсів та скидів забруднених стічних вод, викидів в атмосферне повітря забруднювальних речовин та частки їх уловлювання й очищення, витрати на охорону навколишнього природного середовища, екологічні збори та рентні платежі; вартість природоохоронного обладнання тощо. При цьому значна кількість досліджень присвячена вивченню впливу автотранспорту на довкілля, тоді як вплив залізничного транспорту на екосистеми залишається малодослідженим. Вивчення закономірностей та особливостей впливу залізничного транспорту на приміагістральні території є, безсумнівно, актуальною проблемою для оцінки і прогнозу стану навколишнього середовища та розроблення природоохоронних заходів на цих територіях [95, с.31].

Зважаючи на специфіку діяльності залізничного транспорту, джерелами викидів шкідливих речовин в атмосферу є рухомий склад,

пересувні та стаціонарні об'єкти виробничих підприємств, серед яких найбільшої шкоди довкіллю завдають котельні різних залізничних підприємств. Залежно від споживання палива, що використовується на транспорті, виділяються різні шкідливі речовини, зокрема оксиди сірки, вуглецю, азоту та легкої золи з частками незгорілого палива у вигляді сажі, діоксиду азоту, твердих продуктів неповного згоряння [173].

Необхідно зазначити, що з 22218,9 км експлуатаційної довжини колії в Україні протяжність колії на залізобетонних шпалах становить 195150,0 км, тобто все ще існує потреба у дерев'яних шпалах, виробництво яких негативно впливає на навколишнє середовище і здоров'я людей. Атмосферне повітря забруднюється в даному випадку при сушінні шпал після просочення їх антисептиком.

Виділення у повітря пилу і газоподібних речовин здійснюється під час приготування в депо сухого піску для локомотивів, його транспортування і завантаження в тепловози. При здійсненні технологічних процесів, зокрема зварювання, у повітря надходять зварювальний аерозоль, оксиди марганцю, сполуки кремнію, фториди, фтористий водень тощо. Нанесення лакофарбового покриття також супроводжується виділенням у повітря парів розчинників і аерозолів, зокрема ацетону, бензолу, бутилацетату, уайт-спіриту, хлорбензолу, етилового спирту, формальдегіду, бензину тощо [173, 174]. Під час обмивання рухомого складу в атмосферне повітря можуть виділятися пил, пар лугу (їдкого натру), карбонат натрію.

На підприємствах із ремонту рухомого складу здійснюються виготовлення і ремонт запасних частин, після чого вони піддаються гальванопокриттю та фарбуванню. У великому обсязі проводяться зварювальні та газорізальні роботи, кольорове і мідне лиття, виплавлення металу, при цьому в атмосферу викидаються оксиди вуглецю і азоту,

сірчастий ангідрид, фенол, формальдегід, свинець, високотоксичні оксиди ванадію, нікелю, пил тощо [177].

Як уже зазначалося, шляхова техніка і рухомий склад, у тому числі тепловози, належать до пересувних джерел, що забруднюють атмосферу. Зокрема, тепловози створюють локальну ділянку досить забрудненого повітря на територіях залізничних вузлів, депо, сортувальних станцій. Шкідливі викиди тепловозів надходять в атмосферу з вихлопними газами при спалюванні дизельного палива.

Вода використовується в багатьох технологічних процесах залізничного господарства, під час здійснення яких вона забруднюється різними домішками переходить у розряд виробничих стічних вод. Більшість речовин, що містяться у стічних водах, токсичні для навколЛокомотивне господарство на залізничному транспорті забезпечує перевізний процес тяговими засобами, до яких належать локомотиви і моторвагонний рухомий склад, а також локомотивні та моторвагонні депо, пункти технічного обслуговування, екіпірування локомотивів, спеціалізовані майстерні з ремонту їх устаткування тощо.

Основними виробничими підрозділами вагонного господарства є вантажні, рефрижераторні та вагонні депо, пункти підготовки вагонів до перевезень, пункти технічного обслуговування вагонів, механізовані пункти поточного відчіпного ремонту, промивально-пропарювальні станції, пункти підготовки цистерн.

На підрозділи локомотивного і вагонного господарств покладено забезпечення підготовки до роботи тягового рухомого складу та вагонів, їх технічне обслуговування і ремонт. Технологія здійснення більшості виробничих операцій також пов'язана зі споживанням води й утворенням забруднених стічних вод. Так, стічні води локомотивних і вагонних депо здебільшого утворюються в процесі зовнішнього обмивання рухомого складу, при промиванні вузлів і деталей перед ремонтом, у гальванічних

цехах або ділянках, під час промивання та заправлення акумуляторів, регенерації фільтрів, при продуванні та промиванні парових казанів, під час миття оглядових каналів і прання спецодягу.

Здебільшого стічні води пунктів обмивання пасажирських вагонів і електросекцій містять зважені речовини і нафтопродукти, а також бактеріальні забруднення, що змиваються під час обмивання підвагонних вузлів. Відповідно до виду мийного засобу в стоках можуть бути наявні кислоти, луги, поверхнево-активні речовини [117, 173].

На пунктах підготовки вантажних вагонів стічні води утворюються під час зовнішнього обмивання та внутрішнього промивання вагонів після перевезення різних вантажів (мінеральні добрива, хімікати, будівельні матеріали, комбікорми, зерно тощо). Ці стоки забруднені, як правило, важкими мінеральними домішками, містять розчинені солі, нафтопродукти з ходових частин, органічні сполуки тваринного чи рослинного походження.

Стічні води промивально-пропарювальних станцій утворюються під час пропарювання та промивання цистерн із-під нафти, дизельного палива, мазуту, гасу, бензину (у тому числі етильованого), мастил та продуктів перероблення нафти, а також під час обмивання естакад і лотків. Ці стоки забруднені, головним чином, нафтопродуктами і зваженими речовинами. У них можуть бути наявні, зокрема, феноли, органічні кислоти, ацетон, тетраетилсвінець. Виробничі стоки після зовнішнього обмивання цистерн містять в основному зважені речовини та нафтопродукти. Необхідно зазначити, що температура цих стоків, як правило, підвищена.

Шпалопросочувальні заводи, яких в Україні два, здійснюють сушіння та просочення дерев'яних шпал антисептиками, за які використовуються кам'яновугільні чи сланцеві просочувальні олії [124].

Виробничі стічні води шпалопросочувальних заводів утворюються з конденсату пари, охолоджувальної води, робочої води вакуум-насосів,

стоків пралень, гаражів і ремонтних цехів. При цьому у воду потрапляє значна кількість механічних домішок та нафтопродуктів. При відстоюванні спеціального антисептика в сховищах та просоченні в циліндрах вологої деревини у воду потрапляють олії, феноли, жирні кислоти, піридин та інші сполуки, що входять до складу просочувальних олій. Крім того у воду переходять органічні речовини, що містяться в оброблюваній деревині – скипидар, ацетон, органічні кислоти. Значна частина забруднень знаходиться в стічних водах шпалопросочувальних заводів у розчиненому стані. Як правило, стоки мають підвищену температуру [177].

Дезінфекційно-промивні станції призначені для оброблення вагонів після перевезення худоби, птиці, шкірсировини, вовни, кісток та ін. Після промивання вагонів стічні води цих підприємств забруднені залишками перевезених вантажів, речовинами, що застосовуються для дезінфекції вагонів (хлорне вапно, каустична сода). У них можуть бути наявні також бактеріальні забруднення. За складом розчинених забруднень ці стоки близькі до господарсько-побутових стоків [124].

Залежно від санітарного стану вагонів, що промиваються, стічні води поділяють на три категорії: 1) води від промивання вагонів після перевезення здорових тварин, м'яса і шкірсировини; 2) води від промивання вагонів після перевезення хворих або підозрюваних на захворювання тварин, імпортованих тварин та жирсировини; 3) води після промивання вагонів, де перебували тварини, хворі чи підозрювані на захворювання особливо небезпечними хворобами (сибірська виразка, ящур, сап), а також шкірсировина, не перевірена на збудників цих хвороб.

Виробничі стічні води на щебених заводах утворюються при промиванні щебеню, мокрому очищенні повітря від пилу в аспіраційних системах, у гідрозатворах дробарок, під час охолодження у маслогосподарстві дробарок, обмиванні устаткування, що ремонтується, прибиранні приміщень. Стоки забруднюються переважно мінеральними

зваженими речовинами, у незначних кількостях можуть бути наявні нафтопродукти.

На рейкозварювальних потягах виробничі стічні води утворюються при охолодженні зварювальних і гартівних агрегатів, випуску води з мийних машин для обмивання старорічних замаслених рейок. Як домішки стоки цих підприємств містять в основному нафтопродукти та зважені речовини. При використанні мийних машин стоки можуть забруднюватися лугами і поверхнево-активними речовинами.

Стічні води пасажирських станцій в основному являють собою господарсько-побутові стоки, забруднені мінеральними й органічними домішками, включаючи жири і мийні засоби

Крім вище перелічених, на залізничному транспорті функціонує велика кількість дрібних підприємств – ремонтні майстерні, автобази, пральні, склади палива тощо. Крім нафтопродуктів і зважених речовин, стічні води цих підрозділів можуть забруднюватися розчинними солями, лугами та ін. [124, 177].

Підприємства залізничного транспорту займають території, які відрізняються не лише розмірами, але й ступенем забруднення. Характер технологічних процесів, здійснюваних підприємством, визначає вид та площу забруднення. Найбільш розповсюдженими забруднювачами територій підприємств залізничної галузі є нафта і нафтопродукти, мазут, дизельне паливо, олії і мастильні матеріали, антисептики, феноли, а також залишки перевезених вантажів і відходи виробництва. Площа забруднених ділянок коливається від 10 до 30 % загальної території підприємства [95, 97, 112, 175, 177].

Причиною забруднення залізничних колій нафтопродуктами є витікання їх із цистерн, несправних казанів і зливальних приладів під час перевезення. Мастила потрпляють на шляхи під час сезонних і епізодичних

заправлень букс, з колісних пар, а також безпосередньо із нещільно закритих букс у процесі руху.

Локомотивні та вагонні депо займають значні за площею території, частина яких забруднюється нафтопродуктами в процесі здійснення виробничої діяльності: дизельним паливом і дизельними оліями, що проливаються під час заправлень локомотивів, змащеннями – при заправленні букс, мазутом – при використанні його в котельнях депо. Території промивально-пропарювальних станцій займають площу більшу, ніж депо, приблизно четверта частина якої досить сильно забруднена залишками перевезених нафтових вантажів [109].

Забруднені виробничі площі шпалопросочувальних заводів утворюються навколо просочувальних циліндрів і на складі готової продукції. Основними забруднювачами територій шпалопросочувальних заводів є сланцеві й кам'яновугільні олії, що містять феноли [177].

Значну площу земель займають залізничні станції та пункти технічного обслуговування вагонів, десята частина яких забруднюється сипучими вантажами, розлитими нафтопродуктами при маневрах рухомого складу та руху вантажних потягів.

Забруднення території інфраструктурою залізничного транспорту негативно позначається на стані навколишнього природного середовища. На деяких підприємствах і залізничних коліях ґрунти просочені нафтопродуктами на значну глибину, що становить загрозу як для поверхневих водойм, так і для підземних вод. Під час сніготанення і дощів утворюються поверхневі стічні води, які змивають пил, різне сміття, нафтопродукти й інші забруднення у найближчі водойми. На шпалопросочувальних заводах у поверхневих стоках наявні також феноли.

Істотна відмінність поверхневих стічних вод від виробничих – мінливість обсягів стоків і складу забруднень, що залежить від

інтенсивності й тривалості опадів, ступеня забруднення території та виду її покриття.

До відходів, що заслуговують особливу увагу з точки зору їх токсичності, відносять також відпрацьовані лампи денного освітлення й старі дерев'яні шпали. Останні за питомою вагою складають значну частину номенклатури промислових відходів залізничної галузі. Багато відходів вивозяться на смітники і захоронення. Відпрацьовані олії і відпрацьовані ртутні лампи відправляються для перероблення на спецпідприємства.

Основними джерелами шуму на залізничному транспорті є потяги, що рухаються, шляхові машини і виробниче устаткування підприємств [95].

Інтенсивний рух потягів поблизу житлової забудови помітно погіршує акустичний клімат населених пунктів і житлових приміщень. Одним з основних джерел шуму потяга, що рухається, є локомотив. Найбільш значний акустичний дискомфорт виникає в районі сортувальних станцій. На таких станціях джерелами шуму є переважно цехи реостатних випробувань тепловозів і сортувальні гірки, що створює несприятливий акустичний клімат. Джерелами інтенсивного шуму є також локомотивні вагонні депо, локомотиво- і вагоноремонтні заводи, заводи залізобетонних конструкцій, щебеневі заводи, ремонтні майстерні та рейкозварювальні потяги [95, 117].

Джерелами вібрації на залізничному транспорті є такі технологічні процеси, як укладання бетонних сумішей, формування залізничних виробів на віброплощадках і виробництво великопанельних конструкцій. Ці вібрації через фундамент передаються у навколишній простір.

Джерелами вібрації є також потяги, які збуджують механічні коливання, особливо великі під час руху по тунелях та штучних

спорудженнях. Так, при прямуванні поїзда через міст вібрація передається через його підставу на ріку та об'єкти, що знаходяться поруч.

Джерелами значних вібрацій є шляхові та щибенеочисні машини, робота яких супроводжується інтенсивним шумом та значними вібраціями [95, 112, 177].

Необхідно зазначити, що за останній час на залізничному транспорті активізувалася робота із зниження шкідливого впливу на навколишнє середовище, поліпшується використання природних ресурсів. Порівняно з 2012 роком залізниці на 16 % зменшили викиди забруднювальних речовин в атмосферне повітря, майже на 18 % – використання свіжої води, на 7,5 % – скидання зворотних вод у водойми. Загалом упродовж останніх 5 років на всіх залізницях України спостерігається тенденція поступового зменшення загального обсягу викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря на 15–20 %. Однак ця робота неповною мірою відповідає сучасним вимогам, не забезпечується комплексний підхід до вирішення природоохоронних проблем, недооцінюється важливість виконання природоохоронних заходів, а виділення коштів на їх упровадження здійснює за залишковим принципом [109].

Підприємства залізничного транспорту займають території, які відрізняються не лише розмірами, але й ступенем забруднення. Характер технологічних процесів, здійснюваних підприємством, визначає вид та площу забруднення. Найбільш розповсюдженими забруднювачами територій підприємств залізничної галузі є нафта і нафтопродукти, мазут, дизельне паливо, олії і мастильні матеріали, антисептики, феноли, а також залишки перевезених вантажів і відходи виробництва. Площа забруднених ділянок коливається від 10 до 30 % загальної території підприємства [95, 97, 112, 175, 177].

3 ВПЛИВ ОБ'ЄКТІВ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ НА АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ

Вплив об'єктів залізничного транспорту на природу обумовлено будівництвом доріг, виробничо-господарською діяльністю підприємств, експлуатацією залізниць і рухомого складу, спалюванням великої кількості палива, застосуванням пестицидів на лісових смугах та ін. Будівництво і функціонування залізниць пов'язано з забрудненням природних комплексів викидами, стоками, відходами, які не повинні порушувати рівновагу в екологічних системах. Рівновага екосистеми характеризується властивістю зберігати стійкий стан в межах регламентованих антропогенних змін в оточуючих транспортне підприємство природних комплексах. Самоочищення природного середовища знижується через знищення та виснаження природних комплексів. Лінії залізниць, які прокладаються на сформованих шляхах міграції живих організмів, порушують їх розвиток і навіть призводять до загибелі цілих спільнот і видів.

У порівнянні з автомобільним транспортом несприятливий вплив залізничного транспорту на середовище існування істотно менше, це пов'язано, в першу чергу, з тим, що залізничний транспорт - найбільш економічний вид транспорту по витраті енергії на одиницю роботи. Тим не менш, перед залізничним транспортом гостро стоять проблеми зменшення і запобігання забруднення навколишнього середовища.

Зниження масштабів впливу залізничного транспорту на навколишнє середовище пояснюється наступними основними причинами: низькою питомою витратою палива на одиницю транспортної роботи; широким застосуванням електричної тяги; меншим відчуженням земель під залізницю в порівнянні з автошляхами. Незважаючи на перераховані позитивні моменти, негативний вплив залізничного транспорту на екологічну обстановку досить

відчутно. Воно проявляється, насамперед, у забрудненні повітряного середовища, водного та земель при будівництві та експлуатації залізниць.

Атмосферне повітря - важливий природний ресурс. Його призначення - забезпечити людей, тваринний і рослинний світ життєво необхідними газовими елементами (киснем, вуглекислим газом); захистити поверхню Землі від космічного, радіаційного та ультрафіолетового сонячного випромінювання, від метеоритів і інших космічних тіл, переважна маса яких згоряє в атмосфері; забезпечити виробничі процеси киснем, азотом, воднем і нейтральними газами.

В атмосфері завжди є фізичні домішки і хімічні речовини, присутність яких обумовлено природними процесами. Речовини, що надходять в атмосферу в результаті діяльності людини, є для атмосферного повітря забруднюючими речовинами.

На залізничному транспорті джерелами викидів шкідливих речовин в атмосферу є об'єкти виробничих підприємств і рухомий склад. Вони поділяються на пересувні (рухомі) джерела забруднення та стаціонарні [3,4].

Викиди забруднюючих речовин від рухомих джерел становлять у середньому 1,65 млн. тон на рік. Основне забруднення відбувається в районах, де в якості локомотивів використовують тепловози з дизельними силовими установками [3].

При роботі магістральних тепловозів (рис. 2) в атмосферу виділяються відпрацьовані гази, за складом аналогічні вихлопам автомобільних дизелів. Одна секція тепловоза викидає в атмосферу за годину роботи 28 кг оксиду вуглецю, 17,5 кг оксидів азоту, до 2 кг сажі. Але тепловозні дизелі при поїзної роботи мають більш стабільний режим навантажень, так як регулювання швидкості виробляється за допомогою електротрансмісії, а дизель працює з малими відхиленнями частот обертання. У зв'язку з цим виділення забруднюючих речовин значно скорочується.



Рис. 2. Магістральний тепловіз

Маневрові тепловози (рис. 3) працюють в змінних режимах з частими рушінням, прискоренням і гальмуванням. У цьому випадку викид відпрацьованих газів значно зростає. Аналогічний характер забруднень спостерігається у тепловозів відділень тимчасової експлуатації, що забезпечують перевезення будівельних та інших вантажів до ділянок і об'єктів проведення будівельних робіт. Один тепловоз по шкідливих викидах еквівалентний 10-15 вантажним автомобілям. Шкідливі забруднення від тепловоза надходять в атмосферу з вихлопними газами при спалюванні дизельного палива. До їх складу входять оксиди сірки, азоту та вуглецю, вуглеводні, альдегіди.



Рис. 3. Маневровий тепловіз

Притрасовий автотранспорт (рис. 4), будівельні, дорожні і ремонтні машини забезпечують проведення будівельних та ремонтних робіт на залізничних коліях і смузі відводу, що також призводить до забруднення навколишнього середовища відпрацьованими газами, пилом, нафтопродуктами. Крім викидів продуктів згорання палива щорічно при перевезенні і перевантаженні вантажів з вагонів у навколишнє середовище надходить близько 5000 тонн руди, 15000 тонн солей і 3600 тонн мінеральних добрив. Більше 17% розгорнутої довжини залізничних ліній мають значну ступінь забруднення пиловими вантажами.

Рефрижераторні секції і вагони, що використовуються для перевезень швидкопсувної продукції, обладнані холодильними установками, які використовують енергію автономного дизеля. При вимушених простоях в очікуванні розвантаження холодильна установка приводиться в дію дизелем, який за 1 год роботи спалює 23 кг дизельного палива. Щоб підтримувати задану температуру, дизель повинен працювати 10 год на добу, споживаючи паливо і забруднюючи атмосферу. В холодильному обладнанні рефрижераторного рухомого складу використовуються озоноруйнівні

речовини (фреон та інші), які у разі витоку надають вплив на глобальний природний баланс озону в стратосфері.



Рис. 4. Притрасовий автотранспорт – щебнеочисна машина

Кожна холодильна машина (їх дві на вагон) заправлена 35 кг фреону. В силу зношеності обладнання герметичність холодильних машин порушується, і газ витікає з системи охолодження. Витік - явище часто повторюване. Вони призводять до активізації процесів знищення озону. Серйозність глобальної екологічної проблеми руйнування озонового шару вимагає якнайшвидшої відмови від застосування озону руйнівних речовин у вітчизняному холодильному обладнанні.

На залізничних підприємствах і в депо в якості допоміжного транспорту використовують автомобілі з бензиновими і дизельними двигунами, які є додатковими джерелами забруднення атмосфери. Дизельні двигуни викидають у великих кількостях сажу, частки якої можуть містити адсорбовані токсичні речовини.

На залізничному транспорті є близько 10 тис. стаціонарних джерел викидів в атмосферу. Від них надходить в атмосферу 19 тис. тон забруднюючих речовин щорічно, у тому числі 53 тис. тон твердих речовин, 14 тис. тонн - газоподібних. Більше 90% викидів припадає на котлоагрегати

(котельні, ковальські виробництва). Як правило, на кожному ремонтному підприємстві залізничного транспорту є власна котельня, яка працює на газі або мазуті. Всього на залізничному транспорті налічується 200 котелень (рис. 5). Всі стаціонарні джерела забруднення поділяються на: локомотивні та вагонні депо, підприємства промислового залізничного транспорту, заводи по ремонту рухомого складу, які мають свої виробництва і здійснюють технологічні процеси.



Рис. 5. Котельня локомотивного депо

У локомотивних депо проводиться завантаження сухого піску в гальмівну систему локомотива. Приготування в депо сухого піску для локомотивів, його транспортування і завантаження в тепловози супроводжується виділенням в повітряне середовище пилових частинок містять діоксид кремнію і газоподібні речовини, які утворюються в процесі спалювання газу або мазуту в печах сушильних камер. В даний час пиловловлюючими пристроями на стаціонарних джерелах обладнані лише 1,8% вагонних депо, 4,6% локомотивних депо, 7,8% котелень.

На заводах і в вагонних депо при зварюванні деталей в повітря надходить зварювальний аерозоль, що містить оксиди марганцю, сполуки кремнію, фториди, фтористий водень. Нанесення лакофарбових покриттів супроводжується виділенням в повітряне середовище парів розчинників і аерозолю фарби. При використанні розчинників, шпаклівок, ґрунтовок, лаків і емалей, що надходять у повітря пари містять ацетон, бензол, бутилацетат, бутиловий спирт, ксилол, метилетилкетон, толуол, хлорбензол, циклогексан, етиловий спирт, формальдегід, бензин.

На підприємствах з ремонту рухомого складу виготовляються і ремонтуються запасні частини піддаються гальванопокриття, фарбування, у великому обсязі виробляються зварювальні та газорезні роботи, кольорове і мідне лиття, виплавка металу. В атмосферу викидаються при цьому оксиди вуглецю та азоту, сірчистий ангідрид, фенол, формальдегід, свинець, високотоксичні оксиди ванадію, нікелю, пил горілої землі. Специфічними для залізничного транспорту є підприємства з підготовки та просочуванні шпал, щебеневі заводи, промивально-пропарювальні станції. Шпалопросочувальні заводи здійснюють сушку і консервацію деревини: шпал, мостових брусів, опор ліній зв'язку та електропередач, деталей дерев'яних конструкцій. Більшість шпалопросочувальних заводів застосовують для просочення деревини масляні антисептики: кам'яновугільні і сланцеві масла. Для розведення кам'яновугільних масел використовуються сольвент-нафта і зелене масло - продукти, одержувані при перегонці нафти. Деякі заводи працюють на водорозчинних антисептиках. До складу антисептиків входять органічні сполуки різних класів (граничні, неграничні, ароматичні вуглеводні, органічні кислоти, феноли), які викликають забруднення атмосфери.

В галузі функціонує близько 100 підприємств з переробки щебеню. Щебінь видобувають відкритим способом в кар'єрі із застосуванням вибухових робіт. Матеріалом служать гірські породи. Роздроблена після вибуху гірська маса вантажиться екскаватором на автотранспорт і

доставляється в дробильно-сортувальний цех заводу, де ведеться її подальше подрібнення. Після сортування готовий щебінь подається на склад або відвантажується споживачам. На всіх етапах отримання щебеню в повітря інтенсивно виділяється мінеральна пил, що містить понад 70% діоксиду кремнію.

У складі вагонних депо, або як самостійні підприємства, діють близько 40 промивально-пропарювальних станцій (ПКС), де проводиться очищення цистерн від залишкових нафтопродуктів. При очищенні цистерн виконують такі операції: пропарювання внутрішньої порожнини паром, промивка гарячою водою, продування і видалення залишкових газів з цистерни (дегазація). Всі вони супроводжуються виділенням забруднюючих речовин у навколишнє середовище (рис. 6, табл. 2).



Рис. 6. Пропарочный пункт станции

При обмивання рухомого складу в атмосферне повітря потрапляє пил, пари луку (їдкого натру), карбонату натрію. Машини хімічної чистки одягу різних підприємств залізничного транспорту виділяють в повітря пари різних

органічних сполук: трихлоретилену, бензину, ацетону, циклогексана і ізопропілового спирту.

Таблиця 2 – Питомі викиди забруднюючих речовин при очищенні цистерн на промивально-пропарювальних станціях

Тип цистерни	Речовини, що виділяються, кг/1цистерну		
	Бензол	Ксилол	Вуглеводні
Цистерни ємністю 60 тон з-під світлих нафтопродуктів (бензин, керосин, дизельне пальне)	4,55	2,77	8,47
Цистерни ємністю 60 тон з-під темних нафтопродуктів (мазут, нафта)	–	–	3,97

Зі стаціонарних джерел найбільшої шкоди докільню завдають котельні різних залізничних підприємств. Залежно від застосовуваного палива при його горінні виділяються різні кількості шкідливих речовин. При спалюванні твердого палива в атмосферу виділяються оксиди сірки (SO_2), вуглецю (CO), азоту (NO_x) і летюча зола з частками незгорілого палива у вигляді сажі (C). Мазути при згорянні в котлоагрегатах виділяють з димовими газами оксиди сірки, діоксид азоту, тверді продукти неповного згоряння і сполуки ванадію. При використанні в якості палива газу відбувається викид діоксиду азоту і оксиду вуглецю, органічних сполук: трихлоретилену, бензину, ацетону, циклогексана і ізопропілового спирту. У табл. 3 наведені джерела викидів і характерні забруднюючі речовини підприємств залізничного транспорту.

В даний час існують різноманітні газоочисні установки і пристрої, в яких використовуються механічні, фізичні, фізико-хімічні методи видалення з повітря шкідливих домішок. Газоочисні установки та пристрої поділяються за видами і агрегатним станом очищуваної речовини на установки з очищення газоповітряних сумішей від твердих домішок, від рідких домішок і

аерозолів, газоподібних речовин, вихлопних газів тепловозів і автотранспорту [5].

Таблиця 3 - Джерела викидів та склад шкідливих речовин у виробничих процесах на експлуатаційних і ремонтних підприємствах залізничного транспорту

Зона, дільниця, відділення	Виробничий процес	Обладнання	Шкідливі речовини
Зони технічного обслуговування ділянка діагностики	Технічне обслуговування	Підйомно-транспортуючі пристрої, Стенди Устаткування для заміни мастила, комплектуючих, система витяжної вентиляції	Оксид вуглецю, вуглеводні Оксиди азоту, масляний туман Сажа, пил
Слюсарно-механічне відділення	Слюсарні, розточувальні, свердлильні, стругальні роботи	Токарний, вертикально-свердлильний, роликовий, фрезерний, шліфувальний та інші верстати	Пил абразивний, стружка металева, масляний туман, емульсії
Електротехнічне відділення	Заточувальні, ізолювальні, обмотувальні роботи	Заточний верстат, електrolудильні ванни, обладнання для пайки, стенди випробувань	Абразивний і азбестовий пил, каніфоль, пари кислот
Акумуляторна дільниця	Складально-розбірні та зарядні роботи	Ванни для промивання та очищення, зварювальне обладнання, стелажі, система витяжної вентиляції	Промивні розчини, пари кислот, електроліт, шлами, лужні аерозолі
Відділення паливної апаратури	Регулювальні і ремонтні роботи з паливної апаратури	Промивні стенди, спеціальне оснащення, система вентиляції	Бензин, гас, дизельне паливо, ацетон, бензол
Ковальсько-ресорне відділення	Кування, гарт, відпустка	Ковальський горн, термічні ванни, система	Вугільний пил, сажа, оксиди

	металевих виробів	витяжної вентиляції	вуглецю, азоту, сірки, забруднені стічні води
--	-------------------	---------------------	---

Продовження таблиці 3

Мідницьким-жестяніцкое відділення	Різка, пайка, правка, формування по шаблонах	Ножиці по металу, обладнання для пайки, шаблони, система вентиляції	Пари кислот, третнік, наждачний і металевий пи́л
Зварювальне відділення	Електродугове і газове зварювання	Обладнання для дугового зварювання, ацетилено-кисневий генератор, система витяжної вентиляції	Мінеральна пи́л, зварювальний аерозоль, оксиди марганцю, азоту, хрому, хлористий водень, фториди.
Арматурне відділення	Різка стекол, ремонт дверей, підлог, сидінь, внутрішньої обробки	Електричний і ручний інструмент, зварювальне обладнання	Пи́л зварювальний аерозоль, деревна і металева стружка
Шпалерне відділення	Ремонт та заміна зношених і пошкоджених сидінь, полиць, крісел диванів	Швейні машини, розкрійні столи, ножі для крою та різання поролону	Пи́л мінеральний і органічний
Ділянка шиномонтажу та ремонту шин	Розбирання і збірка шин, ремонт покришок і камер, балансувальні роботи	Стенди для розбирання та складання шин, обладнання для вулканізації, верстати для динамічної та статичної балансування	Мінеральний і гумовий пи́л, сірчистий ангідрид, пари бензину
Ділянка лакофарбових покриттів	Видалення старої фарби, знежирення, нанесення лакофарбових покриттів	Устаткування для пневматичного або безповітряного розпилення, ванни, сушильні камери, система вентиляції	Пи́л мінеральна і органічна, пари розчинників і аерозолі фарб, забруднені стічні води
Ділянка обкатки двигунів	Холодна і гаряча обкатка двигуна	Стенд для обкатки, система витяжної	Оксиди вуглецю, азоту,

		вентиляції	сажа, сірчистий ангідрид
--	--	------------	--------------------------

Продовження таблиці 3

Стоянки і місця відстою рухомого складу	Переміщення одиниць рухомого складу, очікування	Обладнаний майданчик відкритого або закритого зберігання	Оксиди вуглецю, азоту, вуглеводні, сажа, сірчистий ангідрид
Склад паливно-мастильних матеріалів	Отримання, зберігання, видача, паливно-мастильних матеріалів	Тара і ємності для зберігання, вагове обладнання	Пари і рідкі розливи палив і олив
Ділянка механічної обробки деревини	Пиляння, стругання, фрезерування, свердління	деревообробні верстати	Деревний пил, стружка, масляний туман, емульсії
Гальванічне відділення	нанесення металопокриттів	електролітичні ванни	Соляна і сірчана кислоти, нікель, мідь, гідроксид натрію, хромовий ангідрид
котельні	Теплопостачання	Водогрійні або парові котли, насоси живильні і рециркуляційні, обладнання для хімоочищення води	Зола, сажа, пил, сірчистий ангідрид, оксид вуглецю, вуглеводні, оксид ванадію

3.1 Методи очищення атмосферного повітря

3.1.1 Механічні методи

Механічні методи засновані на використанні сил тяжіння, сил інерції, відцентрових сил, дифузії, захоплення та ін. До цієї групи методів належать: інерційний пиловловлювання, мокре пиловловлювання, фільтрація [19, 20, 21].

Інерційне пиловловлювання засноване на тому, що тверді частинки і краплі випадають з запиленого газового потоку при різкій зміні його напрямку. Найбільшого поширення набули інерційні пиловловлювачі (рис.11), які призначені для уловлювання великих фракцій пилю розміром більше 50 мкм, і циклони (рис. 12), використовувані для видалення золи з димових газів і сухий (деревної, асбоцементної, металевої) пилю з розміром частинок 25-30 мкм з повітря, ротаційні пиловловлювачі (рис. 13), призначені для очищення повітря робочих приміщень.

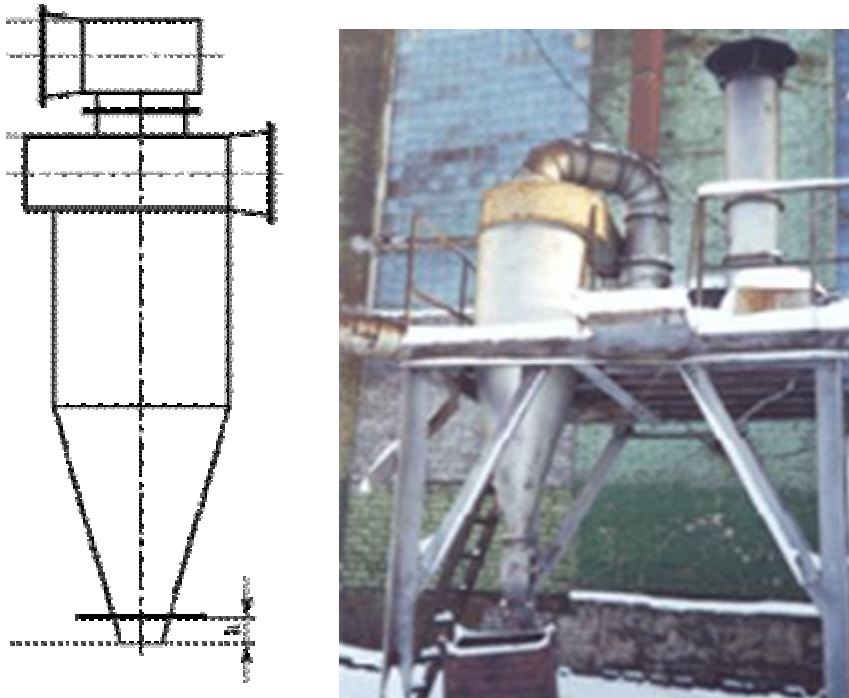


Рис. 6 - Малогабаритный пылеулавливатель

Принцип дії циклону - одного з найпоширеніших пилоочисного апаратів - заснований на використанні відцентрової сили, що виникає при обертально-поступальному русі газового потоку: відцентрова сила відкидає частинки пилю до стінок корпусу циклону, потім частинки пилю, стікаючи по стінках, випадають в бункер, а очищений газ через розташований по осі циклону вихлопної патрубков викидаються в атмосферу або надходять до

споживача. Циклони складають найчисленнішу групу екотехнічної апаратури - більше 90% від загального числа застосовуваних у промисловості пиловловлювачів. Ними вловлюється більше 80% від загальної маси уловленої усіма апаратами пилу

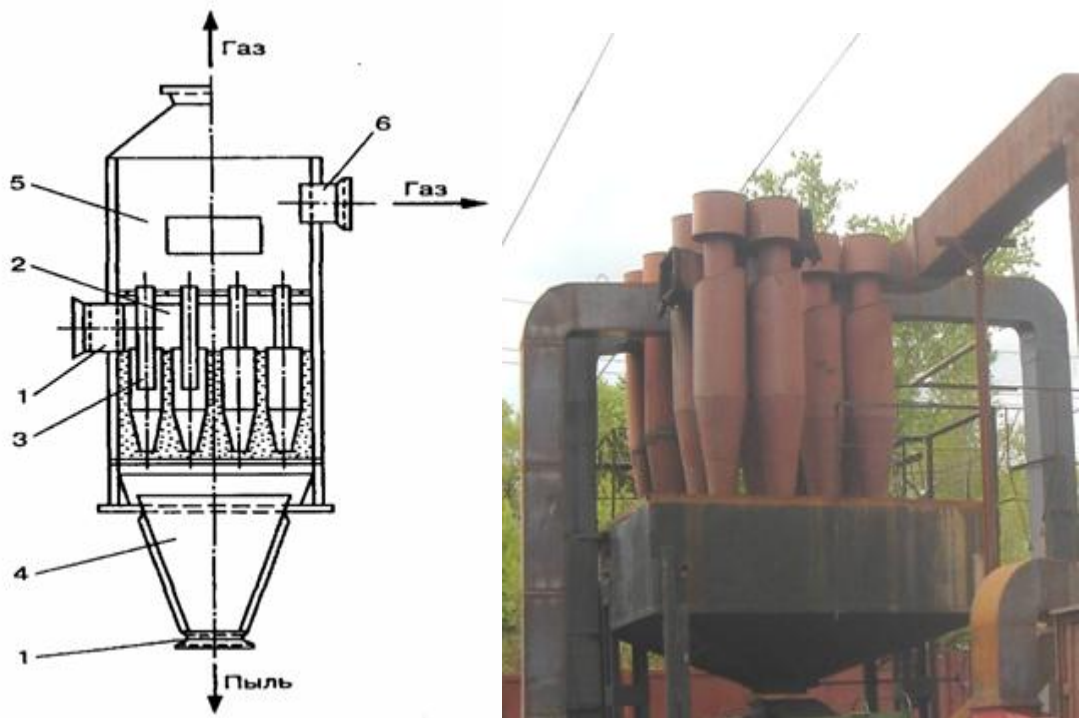


Рис. 7 - Схема та фото батарейного циклону

Мокре пиловловлювання засноване на промиванні запиленого газового потоку рідиною, яка подається у вигляді бризок або туману.

Дія апаратів мокрого очищення газів засноване на захопленні частинок пилу рідиною, яка забирає їх з апаратів у вигляді шламу. Процесу уловлювання пилу в мокрих пиловловлювачах сприяє конденсаційний ефект - укрупнення частинок пилу за рахунок конденсації на них водяної пари. Оскільки в цих апаратах процес пилеочістки зазвичай супроводжується процесами абсорбції та охолодження газів, вони застосовуються і як теплообмінних апаратів, і для очищення газоподібних складових. Звичайно

як зрошувальної рідини, якщо не потрібно хімічне очищення, використовується вода. Часто апарати мокрого очищення газів використовуються в якості попередньої ступені перед апаратами інших типів.

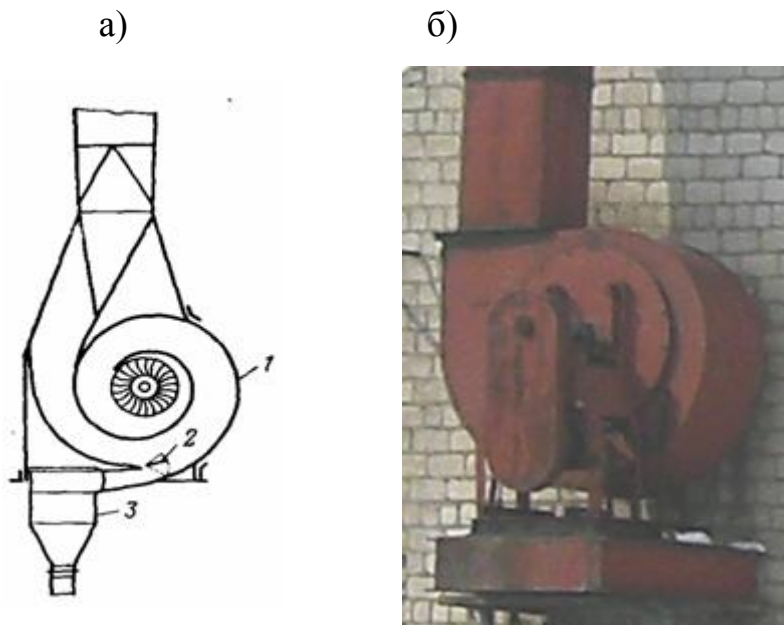


Рис. 8 - Ротаційний пиловловлювач: 1 - спиралевидний кожух; 2 - шибер, необхідний для направлення забрудненого повітря в циклон; 3 - циклон для остаточного осадження твердих частинок



Рис. 8 - Вентиляторний пиловловлювач вагонного депо

Апарати мокрого очищення газів називаються пінними газоочисниками і скруберами, вони поділяються на порожнисті і насадкові, відцентрові, динамічні, турбулентні. Скрубери (рис. 9) видаляють частки розміром більше 10 мкм, а пінні газоочисники вловлюють частинки розміром до 2 мкм. Вони застосовуються на ділянках забарвлення виробів і нанесення полімерних покриттів в замкнених системах воздухопользовання. Ефект очищення становить 90-99%.

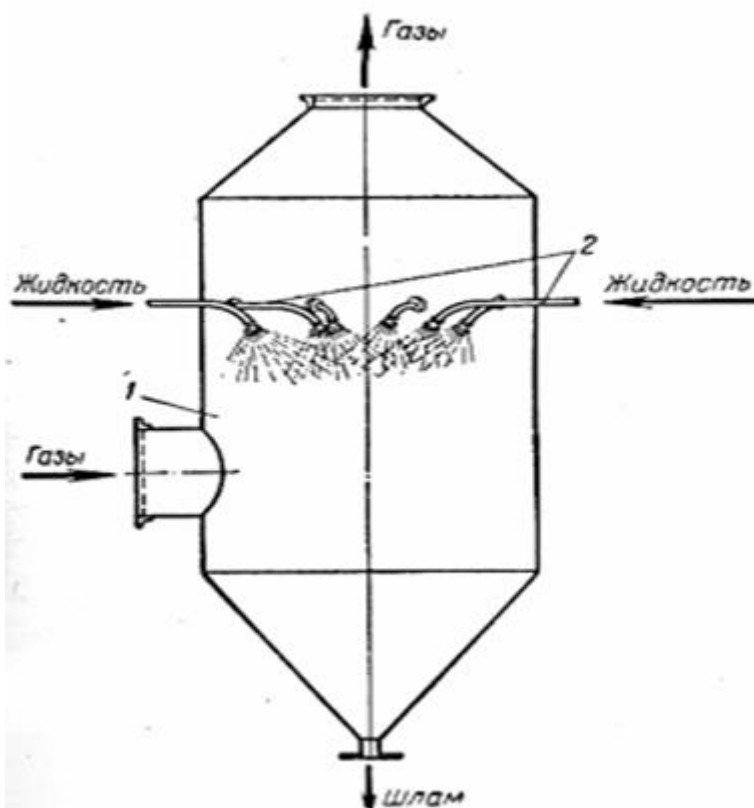


Рис. 9 - порожній скрубер:

1 - корпус; 2 - зрошувальна система

Фільтрація заснована на пропусненні запиленого газового потоку через фільтруючий матеріал (рис. 10 і 11). Фільтрацію застосовують для надтонкого очищення атмосферного повітря від деревного, асбоцементної, абразивного пилу, золи, сажі, часток металів, їх оксидів, ангідридів. Залежно від фільтруючого матеріалу, фільтри прийнято ділити на тканинні,

волокнисті, пористі і зернисті (із сипучих матеріалів). У тканинних фільтрах використовують не тільки тканини, але і неткані матеріали, такі як повсть. Фільтри з бавовняних тканин застосовуються для фільтрації нейтральних і лужних газів при відносно невисокій температурі. У волокнистих фільтрах застосовують набивні шари з натуральних або синтетичних волокон, шлаковати, стружки металів або полімерних матеріалів, а так само сформовані шари (фільтрувальна папір, картон). Широке поширення отримали фільтри з синтетичного і скляного волокна. Вони володіють високою термостійкістю і механічною міцністю. Найбільш поширеними пиловловлюючими апаратами, що працюють за методом фільтрації, є рукавні фільтри, які представляють із себе мішок, натягнутий на трубчасту раму. Для очищення повітря від туманів кислот, лугів, масел та інших рідин застосовують волокнисті фільтри - туманоулавітелі вловлюють частинки розміром менше 3 мкм, принцип дії яких заснований на осадженні крапель на поверхні волокон з наступним стеканием рідини під дією сил тяжіння. Ефективність очищення становить 90-99%.

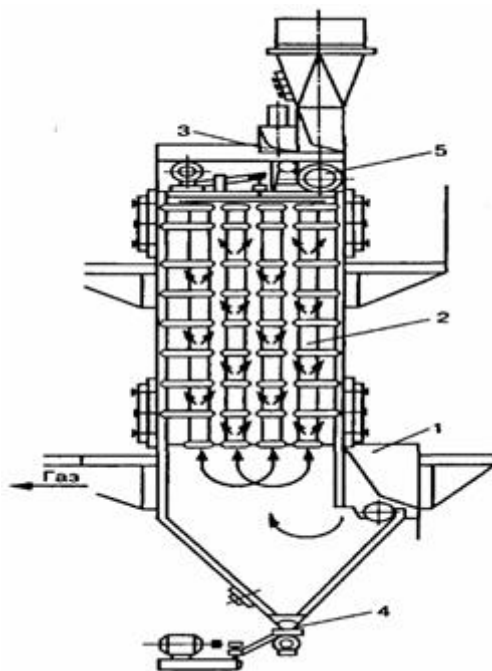


Рис. 10. Багатосекційний рукавний фільтр:

1 - розподільна коробка для подачі газу; 2 - рукава для осідання пилу; 3 - встряхивающее пристрій; 4 - шнек для видалення осілого пилу; 5 - колектор для випуску очищеного газу атмосфери.



Рис. 11 - Фільтруюча установка циклон на котельнях вагонного депо

3.3.2. Фізичні методи

Фізичні методи базуються на використанні електричних та електростатичних полів, процесів охолодження, конденсації і кристалізації. Електростатична очищення газів здійснюється в вертикальних і горизонтальних електрофільтрах, вона заснована на електризації забруднюючих частинок розміром до 0,1 мкм і виділенні їх з газу під дією електричного поля (до 50 кВ), створюваного спеціальними електродами. Електрофільтри - одно- або двосекційні апарати прямокутної форми (рис. 12). Корпуси апаратів - сталеві, покриті зовні теплоізоляцією. Активна зона електрофільтрів складається з осаджувальних електродів (плоских полотен, набраних з пластинчастих елементів спеціального профілю) і коронируючих електродів (трубчастих рам, в яких натягнуті коронируючим елементи). Відстань між сусідніми осадітельного електродами (300 мм) є також шириною одиничного газового проходу. Видалення уловленого пилу з

електродів - механічне, шляхом періодичного струшування їх ударами молотків

За способом видалення осаждаючихся на електродах частинок розрізняють сухі і мокрі електрофільтри. Сухі електрофільтри використовуються для видалення сухого пилю, а мокрі застосовують для очищення газів від парів кислот: сірчаної, соляної, азотної. Ефект очищення становить 97-99%.

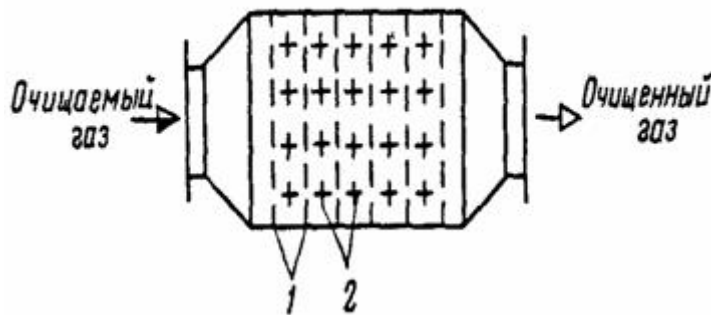


Рис. 12. - Однозонний електрофільтр з поперечним рухом газу
1 - осаджувальні елетроди; 2 - коронуючим електроди

3.3.3 Фізико-хімічні методи

Фізико-хімічні методи засновані на фізико-хімічних взаємодіях забруднювачів з очисними агентами. До таких методів належать: абсорбція, хемосорбція, адсорбція, каталітичний метод, термічний метод.

Абсорбція заснована на поділі газоповітряної суміші на складові частини шляхом поглинання одного або декількох газових компонентів цієї суміші рідким поглиначем (абсорбентом). Для видалення з викидів аміаку, хлористого і фтористого водню застосовують воду. Для видалення ароматичних вуглеводнів використовують сірчану кислоту. В даний час найбільшого поширення в якості абсорберов отримали скрубери-абсорбери (рис. 13).

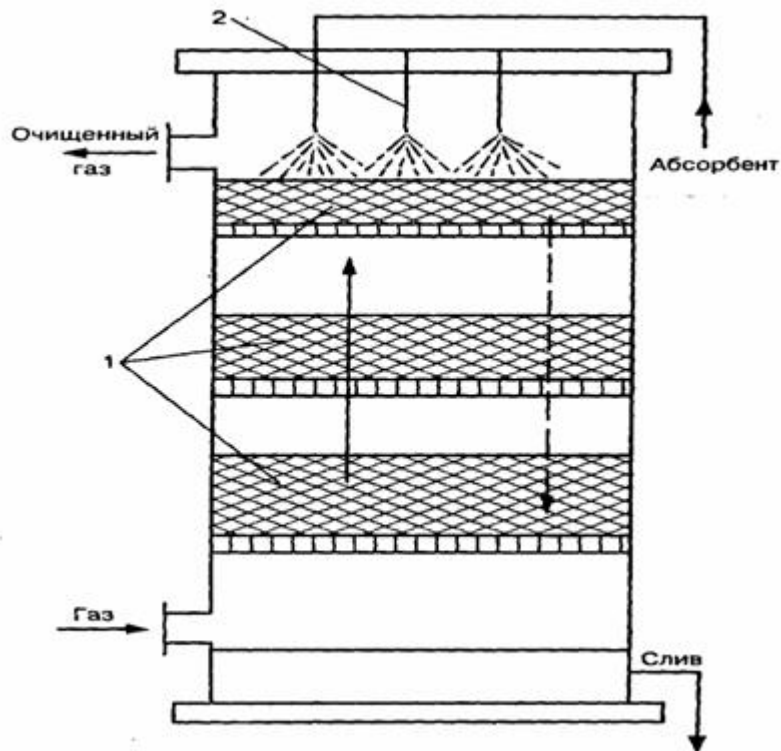


Рис. 13 - Зрошуваний скруббер-абсорбер з насадкою:

1 - насадка; 2 - розприскувач

Адсорбція заснована на вилученні з газів сумішей шкідливих домішок за допомогою твердих адсорбентів. Найбільш широко як адсорбент використовується активоване вугілля, крім того, існують і такі сорбенти, як активоване глинозем, силікагель, активоване оксид алюмінію, синтетичні цеоліти. Деякі адсорбенти просочують реактивами, що підвищують ефективність адсорбції і перетворюють шкідливу домішку в нешкідливу за рахунок відбувається на поверхні адсорбенту хемосорбції. Основним очисним обладнанням є вертикальні, горизонтальні, скрубери - адсорбери.

Хемосорбція заснована на поглинанні газів і пари рідкими і твердими поглиначами з утворенням хімічних сполук. Цей метод використовується для видалення з викидів сірководню та оксидів азоту. В якості очисного

обладнання використовуються скрубери, а хімічними поглиначами є арсенощавлеві і етаноламінові розчини.

Каталітичний метод очищення полягає в селективному прискоренні хімічної реакції і перетворенні забруднювача в нешкідливу речовину (рис. 15). Для зниження токсичності вихлопних газів застосовують каталітичні нейтралізатори, в яких забруднене повітря пропускають над каталізатором, найчастіше оксидом алюмінію. За допомогою такого очисного обладнання можна очистити повітря від чадного газу, вуглеводнів, оксидів азоту. У рідинних нейтралізаторах застосовують для зменшення вмісту альдегідів і оксидів азоту 10% -і водні розчини Na_2SO_3 або NaHSO_4 з добавкою 0,5% -ного основного реагенту для оберігання від передчасного окислення. Таким методом може бути досягнута повна очистка газів від альдегідів, а вміст оксидів азоту знижено на 70%.

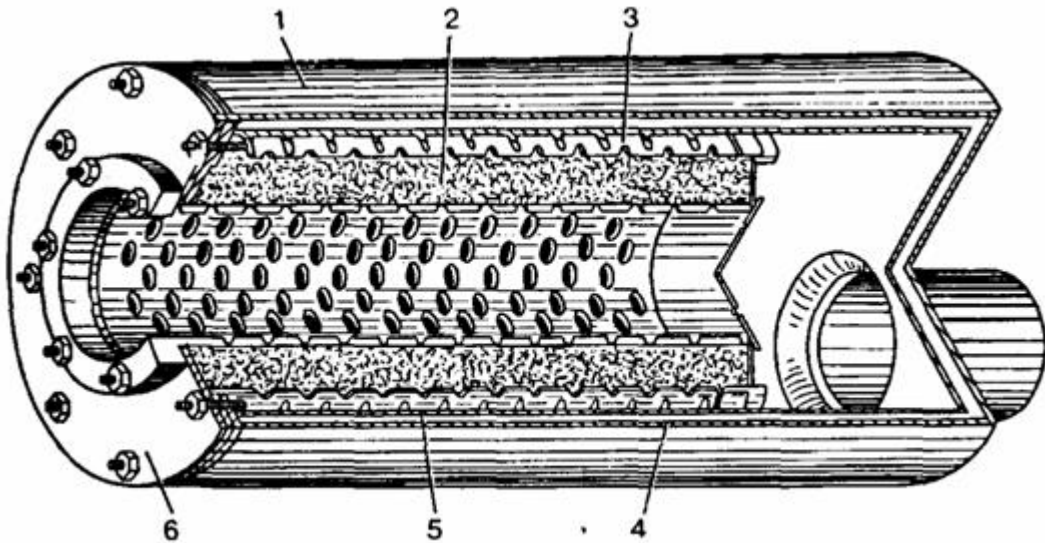


Рис. 15 - Каталітичний нейтралізатор: 1 - корпус; 2 - реактор; 3 - сітка; 4 - теплоізоляція; 5 - каталізатор; 6 – фланець

Термічний метод (рис. 16) заснований на допалювання і термічної деструкції шкідливих речовин у викидах. Використовується в тому випадку, коли шкідливі домішки у викидах горючі. Цей метод застосовують для

очищення викидів від лакофарбових і просочувальних діляниць. Системи термічного та вогневого знешкодження забезпечують ефективність очищення до 99%.

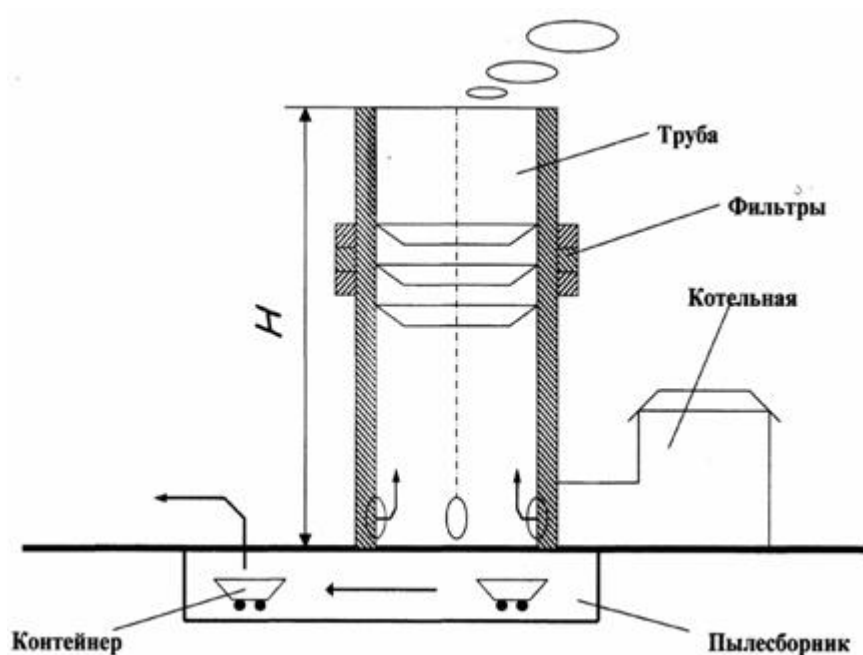


Рис. 16 - Схема очищення топкових газів котельні горнокузнечно-ресорного цеху локомотивного депо

4 ВПЛИВ ОБ'ЄКТІВ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ НА ВОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

Вода, що вживається в багатьох технологічних процесах залізничного господарства і відвідних за межі виробничих приміщень, підприємств після використання, відноситься до стічних вод. Залежно від походження, виду і ступеня забруднення на залізничному транспорті утворюються виробничі, побутові та поверхневі стічні води [7].

Виробничі стічні води утворюються в результаті технологічного циклу (обмивка рухомого складу, промивка цистерн, миття оглядових канав) і виробничих операцій (очищення вузлів і деталей в мийних машинах, ремонт акумуляторних батарей, гальванічна і механічна обробка деталей, гідравлічні і реостатні випробування і т. д.).

Побутові стічні води утворюються при експлуатації на територіях підприємств їдалень, пралень, душових.

Поверхневі стічні води утворюються в результаті змиву дощової, талої та поливальної водою домішок, що скупчуються на забрудненій території і дахах виробничих будівель

Санітарні правила охорони поверхневих вод встановлюють нормовані значення показників якості, води та водних об'єктів залежно від категорії водойми: I категорія - водойми питного та культурно-побутового призначення; II категорія - водойми рибогосподарського призначення. Залізничний транспорт використовує воду в господарсько-побутових і питних цілях.

Розглянемо основні підприємства залізничного транспорту, які використовують воду

Локомотивні та вагонні депо займають території, площа яких коливається в середньому в межах 4-5 га. Усі підрозділи локомотивного і вагонного господарств забезпечують підготовку до роботи тягового рухомого

складу, вагонів, їх технічне обслуговування та ремонт. Більшість виробничих операцій у локомотивних і вагонних депо пов'язано зі споживанням води і утворенням забруднених стічних вод. Виробничі стічні води локомотивних і вагонних депо утворюються в процесі зовнішньої обмивки рухомого складу, при промиванні вузлів і деталей перед ремонтом, в гальванічних цехах або дільницях, при промиванні і заправці акумуляторів, регенерації фільтрів, при продувці і промиванні парових котлів, миття оглядових каналів і пранні спецодягу.

Пункти підготовки пасажирських і вантажних вагонів, де здійснюється зовнішня і внутрішня обмивка вагонів з-під різних вантажів (мінеральні добрива хімікати, будівельні матеріали, комбікорми, зерно та ін.) Займають невеликі території, в середньому 2-3 га. Технологічні процеси цих підприємств не сприяють утворенню великих забруднених площ: в середньому вони становлять 3-5% займаної території. Ці стоки забруднені, як правило, важкими мінеральними домішками, містять розчинені солі, нафтопродукти, тетраетилсвинець, поверхнево-активні речовини (ПАР) і т. Д. Виробничі стоки після зовнішньої обмивки ходових частин містять органічні сполуки тваринного або рослинного походження. Останні призводять до загнивання стоків. Стічні води пунктів обмивки пасажирських вагонів і електросекцій містять в основному зважені речовини і нафтопродукти, а також бактеріальні забруднення, змиті при обмиванні подвагонних вузлів .

Стічні води пунктів підготовки вантажних вагонів забруднені важкими мінеральними домішками, що містять залишки мінеральних добрив - розчинені солі, нафтопродукти з ходових частин, органічні сполуки рослинного і тваринного походження, в яких також присутні бактеріальні забруднення. Пункти підготовки, як правило, не мають оборотного водопостачання. Це різко збільшує споживання водних ресурсів.

Стічні води промивально-пропарювальних станцій утворюються при пропарюванню і промиванні цистерн з-під нафти, дизельного палива, мазуту,

гасу, бензину, мастил та інших продуктів переробки нафти, а також при обмивання естакад і лотків. Ці стоки забруднені нафтопродуктами і зваженими речовинами. У них можуть бути присутніми феноли, органічні кислоти, ацетон, тетраетилсвинець, ПАР. Виробничі стоки після зовнішньої обмивки цистерн містять в основному зважені речовини і нафтопродукти. Температура цих стоків зазвичай підвищена до сорока градусів. Території промивально-пропарювальних станцій займають в середньому до 12 га, з яких приблизно четверта частина досить сильно забруднена рештками перевозяться нафтових вантажів. Стічні води промивально-пропарювальних станцій (об'ємом від 60 до 500 м³) забруднені нафтопродуктами, розчиненими органічними кислотами, фенолами. Якщо в цистерні здійснювалося перевезення етилованого бензину, то в стоках міститься, крім перерахованого, і тетраетилсвинець. Для обмивки використовується оборотне водопостачання, при якому обмивальних вода після проходження через очисні споруди та відділення від нафтопродуктів використовується повторно. Кількість виробничих стічних вод від промивально-пропарювальних станцій становить 500-2000 м³ / сут. Концентрація нафтопродуктів у стоках промивально-пропарювальних станцій становить 20000-50000 мг / л і більше, а механічних домішок - 2000-3000 мг / л

Шпалопросочувальні заводи вносять значний вклад в забруднення вод..

Один шпалопросочувальний завод скидає на рік від 40 до 150 тис. м³ виробничих та господарсько-побутових вод . Обсяги побутових і виробничих стічних вод становлять близько 12-35 м³ / сут і 100-150 м³ / сут. Відповідно і склад стічних вод пов'язаний з наявністю смол, масел, фенолів та інших домішок. Концентрація смол і масел у виробничих стоках заводів, що працюють на масляних антисептиках, коливається від 100 до 60000 мг / л, а вміст фенолів досягає 2500 мг / л, складаючи в середньому 500-600 мг / л.

Залізничні станції призначені для прийому, пропуску і обробки поїздів. Стічні води пасажирських станцій в основному являють собою

господарсько-побутові стоки, забруднені мінеральними і органічними домішками, включаючи жири і миючі засоби.

Дезинфекційно-промивні станції призначені для обробки вагонів після перевезення худоби, птиці, шкіри, вовни, кісток. Залежно від складу перевезених вантажів і їх санітарного стану оброблювані вагони підрозділяються на три категорії: 1) вагони I категорії, призначені для перевезення здорових тварин, а також тваринної сировини, благополучного з інфекційних захворювань; 2) вагони II категорії, призначені для перевезення хворих тварин або підозрюваних у зараженні інфекційними захворюваннями; 3) вагони III категорії, призначені для перевезення хворих тварин або підозрюваних у зараженні стійкими і небезпечними інфекційними захворюваннями (сибірська виразка, правець та ін.).

Після промивання вагонів стічні води цих підприємств забруднені залишками перевезених вантажів, речовинами, що застосовуються для дезінфекції вагонів (хлорне вапно, каустична сода та ін.), а також бактеріальними забрудненнями. За складом розчинених забруднень ці стоки близькі до господарсько-побутових стоків.

Виробничі та стічні води на щебених заводах утворюються при митті щебеню, мокрій очищенню повітря від пилу в аспіраційних системах, в гідрозатвор дробарок, обмивання устаткування, що ремонтується, прибирання приміщень. Переважним забрудненням стоків є мінеральні зважені речовини, в незначних кількостях можуть бути присутніми нафтопродукти. Стічні води щебеневого заводу в обсязі від 10 до 250 м³ на рік можуть становити небезпеку для екосистем при попаданні в довколишні водоймища.

Рейкозварювальні поїзда і промивально-пропарювальні комплекси необхідні для виробництва колійних робіт зі зварювання рейкових шляхів і обмивки старопридатних рейок. Виробничі стічні води утворюються при охолодженні зварювальних і гартівних агрегатів, а також при випуску води з мийних машин, призначених для обмивки рейок. Стічні води забруднені

нафтопродуктами і зваженими речовинами, а при використанні мийних дезінфікуючих засобів в стоках містяться луги і поверхнево-активні речовини.

4.1 Методи очищення стічних вод

Стічні води, що надходять в каналізацію, містять велику кількість різних забруднень. За походженням забруднення поділяються на: мінеральні, органічні, бактеріальні (біологічні). До мінеральних забруднень відносять пісок, частинки ґрунту, мінеральні масла, солі, кислоти, луги. Найбільшу небезпеку в санітарному відношенні представляють органічні забруднення, так як вони є сприятливим середовищем для розвитку різних бактерій, у тому числі хвороботворних. До них відносяться речовини рослинного походження (залишки овочів, фруктів, папір, рослинні олії) і тваринного походження (фізіологічні виділення людей і тварин, залишки мускульних і жирових тканин тварин), штучного походження (органічні кислоти, феноли, аміни, нафтопродукти, клейові речовини). Бактеріальні забруднення являють собою живі мікроорганізми, бактерії, віруси, дріжджові і цвілеві грибки, багато з яких є хвороботворними [8].

За розмірами забруднюючі речовини, що знаходяться у воді, підрозділяють на великі домішки (частинки розміром більше 0,1 мм до 0,1 мкм), колоїдні частинки (від 0,1 до 0,001 мкм); молекулярно-дисперсні частинки (менше 0,001 мкм).

Залежно від ступеня і характеру забруднення застосовують механічні, хімічні, фізико-хімічні та біологічні методи очищення стічних вод.

4.1.1. Механічні методи очищення

Механічні методи очищення (попередні) призначені для очищення виробничих, господарсько-побутових стічних вод від великих плаваючих

твердих домішок, зважених часток, а також інших забруднювачів: нафтопродуктів, нерозчинних металів і їх сполук шляхом відстоювання і фільтрування, відділення зважених часток з використанням відцентрових сил. Основні типи обладнання: відстійники, песколовки, нафтоловки, фільтри, гідроциклони.

Відстоювання (седиментація) - природний процес виділення з води грубодисперсних домішок шляхом осадження під впливом сил тяжкості, якщо щільність частинок більше щільності води, або спливання, якщо навпаки. Відстоювання здійснюється у відстійниках, септиках, песколовках і масловушках (нефтеловушки). Залежно від типу руху води процес відстоювання здійснюється у відстійниках вертикального, горизонтального, радіального, в тому числі двох'ярусного типу, септиках. Ефект очищення по зваженим речовин в горизонтальному відстійнику становить 50%, в радіальному - 50-60%, у вертикальному - 40-50%. У багатьох відстійниках здійснюється мінералізація (перегнівання) випав в них осаду (двоярусні відстійники, горизонтальні відстійники, септики). Інтенсифікація процесу відстоювання води досягається попередньою обробкою її реагентами, тобто додаванням сполук (гідроксили важких металів) або активного мулу, або бульбашок газу, які здатні утворювати з водними забрудненнями агрегати великої гідравлічної крупності.

Вертикальний відстійник (рис. 17) являє круглий або квадратний резервуар з камерою хлопьеобразования, розташованої в центрі відстійника. Діаметр відстійника - 5-10 м, глибина - до 7 м. Швидкість вхідного потоку води повинна становити до 0,6 мм / с, час відстоювання - 2 години, продуктивність - до 20 м³ / добу.

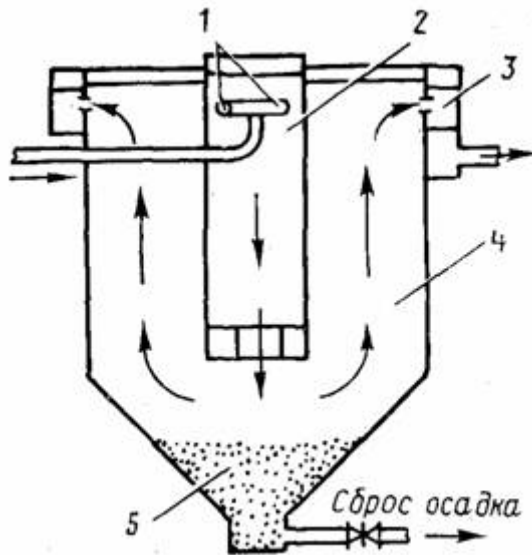


Рис. 17 - Схема вертикального відстійника: 1 - сопло для вступу стічної води; 2 - центральна труба - коловоротна камера; 3 - водозбірний жолоб для зливу освітленої води; 4 - зона осадження для підняття води; 5 - зона накопичення осаду

Горизонтальний відстійник являє собою прямокутний резервуар, виконаний із залізобетону. Для підвищення рівномірності розподілу води його ділять в поздовжньому напрямку перегородками на ряд коридорів шириною від 3 до 6 м. Для згрібання осаду влаштовується скребковий механізм у вигляді транспортера зі шкребками або осад віддаляється через дірчасті лотки розташовані на дні відстійника.

Радіальні відстійники є різновидом горизонтальних. Застосовуються для освітлення сильно митних вод при великій продуктивності очисних споруд більше 25 тис. м³ / добу. Діаметри радіальних відстійників коливаються від 15 до 50 м, глибина - до 3,5 м у центру.

Радіальний відстійник являє собою круглий в плані резервуар. Стічна вода подається в центр відстійника знизу вгору і рухається радіально від центру до периферії. Особливість гідравлічного режиму роботи радіального відстійника полягає в тому, що швидкість руху води змінюється від максимального його значення в центрі відстійника до мінімального значення

у периферії. Плаваючі речовини видаляються з поверхні води у відстійнику підвісним пристроєм, розміщеним на обертається фермі, і надходять в приймальний бункер або в збірний лоток. Випадаючий осад за допомогою скребків, укріплених на рухомий фермі, зсувається в приямок відстійника. Осад віддаляється по трубопроводу за допомогою плунжерних і відцентрових насосів, що встановлюються в розташованій поруч насосної станції. Спливаючі речовини відводяться в жиросбірник. Освітлена вода надходить в збірний лоток

Двоюрисні відстійники (рис. 18) - це круглі або прямокутні глибокі резервуари, призначені як для відстоювання стічних вод, так і для перегнивання випав на дно осаду. Вони являють собою горизонтальні відстійники, в які вмонтовані один або два жолоби. Нерозчинені забруднення у міру протікання води по жолобу провалюються в септичеську частину, призначену для перегнивання осаду. Зброджування осаду здійснюється залежно від температури стічних вод: від 60 до 180 діб. Випуск збродженого осаду проводиться один раз на 10 діб.

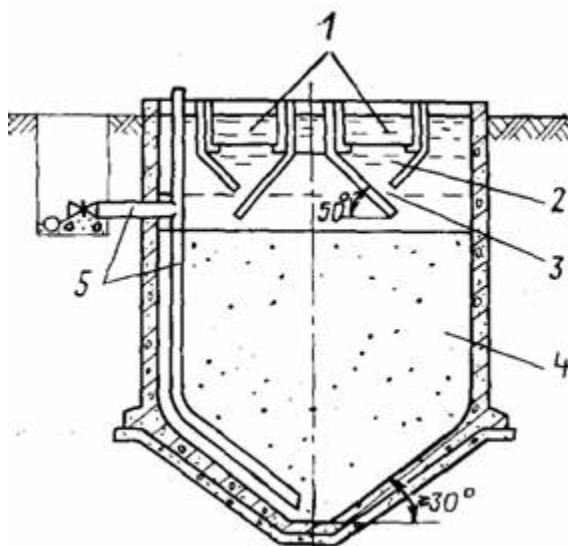


Рис. 18 - Схема двох'ярусного відстійника: 1 - напівзанурені дошки для рівномірного розподілу води; 2 - жолоб; подовжня щілина для проникнення

твердих частинок в септичеську частину; 3 - септична частина відстійника; илова труба для випуску зброженого осаду

Септики - це прямокутні або круглі резервуари (рис. 19), в яких побутові стічні води повільно протікають протягом 2-3 діб. Забруднення, що містяться в стічних водах, випадають на дно і перегнивають (зброджуються) протягом 6-12 місяців, а потім вивозяться на мулові майданчики. Легкі забруднення піднімаються на поверхню води і в септику утворюється кірка товщиною до 1 м. Септики і горизонтальні відстійники застосовуються при малих кількостях стічних вод - до 25 м³ / добу.

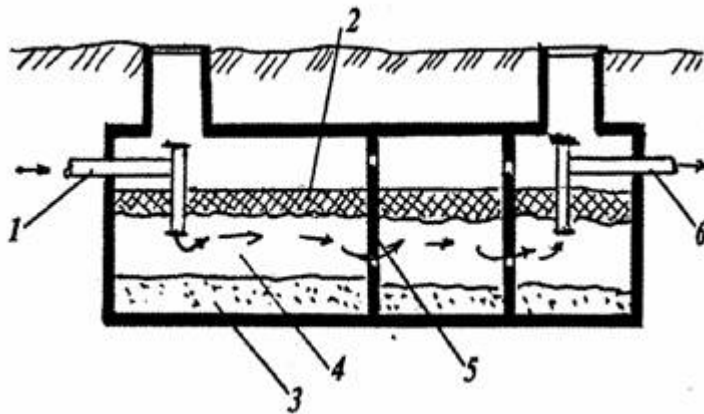


Рис. 19 - Схема септика: 1 - впускний трубопровід; 2 - кірка, яка утворюється з легких забруднень; 3 - септична частина (осад); 4 - відстійна частина; 5 - перегородки з отворами; 6 - випуск очищеної води

Пісколовку зазвичай встановлюють перед відстійниками очисних споруд. Застосування пісколовок обумовлено тим, що при спільному виділенні у відстійниках мінеральних і органічних домішок утруднений процес видалення осаду з відстійників і подальша його обробка. У пісколовках в основному затримується пісок крупністю 0,25 мм і більше. Вони застосовуються на очисних спорудах при продуктивності більше 100 м³ / добу і звичайно завжди при наявності двоярусних відстійників. Працюють за принципом відстоювання рідини при повільній швидкості її течії. Розрізняють пісколовки з горизонтальним (найбільш поширені),

вертикальним і гвинтовим рухом води; останні бувають аеріруемые (вода продувається стисненим повітрям). Горизонтальні пісколовки являють собою залізобетонні резервуари прямокутного або трапецієподібного поперечного перетину, в яких вода рухається зі швидкістю 0,15-0,3 м / сек, тривалість перебування води в песколовках 30-60 сек, пісок випадає в осад під дією сили тяжіння.

Нафтовловлювач застосовуються для затримання грубодисперсних нафтових частинок при концентрації нафтопродуктів у стічній воді більше 100 мг / л. Одночасно в них затримуються механічні домішки. Вони являють собою горизонтальні, прямокутні відстійники, глибиною від 1 до 2 м, шириною від 3 до 6 м, обладнані пристроєм для затримання та збору нафтопродуктів. Швидкість течії стічної води в нафтовловлювачі не більше 4 - 6 мм / с протягом близько 2 годин. Нафтовловлювач вловлюється до 98% нафтопродуктів.

Фільтрування - рух рідини через пористе середовище. Фільтрація застосовується для часткової і глибокого очищення вод від грубодисперсних частинок, дестабілізувати колоїдів і високомолекулярних забруднень. Фільтри являють собою металеві ємності, виготовлені з різних матеріалів діаметром 1-3 м. Внутрішній об'єм фільтра заповнюється різним матеріалом, можуть бути використані природні матеріали (пісок, тирса, подрібнений гравій, вугілля, доменний шлак, мармурова крихта, подрібнений антрацит) і штучні (полістирол, поліпропілен). За кількістю використовуваних в одному корпусі фільтрів матеріалів вони можуть бути одношаровими і багатошаровими. За швидкістю фільтрування фільтри бувають повільні ($V = 0,1-0,5$ м / ч), полускоріе ($V = 0,5-3,0$ м / год), швидкі ($V = 3,0-20$ м / ч) , надшвидкісні (більше 20 м / год)..

Залежно від створюваного напору перед фільтруванням вони бувають напірні (рис. 20) і безнапірні. По виду завантажувального матеріалу фільтри можуть бути з важкими завантажувальними матеріалами та матеріалами середньої щільності, ефект очищення 80%.

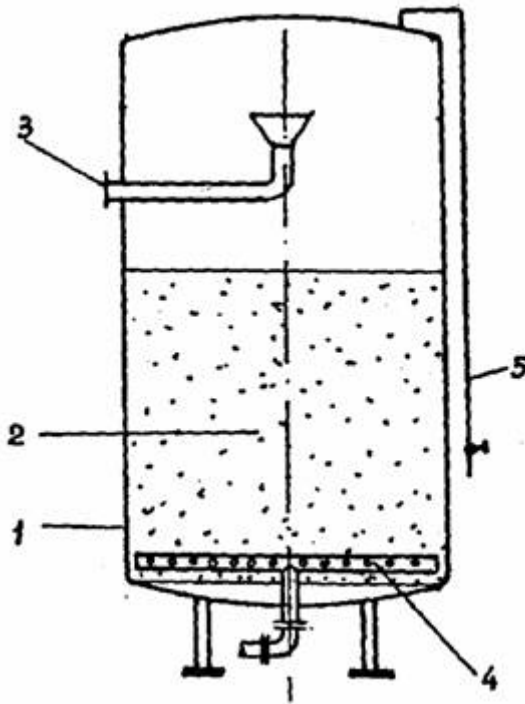


Рис. 20 - Схема напірного фільтра: 1 - корпус фільтра; 2 - фільтруюча піщана або гравійна завантаження; 3 - труба для подачі води на очищення; 4 - розподільна система; 5 - трубка, що відводить повітря

Відділення зважених часток з використанням відцентрових сил ґрунтується на відмінності фізико-хімічних властивостей компонентів суміші. До апаратів подібного типу дії відносяться напірні і безнапірні гідроциклони, центрифуги. Ці пристрої особливо ефективні, якщо щільність грубодисперсних частинок (пісок, металева або кам'яна пил, окалина, жири, масла і т.д.) істотно відрізняється від щільності води, при цьому досягається 90% -ний ефект очищення.

В напірні гідроциклони вода подається через тангенціально спрямований патрубок в циліндричну частину. Далі вода, рухаючись по гвинтових спіралі уздовж зовнішньої стінки апарату, направляється в його конічну частину. Тут основний потік змінює напрямок руху і переміщається до центральної частини апарату. Вирізняється в пристенній зоні осад і найбільш насичена зваженими речовинами частина води видаляються з

апарату через насадку для шламу. Потік освітленої води в центральній зоні апарату рухається по циліндричній спіралі вгору до зливної насадці. Гідроциклони можуть працювати у вертикальному, похилому або горизонтальному положенні. Ефективність гідроциклонов знаходиться на рівні 70%.

4.1.2. Хімічні методи очищення

Одним з основних хімічних методів очищення стічних вод є реагентний. У його основі лежать хімічні реакції, які переводять шкідливі забруднювачі у воді з розчину в нерозчинний осад з подальшим витяганням осаду з стоку. Метод застосовується для видалення із стічних вод розчинених неорганічних речовин іонного типу (солі, кислоти, підстави), розчинених органічних речовин і поверхнево-активних речовин. Досягається 97-98% - ний ефект очищення.

Метод окислення озоном, ультрафіолетом, сильними окислювачами: фтором, киснем, хлором та іншими використовують для доочищення стічних вод в основному від органічних кислот, ПАР. Процес окислення здійснюється в окислювальних установках .

Метод хлорування використовують для знезараження води, при цьому застосовують хлорне вапно, хлор і його похідні. Знезаражуюча дію хлору пояснюється взаємодією хлорнуватисту кислоти і гіпохлорит-іонів з речовинами, що входять до складу клітин бактерій, в результаті якого бактерії гинуть, при цьому досягається 99% -ний ефект очищення.

Метод нейтралізації заснований на реакції обміну між кислотою і лужними реагентами, при якій обидва з'єднання втрачають свої характерні властивості, і відбувається утворення солей. Вибір нейтралізують реагентів проводиться з урахуванням їх ефективності. З кислот найчастіше застосовують сірчану, соляну кислоти, а з лужних реагентів - гашене вапно, кальциновану соду, їдкий натр, вапняк, доломіт. Процес здійснюється в

нейтралізаторах частіше з подальшим висвітленням, при цьому ємності забезпечені пристроєм, і дозатором реагентів .

4.1.3 Фізико-хімічні методи

Фізико-хімічні методи очищення призначені для очищення стічних вод від дрібнодисперсних колоїдних сполук, а також речовин в молекулярній і іонній формі. З фізико-хімічних способів очищення найпоширеніші флотаційний і сорбційний методи, а також метод коагуляції, які використовують для очищення стоків в різних комбінаціях, при цьому враховується характер стічних вод.

Процес очищення стічних вод флотацією полягає в утворенні комплексів частинки-бульбашки, Спливання цих комплексів і видаленні утворився пінного шару з поверхні води. При очищенні стоків застосовують компресійний (напірний), механічний і пневматичний види флотації, що відрізняються способом введення в рідину бульбашок повітря. Процес флотації протікає в 8-10 разів швидше, ніж відстоювання, і закінчується протягом 10-15 хв. Флотація здійснюється в пристроях - напірних флотаторах. Злипання бульбашок газу з грязьовими частинками протікають найбільш інтенсивно, якщо забрудненнями є гідрофобні речовини (масла, нафтопродукти, вугільний пил та ін.). Ефект очищення флотаційна установка досягає 60%. Процес флотації можна інтенсифікувати магнітної обробкою води (ефект очищення флотацією підвищується на 30%) або попередньою гідрофобізацією забруднюючих речовин із застосуванням реагентів.

Коагуляція - процес укрупнення колоїдних частинок і переходу їх в категорію грубодисперсних частинок. При коагуляції застосовують традиційні неорганічні речовини (солі двох- і тривалентного заліза, алюмінію). Вкачестве очисного обладнання використовують освітлювачі, що представляють собою залізобетонні або металеві резервуари, заповнені фільтрами з підтримуючими гравійними шарами. Товщина завантаження -

2м. Воду, що підлягає очищенню, попередньо змішують з коагулянтами, подають у трубчасту розподільну систему контактного освітлювача. Ефект очищення стічних вод таким способом досягає 90%.

Процес поглинання однієї речовини іншим називається сорбцією. Поглинаюча речовина називається сорбентом, що поглинається - сорбтивом (сорбатом). Залежно від механізму сорбції розрізняють абсорбцію (поглинання усім обсягом сорбенту), адсорбцію (поглинання поверхневим шаром сорбенту) та ін. Сорбція виникає мимовільно і триває з порядку спадання швидкістю до досягнення рівноважного стану. До переваг сорбційного методу очищення відносяться: можливість видалення забруднень надзвичайно широкою природи практично до будь-якої залишкової концентрації незалежно від їх хімічної стійкості та керування процесом. У якості сорбентів використовуються різні штучні і природні пористі матеріали, що мають розвинену або специфічну поверхню: золи, коксовий дріб'язок, торф, силікагелі, алюмогелі, активні глини, пінополістирол і ін. Найбільш ефективними сорбентами є активні вугілля різних марок.

Для поглинання розчинених у воді речовин використовується процес адсорбції. Присутні у воді в колоїдній або іонній формі домішки, проходячи через шар адсорбенту, утримуються на частинках твердого тіла за рахунок міжмолекулярної взаємодії. При відсутності попереднього осадового фільтра на адсорбує матеріалі будуть осідати великі механічні домішки, тому бажано перед сорбційним фільтром зробити попереднє фільтрування води осадовим фільтром. Даний метод дозволяє досить глибоко очистити стічну воду, ефект очищення досягає 80%, але при цьому потрібна велика кількість сорбенту. Процес сорбції здійснюється в адсорберах різного типу (рис. 21). Вони являють собою резервуар, заповнений двошаровою сорбуючою завантаженням з активованого вугілля. Завдяки своїй високій адсорбційній здатності активоване вугілля сприяє поліпшенню органолептичних показників води (смак, колір, запах), ефективно видаляє залишковий хлор, розчинені гази, органічні сполуки. Однак, так як накопичується органіка

важко виводиться при зворотному промиванні, то можливий залповий скид забруднень в очищується середовище. Для запобігання цьому засипка з активованого вугілля вимагає періодичної заміни. В даний час в багатьох водоочисних системах для збільшення ресурсу роботи застосовують активоване вугілля з шкаралупи кокосових горіхів, адсорбційна здатність якого в 4 ... 5 разів вище, ніж вугілля, одержуваного традиційними методами (наприклад, з деревини листяних порід).



Рис.21 -. Сорбційні фільтри

4.1.4 Біологічні методи очищення

Біологічне очищення здійснюється в спеціальних спорудах за допомогою мікроорганізмів. Вона проводиться в природних і штучних умовах. У спорудах для біологічного очищення води формується біоценоз, тобто сукупність мікроорганізмів, рослин і тварин, пов'язаних між собою умовами спільної життєдіяльності. Основну частину біологічної маси становлять мікроби, генеруючі необхідні ферменти. Біоценоз утворюється природним шляхом і при зміні зовнішніх факторів здатний до саморегулювання. Процеси біологічного окислення в живій клітині являють собою модифікацію хімічних реакцій в аеробних і анаеробних умовах [9, 10].

Анаеробні процеси протікають без участі кисню при дуже високому рівні забруднення стічних вод. Вони здійснюються в присутності біологічних каталізаторів (ендоферменти), що знаходяться всередині бактеріальних клітин - анаеробів.

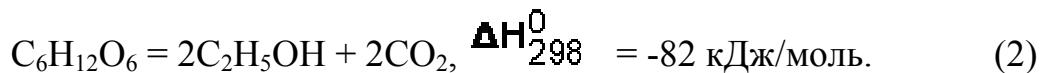
Анаеробним процесом є метанова ферментація:



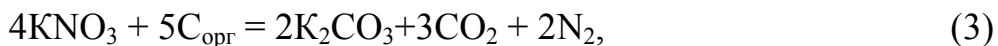
де $C_xH_yO_zN$ - умовна формула органічної речовини утворюється в клітинах мікроорганізмів;

$C_5H_7NO_2$ - умовна формула органічної речовини забруднювачів, що містяться в стічних водах.

Процес бродіння глюкози, що супроводжується розщепленням складної молекули органічної речовини на більш прості, протікає в анаеробних умовах:



Відновлення азотнокислих солей до газоподібного азоту відбувається в результаті процесів денітрифікації. Ці процеси протікають при відсутності вільного вуглецю і викликаються мікроорганізмами *Thiobacterium denitrificans*:



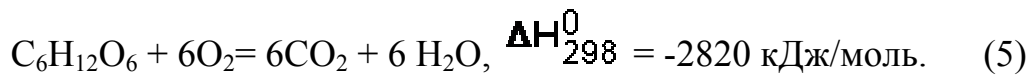
де $C_{\text{орг}}$ - органічна речовина.

Денітрифікація може протікати при відсутності органічної речовини і за наявності сірки:

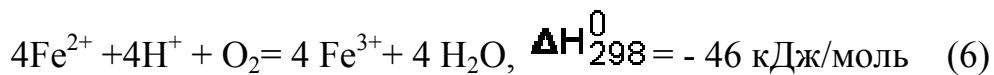


Розпад органічних речовин анаеробним шляхом відбувається значно довше, ніж аеробним.

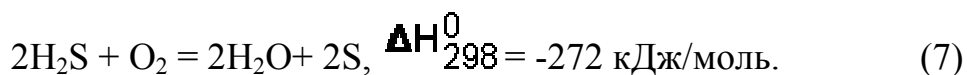
Аеробні процеси протікають за участю кисню, до них відносять реакції окислення речовин. Процес дихання мікроорганізмів або окислення глюкози до води і двоокису вуглецю:



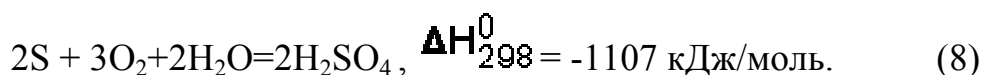
Процес окислення солей заліза протікає за участю залізобактерій, які розвиваються в каналізаційних і водопровідних трубах і викликають їх закупорку:



Реакції окислення сірководню та сірки, що протікають в стічних водах викликаються бактеріями *Beggiatoa alba*. Якщо в середовищі досить сірководню, то ці бактерії здійснюють наступну реакцію:



При нестачі сірководню протікає реакція:

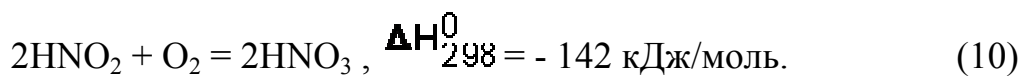


Процес нітрифікації супроводжується реакціями окислення аміаку в азотної кислоти і азотистої кислоти в азотну і протікає в дві стадії.

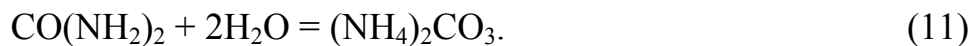
Перша стадія здійснюється нітритними бактеріями *Nitrosomonas*:



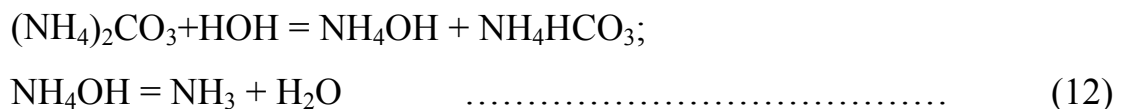
Друга стадія здійснюється нітратними бактеріями *Vact nitrobacter*:



Одним з продуктів білкового обміну в живому організмі є сечовина. Під впливом мікроорганізмів (особливо уробактерій) в каналізаційній мережі відбувається наступний гідроліз сечовини:



Цей процес може відбуватися в аеробних і анаеробних умовах. Вуглекислий амоній, як сіль слабкої кислоти і слабкої основи схильний гідролізу:



(цим пояснюється аміачний запах в санітарних вузлах).

Біохімічний розпад білків або їх похідних протікає під впливом гнильних бактерій і називається гниттям. Процеси гниття можуть протікати аеробних і анаеробних. Гниття супроводжується виділенням різко пахнуть речовин: аміаку (NH_3), сірководню (H_2S), скатола, індола, і т. п.

Рівень забрудненості стічної води речовинами, доступними процесу біологічного окислення, визначається біологічним споживанням кисню (БСК₅ і БСКповн). Біологічним споживанням кисню називається кількість кисню в мг / л або в г / м³, що витрачається мікроорганізмами на окислення забруднюючих воду органічних домішок. Показник БСК₅ - це кількість кисню, що витрачається на біохімічні процеси протягом п'яти діб, а БСКповн - кількість кисню, що витрачається на біохімічні процеси до наступу реакції нітрифікації.

Загальний вміст неокислених хімічних речовин в стічній воді характеризується хімічним споживанням кисню (ХСК). Під ХСК мається на увазі кількість кисню в мг, необхідна для повного хімічного окислення всіх забруднень, що знаходяться в 1 л стічної води.

4.1.4.1 Живі організми в стічних водах

Серед організмів, що мешкають у воді, виділяють: водорості і гриби, бактерії, амеби, інфузорії, коловертки і т. і.

Водорості та гриби часто присутні в стічних водах. Гриби відрізняються від водоростей відсутністю хлорофілу. Для їх розвитку потрібні готові органічні речовини: вуглеводи, спирти, органічні кислоти і т.і. Вони стійкі до високих навантажень і зміні рН в кислу сторону. В біоценозах при високій якості очищення стічних вод з нітрифікація і при низьких навантаженнях розвиваються хижі гриби, що мають ловчі пристосування для уловлювання та використання в їжу нематод, коловерток і найпростіших, які є утилізаторами органічних забруднювачів (поллютантів) [9,10, 11,12].

Бактерії - це група мікроскопічних одноклітинних організмів.

Амеби - представники цього класу найпростіших, пересуваються за допомогою ложноніжок (особливих виростів, змінюють форму тіла). Великі амеби (*Amoeba proteus*) - мешканці стічних вод з нормальною протікає

процесом очищення в очисних спорудах. Амеби харчуються бактеріями, дрібними найпростішими і розчиненими у воді органічними речовинами. Дрібні амеби - показники порушення процесу очищення, високого навантаження на очисні споруди і поганий аерації стічних вод.

Інфузорії - до цього класу відносяться найбільш високоорганізовані представники найпростіших, органами руху яких є війки - короткі волосоподібні вирости плазми. Багато індивідуальні види є індикаторами принципово різних станів очищення. Збільшення вмісту органічних забруднюючих речовин у стічних водах, а також порушення технологічного режиму очищення сприяє розвитку інфузорій.

Коловертки - це багатоклітинні безхребетні тварини, що мають більш складну будову, ніж найпростіші. У більшості коловерток можна виділити головний відділ, тулуб і ногу. Коловертки є показовими організмами, що характеризують роботу очисних споруд в аеробних умовах. Харчуючись бактеріями, мікроскопічними водоростями та органічної суспензією, вони фільтрують стічну воду. Проціджуючи воду через спеціальні органи, коловертки забезпечують повне окислювання забруднюючих речовин, забезпечуючи високу якість очищення стічних вод. Коловертки володіють широкою екологічною пластичністю, стійкі до коливань рН, дуже чутливі до нестачі кисню. Гранично високою температурою для них є 50°C.

У стічних водах підприємств можуть бути присутніми речовини, здатні порушувати нормальну життєдіяльність мікроорганізмів, що здійснюють процеси біоочищення. Причини токсичного впливу пов'язані з пошкодженням окремих частин мікробної клітини. Наприклад, токсичність фенолу, формальдегіду, крезолу, деяких спиртів обумовлюється коагуляцією білків протоплазми бактеріальної клітини. Ефір, ацетон руйнують клітинну оболонку.

Токсична дія різних речовин стічних вод значно послаблюється при їх розведенні. Таким шляхом можна адаптувати мікроорганізми до різних хімічних сполук. Для цього слід піддавати мікроорганізми впливу

токсикантів, поступово підвищуючи їх концентрацію до певної межі. Перевищення допустимої концентрації токсичної речовини призводить до загибелі мікроорганізмів, навіть за умови їх попередньої адаптації. Нестача кисню, високі концентрації токсичних речовин сприяють розвитку нитчастих хламідобактерій, що викликають порушення процесу очищення.

На життєдіяльність мікроорганізмів впливають температура, рН, концентрація субстрату. Біохімічна деструкція залишкових забруднювачів у стічних водах відбувається в результаті таких процесів, як окислення, відновлення, гідроліз, дезамінування.

4.2 Споруди біологічного очищення

До споруд біологічного очищення відносяться: біопруди, аеротенки, біофільтри, поля зрошення (фільтрації), метантенки [11].

Біологічні ставки (рис. 22) - це неглибокі котловани, заповнені водою. Їх проектують не менше ніж з двох паралельних секцій, в кожній секції 3-5 ставків, розташованих послідовно ступенями один за одним. В останніх секціях ставків можливе розведення риби.

Аеротенки - резервуари, в яких стічні води повільно протікають в суміші з активним мулом. Активний мул являє собою пластівці біоплівки, що складаються з колоній аеробних мікроорганізмів і продуктів їх життєдіяльності. Розчинені і колоїдальні забруднення, що містяться в стічних водах, адсорбуються активним мулом (перша стадія очищення), окислення органічних сполук бактеріями (друга стадія). На кінцевому етапі відбувається відновлення адсорбуючої здатності активного мулу. Для забезпечення життєдіяльності бактерій, а також для підтримки активного мулу у воді в підвішеному стані і перемішування його вода в аеротенках безперервно насичується повітрям. Аеротенки розділяються на аеротенки-витискувачі, аеротенки-змішувачі, аеротенки-відстійники.

а)



б)



Рис. 22 - а - біоставки, б - представник водної рослинності ейхорнія (водний гіацинт) *Eichornia crassipes* (Water hyacinth))

У біофільтрах стічна вода проходить через шар завантажувального матеріалу, покритого біоплівки, яка представляє собою колонії аеробних мікроорганізмів і продуктів їх життєдіяльності. При фільтрації стічної води колоїдні і розчинені органічні забруднення адсорбуються біоплівки, а містяться бактерії минералізують їх. В якості завантажувального матеріалу використовують подрібнені гірські породи, пластмаси, синтетичні тканини та ін. Для підтримки життєдіяльності мікроорганізмів необхідно здійснювати процес вентиляції, при необхідності в біофільтрі влаштовуються вікна,

фільтр розташовується на землі. Біофільтри і аеротенки забезпечують високий ефект очищення. Продуктивність біофільтрів - до 50 тис. м³ / добу.

Поля фільтрації являють собою сплановані ділянки землі, розділені валиками на ряд карт (рис. 23). Стічна вода подається на поля по трубопроводу в найвищу точку, а звідти самопливом розподіляється по лотках. На полях фільтрації відбувається природне самоочищення води при фільтрації її через ґрунт. В процесі фільтрації на частинках ґрунту утворюється біоплівка, яка складається з колоній аеробних бактерій і продуктів їх життєдіяльності. Біоплівка адсорбується, а бактерії минералізують їх. У зимовий час відбувається наморажівання води висотою близько 1 м, при цьому висота валиків становить 1,1 м. Поля фільтрації влаштовують на піщаних, супіщаних ґрунтах і дрібних суглинках за умови, що ґрунтові води розташовані нижче 1,5 м від поверхні землі. Стічні води перед подачею на поля фільтрації піддаються механічному очищенню з відстоюванням не менше 30 хв. На полях фільтрації вирощують овочеві культури, що не вживаються в їжу в сирому вигляді, технічні сільськогосподарські культури і деякі трави.

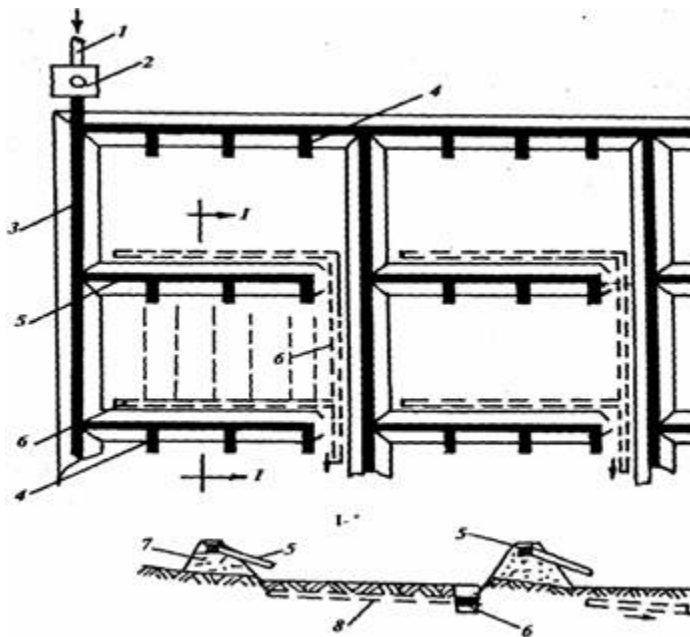


Рис. 23 - Поля фільтрації: 1 - напірний трубопровід; 2 - приймальний резервуар (камера); 3 - магістральні лотки; 4 - випуски; 5 - розвідні лотки; 6 - дренажні канави; 7 - валики; 8 - дренажні труби

У малих системах водовідведення використовують поля підземної фільтрації, фільтруючі касети, а також фільтруючі колодязі, траншеї і піщано-гравійні фільтри. Фільтруючі колодязі застосовують для прийому стічних вод від окремих будинків з витратою стічних вод до 1 м³ / добу, їх влаштовують із залізобетонних кілець діаметром 1-2 м, в стінках яких пробиваються отвори. Колодязь навколо його стінок заповнюється грубозернистим матеріалом - гравієм або галькою. Стічна вода надходить в колодязь, а з колодязя потрапляє в ґрунт. Аналогічними, але більш доскональними спорудами є фільтруючі касети, траншеї і піщано-гравійні фільтри. Вони влаштовуються в водонепроникних або в слабофільтруючих ґрунтах при витратах води до 15 м³ / добу. По конструкції представляють прямокутні котловани з укосами, в яких укладені водопостачання та на дренажні труби. Стічна вода після відстоювання в септику періодично подається в водорозподільні труби і фільтрується вниз через завантаження, при цьому відбувається біологічне очищення води за рахунок діяльності аеробних мікроорганізмів. Для припливу повітря в кінці труб встановлюються стояки.

Випадаючий осад піддається мінералізації, найчастіше цей процес здійснюється шляхом зброджування (перегнівання) в горизонтальних, радіальних відстійниках, септиках, двоярусних відстійниках, освітлювачах-перегнівачах. У процесі зброджування під впливом анаеробних бактерій відбувається окислення органічних сполук, що містяться в осаді. Зброджений осад легко зневоднюється і набуває запах асфальту. Мінералізованих осад направляють на природну сушку, на мулові майданчики. Вони являють собою сплановані ділянки землі, розділені валиками на карти. Підстава карт штучне - асфальто-бетонне; для відведення профільтрованої через осад води

передбачається дренаж. Осад напускається на карти шарами висотою 0,25-0,35 м. Такий шар сохне 10-15 днів, при цьому обсяг, осадка зменшується в 2-5 разів. Взимку осад наморожують.

При нестачі вільних площ для пристрою мулових майданчиків застосовується механічне зневоднення осаду на центрифугах, вакуум-фільтрах. У центрифугах осад подається всередину порожнього вала (шнека). Під дією відцентрової сили вологий осад відкидається до стінок порожнього вала і відбувається поділ фаз твердої і рідкої. Після підсушування осад приймає зернисту структуру і вид чорної городньої землі - осад міських стічних вод, його можна використовувати в якості високоефективного органо-мінерального добрива, попередньо піддавши компостуванню. Якщо осад містить важкі метали - осад виробничих стічних вод, то його використання в якості добрив неприпустимо, тому часто такий осад спалюють у киплячому шарі і надалі використовують як золи для добавок до будівельних матеріалів. Осад, що містить токсичні речовини, піддають вивезення та захоронення.

На великих очисних спорудах для зброджування осаду з первинних і вторинних відстійників і для утилізації виділяються при цьому горючих газів будують спеціальні споруди - метантенки (рис. 24). Метантенки являють собою циліндричні залізобетонні герметичні резервуари діаметром 10-20 м, з конічним днищем і з нерухомим або плаваючим перекриттям. При зброджуванні осаду виділяється газ, що складається з метану (70%) і вуглекислоти (30%), його збирають в газовому ковпаку, відводять по трубі, а потім використовують як паливо. Для прискорення процесу зброджування осад підігривають паром. Тривалість зброджування осаду від 5 до 15 діб. Для переробки осаду на станціях продуктивністю до 50000 м³ / добу замість метантенков використовують аеробні стабілізатори. Тривалість процесу стабілізації протікає 7-12 діб.

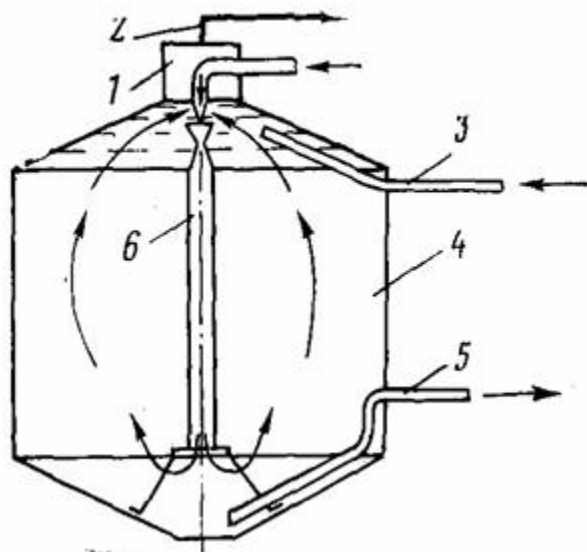


Рис. 23 - Схема метантенка: 1 - газовий ковпак для збору метану і вуглекислоти; 2 - труба для відводу метану і вуглекислоти; 3 - труба для подачі сирого осаду; 4 - циліндричний залізобетонний герметичний резервуар; 5 - труба для видалення зброженого осаду; 6 - насоси з гідроелеваторами

5 ВПЛИВ ОБ'ЄКТІВ ЗАЛІЗНИЦІ НА ҐРУНТИ

Будівництво залізниць пов'язано з вилученням земельних ресурсів під постійні та тимчасові споруди, комунікації. Землі, що знаходяться під тимчасовими спорудами, по завершенні будівництва повинні підлягати рекультивациї, проте на практиці це здійснюється менш ніж на 50%. Поряд з вилученням земель відбувається знищення зелених насаджень, в першу чергу лісів. За статистичними даними, спорудження 1 км залізниць супроводжується вирубкою лісу на площі від 3 до 20 га. Після закінчення будівництва потрібно проводити лісонасадження вздовж залізничних ліній, що є засобом їх захисту від несприятливих природних явищ (хуртовин, заметів і т. П.) І техногенного забруднення. В даний час площі штучних лісопосадок на залізничному транспорті Росії становлять 200 тис. Га і стільки ж зайнято природними лісами, однак приблизно 2/3 з них вимагають відновлення та реконструкції [4].

Діяльність транспортних підприємств пов'язана зі здійсненням перевізного процесу, вантажно-розвантажувальних операцій та виконанням робіт з технічного обслуговування рухомого складу і шляхів сполучення. Підприємства залізничного транспорту займають території в середньому від 2 до 50 га, що відрізняються не тільки розмірами, а й ступенем забрудненості. Сюди відносяться: локомотивні та вагонні депо, склади палива (рис. 24), промивально-пропарювальні станції, шпалопросочувальні заводи, пункти технічного обслуговування вагонів, залізничні станції. Характер технологічних процесів, здійснюваних підприємством, визначає вид і площа забруднюючих речовин, утворення відходів, у тому числі токсичних.



Рис.24 - Склад палива станції

Найбільш поширеними забруднювачами територій підприємств залізничної галузі є нафта і нафтопродукти, мазут, дизельне паливо, масла та мастильні матеріали, антисептики, феноли, а також залишки перевезених вантажів і відходи виробництва. Причинами забруднення залізничних колій нафтопродуктами є: витік їх на колії і міжколії з цистерн (рис. 25), несправність котлів та зливних приладів під час перевезення. Змащувальні масла потрапляють на залізно-дорожні шляхи під час сезонних і епізодичних заправок букс, з колісних пар, а також безпосередньо з нещільно закритих букс при русі складу. Площа забруднених ділянок становить від 5 до 25% загальної території підприємства.



Рис. 25 - Місця проток дизельного палива на складі зберігання палива

Ремонтні роботи також супроводжуються забрудненням ґрунту, накопиченням металевих, пластмасових та гумових відходів поблизу виробничих ділянок та відділень. При будівництві та ремонті шляхів сполучення, а також виробничо-побутових об'єктів підприємств транспорту відбувається вилучення з екосистем води, ґрунту, родючих ґрунтів, мінеральних ресурсів надр, руйнування природних ландшафтів, втручання в тваринний і рослинний світ. З екологічних позицій всі види впливу на екосистеми повинні бути нижче здібностей природи до самовідновлення. В іншому випадку настає деградація природних систем та їх повне знищення. Забруднені виробничі площі шпалопросочувальних заводів становлять 20-25% всієї території і утворюються навколо просочувальних циліндрів і на складі готової продукції. Основними забруднювачами територій шпалопросочувальних заводів є сланцеві і кам'яновугільні олії, що містять феноли, органічні жирні кислоти, піридин, скипидар, ацетон. Концентрації забруднень в середньому складають 50-100 г / кг ґрунту. При відсутності очисних споруд на підприємствах чи в аварійних випадках спостерігаються розливи креозоту .

Відходи промислових підприємств залізничного транспорту є найбільшим джерелом забруднення ґрунтів.

Нерідко після закінчення будівництва або реконструкції доріг, транспортних споруд залишаються незасипаних ями, траншеї, невіривняні гори ґрунту, затверділий бетон, некондиційні будівельні матеріали та інше сміття, кинуті після використання кам'яні і піщані кар'єри. Це спотворює природний ландшафт, посилює запиленість атмосфери та прилеглих територій, викликає ерозію ґрунтів в навколишніх районах. У завдання охорони навколишнього середовища на залізничному транспорті входять не тільки заходи щодо запобігання забруднення ґрунту на станціях, перегонах і територіях підприємств, а й рекультивация земель, порушених при розробці кар'єрів для видобутку будівельних і баластних матеріалів і при будівництві залізниць. Порядок рекультивации встановлений положенням про відновлення земель при розробці родовищ корисних копалин, проведенні геологорозвідувальних та будівельних робіт. При підготовці нових кар'єрів верхній родючий шар ґрунту знімають з розробляється площі і укладають окремо для зберігання. Після відпрацювання кар'єра відвали ґрунту вирівнюють і покривають родючим шаром ґрунту для використання під лісопарки, під сільськогосподарські угіддя (луки, пасовища). Подібним чином поступово відновлюються землі на старих кар'єрах (вони можуть бути використані для облаштування водоймищ). Така робота дуже трудомістка і вартість рекультивации висока. Період відновлення родючості ґрунтів триває від 1 до 10 років і більше.

Для збереження ґрунту необхідно: виділяти під транспортні споруди менш цінні для сільського господарства землі; зберігати при будівництві гідрологічний режим, тобто стік дощових і підґрунтових вод; скорочувати забруднення ґрунтів шкідливими продуктами згоряння палива, токсичними стічними водами, сміттям, промисловими і будівельними відходами; утилізувати відходи, рекультивувати використані землі.

6 ВПЛИВ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗАЛІЗНИЦІ НА РОСЛИННИЙ ТА ТВАРИННИЙ СВІТ

Будівництво і діяльність залізничного транспорту впливають, переважно опосередковано, на природне середовище існування рослинного і тваринного світів [16]. Так відпрацьовані гази потягів гальмують ріст і розвиток рослин різних видів поблизу розміщення залізничних доріг, вокзалів тощо. Однією з форм фізичного (хвильового) забруднення навколишнього природного середовища об'єктами залізничного транспорту є шум, оскільки проблема шуму знаходиться на другому місці за важливістю у сфері залізничного транспорту після забезпечення безпеки руху [17].

Залізничні магістралі дуже часто виступають перешкодою на шляху міграції птахів та змушують тварин змінювати середовище існування через шумове та вібраційне забруднення.

7 АКУСТИЧНИЙ ВПЛИВ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ НА ДОВКІЛЛЯ

Шум від поїздів викликає негативні наслідки, що виражаються насамперед у порушенні сну, відчутті хворобливого стану, у зміні поведінки, збільшенні вживання лікарських препаратів і т. і. Порушення сну може мати різні форми: подовження періоду засинання. Пробудження під час сну, погіршення якості сну, тобто перехід від глибокого сну до більш легкому поверхневому. Миттєві переривання сну частішають із збільшенням частоти і сили звуку. При рівному акустичному показнику шум від поїздів викликає в 3 рази менше порушень сну, ніж шум від автомобілів. На сон впливає не тільки рівень шуму, але і число його джерел.

Сприйняття шуму поїздів залежить від загального шумового фону. Так, на заводських околицях міст він сприймається менш болісно, ніж в житлових кварталах. Шум від вокзалів і, особливо від сортувальних станцій викликає більш негативні наслідки, ніж шум від звичайного руху поїздів. Шум залізниці заглушає людський голос, він заважає при перегляді і прослуховуванні телерадіопередач. Як показали результати анкетування, шум поїздів більшою мірою перешкоджає сприйняттю мови, ніж шум від автомобільного руху. Це пояснюється, насамперед, тривалістю шумового ефекту, що викликається рухом поїзда. Шум може стати причиною активності центральної і вегетативної нервової систем.

Основним джерелом шуму вагонів є удари коліс на стиках і нерівностях рейок, а також тертя поверхні катання і гребеня колеса про головку рейки. Кочення коліс по зварному рельсу без вибоїн і хвилеподібного зносу призводить до утворення шуму в широкому діапазоні частот. При цьому рівні і частотний спектр шуму залежать від стану рейкової колії та коліс, а також від порушуваних у них коливань.

Істотне значення мають шуми, викликані роботою двигунів локомотивів. Шум, створюваний електровозом, зазвичай не перевищує рівень шуму, виробленого вагонами. Найбільш шумливими агрегатами є вентилятори. Тепловози, двигуни яких обладнані глушниками на впускних і випускних трубопроводах і звукоізоляційні покриттями, не викликають значних шумів. Шуми виникають також від ударів в ходових частинах, від деренчання гальмівних тяг, колодок, автозчеплення та ін.

Основними джерелами шуму на залізничному транспорті є рушійні поїзди, шляхові машини, виробниче обладнання.

Інтенсивний рух поїздів поблизу ліній житлової забудови, в межах міста, селища помітно погіршує акустичний клімат населених пунктів та житлових приміщень. Поширеним джерелом шуму, є локомотив. Загальний шум дизельного тепловоза на відстані 0,5 м від корпусу і аеродинамічного шуму вихлопу на відстані 1 м від виходу патрубку досягає 120 дБ.

Джерелами інтенсивного шуму є локомотивні, вагонні депо.

Шуми технологічного обладнання можна орієнтовно розділити на три категорії

- помірно гучне з сумарним рівнем звуку не більше 75 дБ;
- гучне 75-100 дБ;
- особливо гучне з рівнем більше 100 дБ.

Джерелами вібрації на залізничному транспорті є такі технологічні процеси як укладання бетонних сумішей, виробництво великопанельних конструкцій. А також рухомі поїзди, механічні коливання, які вони збуджують. Так при прямованні поїзда через міст вібрації передаються через його фундамент, річку і поруч знаходяться об'єкти.

Джерелом шуму на локомотиві є система "колесо - рейка", вентилятори, система охолодження, компресор. Найефективнішим засобом боротьби є застосування глушників. Для цих цілей використовують вогнестійкі і звукопоглищаючі матеріали. При поширенні шуму на території міста слід передбачати спеціальні містобудівні заходи: у зоні

примикає до залізниці слід розташовувати будівлі, споруди з ненормованим шумовим режимом - гаражі, автостоянки, склади, захисні смуги озеленення, далі установи побутового обстеження, майданчики в зоні, віддаленій від залізної дороги розташовуються лікарні, місця відпочинку. [12]

Підвищений шум - одна з основних причин скарг населення, тому вирішення цієї проблеми приділяється увага у всьому світі. З усіх шкідливих екологічних факторів шум - наймасовіший. Під його впливом перебуває від 50 до 70% населення у європейському Союзі, де був проведений дуже представницький опитування населення (таблиця 7).

Таблиця 7- Основні джерела шуму, що впливають на населення

Джерела шуму	% населення, стурбованого підвищеним шумом			
	Дуже високий ступінь занепокоєння		Високий ступінь занепокоєння	
	День	Ніч	День	Ніч
Транспорт	84,8	83,1	78,3	76,8
– автомобільний	70,5	66,7	65,3	63,0
– трамваї	2,5	2,1	2,2	2,5
– залізиця	6,2	13,2	5,7	9,0
– авіація	5,6	1,2	5,0	2,3
Підприємства	8,1	5,7	10,2	8,8
Інші	2,6	5,4	4,5	6,5

Основне джерело акустичного забруднення - транспорт (від 75 до 85%), при цьому на другому місці знаходиться залізничний транспорт. Частка

залізничного транспорту складає від 6 до 13%, його внесок зростає в нічний час майже в 2 рази.

Виконаними в Європі дослідженнями були встановлені важливі особливості впливу залізничного шуму на населення, на відміну, наприклад, від автодорожнього:

- Шум автодорожній безперервний, а залізничний переривчасто регулярний, що дозволяє слуховим рецепторам частково відновлюватися від акустичного навантаження;

- Шум залізничного транспорту повільно зростає і убуває, що також легше сприймається населенням;

- Шумове навантаження від залізничного транспорту розподілена так, що сприяє звикання, внаслідок чого цей шум сприймається легше;

- Психологічно залізничний шум з розумінням сприймається жителями.

Вплив шуму залізничного транспорту на навколишнє середовище і пасажирів надзвичайно різноманітне. За інтенсивністю цей шум займає проміжне положення між авіаційним та автомобільним, але за кількістю джерел шуму різного походження йому немає рівних- тепловози, електровози, шляхові машини, звукові сигнали і т.і.

Аналізуючи процеси шумообформування поїздів, можна виділити три основні групи:

- шум обладнання;
- шум кочення;
- аеродинамічний шум.

Дослідниками отримані характеристики шуму всіх категорій поїздів залежно від швидкості та інтенсивності їх руху, дані щодо шуму вантажних дворів і станцій депо, тягових підстанцій та інших об'єктів залізничного транспорту [112]. Рівень шуму поїзда залежить від його типу та виду, а також від швидкості руху.

Шум потягу залежить в основному від його типу і швидкості руху. Так, наприклад, на швидкості 80 км / год на відстані 25 м від осі колії рівень шуму вантажного поїзда становить 87 дБА, електропоїзди - 83 дБА, пасажирського потягу - 80 дБА, високошвидкісного поїзда САПСАН - 68 дБА. Вплив шуму на жителів залежить не тільки від типу поїзда і його швидкості, але і від числа пар поїздів, а також від відстані від залізничної лінії до житлової забудови, яка піддається акустичному впливу.

Таким чином, шум від поїздів спричиняє негативні наслідки, що виражаються насамперед у порушенні сну, відчутті хворобливого стану, у зміні поведінки, збільшенні вживання лікарських препаратів і т. д. Як показали результати досліджень, шум поїздів більшою мірою перешкоджає сприйняттю усної мови, ніж шум автомобільного транспорту. Це пояснюється насамперед тривалістю шумового ефекту, спричиненого рухом поїзда. Шум може стати причиною стресового стану, що характеризується підвищенням активності центральної і вегетативної нервової системи.

8 ВПЛИВ ВІДХОДІВ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ НА ДОВКІЛЛЯ

Відходи промислових підприємств залізничного транспорту є найбільшим джерелом забруднення ґрунтів.

Залізничний транспорт - галузь, де утворюється досить велика кількість відходів, у тому числі і небезпечних. Відходи є результатом технологічних процесів виробництва, процесів виділення опадів при очищенні виробничих стічних вод та ін. Відходи залізничного транспорту можуть містити нафтопродукти, токсичні хімічні сполуки, органічні сполуки, важкі метали, які відпрацювали люмінесцентні лампи електричного освітлення, відходи лаків і фарб, забруднені маслами і мастилами ганчір'я і ґрунт з територій підприємств. До найбільш небезпечних відносяться шлами з очисних споруд гальванічних діляниць, відходи з хімчисток робочого одягу, плаваючі нафтопродукти і нафтошлами.

У локомотивних і вагонних депо відходи утворюються в процесах ремонту та обслуговування рухомого складу: при механічній і термічній обробці металевих і полімерних виробів, нанесенні лакофарбових і гальванічних покриттів, при зварюванні і наплавленні, в мастильних операціях, на акумуляторних ділянках та ін. На шпалопросочувальних заводах (на ділянках просочення шпал) токсичні відходи пов'язані із застосуванням масляних антисептиків. На підприємствах з виробництва консистентних мастил і регенерації масел токсичні відходи утворюються на всіх етапах виробничого процесу. Вони з'являються і на ділянках з нанесення полімерних захисних і декоративних покриттів на деталі пасажирських вагонів при їх ремонті. На об'єктах вантажної роботи токсичні відходи утворюються від пилення цементу, добрив, вапна та інших хімічних вантажів у процесі проведення навантажувально-розвантажувальних робіт. Небезпечні відходи як опади стічних вод утворюються при митті і санітарній обробці

вагонного парку після перевезення худоби, м'яса, риби, сільгосппродукції, схильною до гниття або містить нітрати, ліків і хімічних вантажів.

У планах галузі передбачається скорочення обсягів утворення відходів в ході технологічних процесів, збільшення їх використання на підприємствах для виробництва продукції та виконання різних видів робіт.

Залізничний транспорт, як і більшість інших галузей, поки не в змозі переробити всі власні відходи. Велика частина утворюються на підприємствах галузі відходів вивозиться на санкціоновані полігони та сміттєзвалища, частково спалюються, частково регенеруються (стара мастило, нафтопродукти) або утилізуються (відпрацьовані люмінесцентні лампи, деревні відходи). Однак зберігається тенденція накопичення частини відходів на територіях підприємств.

До господарсько-побутовим відходам відносяться і тверді побутові відходи від підприємств громадського харчування та транспорту, вуличний змет. Зібрані тверді побутові відходи звозять на звалища, спеціальні полігони або майданчика, сміттєпереробні заводи. Під звалища використовують вільні території в приміській зоні, які заповнюють сміттям. На спеціальних полігонах відходи складують у котловани і кар'єри на водонепроникний екран, пересипаючи шарами землі. Після заповнення відходами та землею полігон стає смугою відчуження на 40-50 років. Його територію озеленюють.

Металеві відходи після сортування та оброблення зазвичай передаються на металургійні підприємства на переробку. Чисті однорідні відходи використовуються без переробки в якості вторинних ресурсів

ВИСНОВКИ

У процесі свого розвитку транспорт використовує різні види ресурсів багатоцільового призначення (просторові, водні, енергетичні), що обумовлює необхідність урахувати не лише максимальний економічний ефект від їх використання, але й забезпечення стійкості екосистеми як необхідної умови стабільного соціально-економічного розвитку на тривалу перспективу. Тому екологічний принцип проектування розвитку транспортної галузі не повинен обмежуватися рамками вузько-природоохоронних заходів, а повинен поєднувати всі процеси людської діяльності. Це повною мірою стосується залізничного транспорту, виробнича діяльність підприємств якого здебільшого негативно впливає на довкілля.

Вплив залізничного транспорту на екологію обумовлено наступними факторами:

- використання невідновлюваних природних ресурсів при експлуатації залізничного транспорту (палива, мастила, металу, деревини тощо), що у 2 – 5 разів більше ніж у розвинутих країнах;

- забруднення атмосферного повітря, водних басейнів та ґрунту токсичними викидами в результаті роботи рухомого складу;

- забруднення природного середовища різними сипучими вантажами при їх навантаженні, вивантаженні й транспортуванні, а також сміттям і відходами підприємств залізничного транспорту;

- забруднення навколишнього середовища в результаті аварій при перевезенні екологічно небезпечних вантажів.

Найбільш значними джерелами забруднення атмосфери серед стаціонарних джерел є локомотивні та вагонні депо, виробничі та комунальні котельні.

Зважаючи на специфіку діяльності залізничного транспорту, джерелами викидів шкідливих речовин в атмосферу є рухомий склад, пересувні та стаціонарні об'єкти виробничих підприємств, серед яких найбільшої шкоди довкіллю завдають котельні різних залізничних підприємств. Залежно від споживання палива, що використовується на транспорті, виділяються різні шкідливі речовини, зокрема оксиди сірки, вуглецю, азоту та легкої золи з частками незгорілого палива у вигляді сажі, діоксиду азоту, твердих продуктів неповного згоряння .

Все ще існує потреба у дерев'яних шпалах, виробництво яких негативно впливає на навколишнє середовище і здоров'я людей. Атмосферне повітря забруднюється в даному випадку при сушінні шпал після просочення їх антисептиком.

При здійсненні технологічних процесів, зокрема зварювання, у повітря надходять зварювальний аерозоль, оксиди марганцю, сполуки кремнію, фториди, фтористий водень тощо. Нанесення лакофарбового покриття також супроводжується виділенням у повітря парів розчинників і аерозолів, зокрема ацетону, бензолу, бутилацетату, уайт-спіриту, хлорбензолу, етилового спирту, формальдегіду, бензину тощо . Під час обмивання рухомого складу в атмосферне повітря можуть виділятися пил, пар луку (їдкого натру), карбонат натрію.

На підприємствах із ремонту рухомого складу здійснюються виготовлення і ремонт запасних частин, після чого вони піддаються гальванопокриттю та фарбуванню. У великому обсязі проводяться зварювальні та газорізальні роботи, кольорове і мідне лиття, виплавлення металу, при цьому в атмосферу викидаються оксиди вуглецю і азоту, сірчастий ангідрид, фенол, формальдегід, свинець, високотоксичні оксиди ванадію, нікелю, пил тощо .

Вода використовується в багатьох технологічних процесах залізничного господарства, під час здійснення яких вона забруднюється

різними домішками переходить у розряд виробничих стічних вод. Більшість речовин, що містяться у стічних водах, токсичні.

Технологія здійснення більшості виробничих операцій тпов'язана зі споживанням води й утворенням забруднених стічних вод. Так, стічні води локомотивних і вагонних депо здебільшого утворюються в процесі зовнішнього обмивання рухомого складу, при промиванні вузлів і деталей перед ремонтом, у гальванічних цехах або ділянках, під час промивання та заправлення акумуляторів, регенерації фільтрів, при продуванні та промиванні парових казанів, під час миття оглядових канав і прання спецодягу.

Будівництво залізниць пов'язано з вилученням земельних ресурсів під постійні та тимчасові споруди, комунікації. Землі, що знаходяться під тимчасовими спорудами, по завершенні будівництва повинні підлягати рекультивациі, проте на практиці це здійснюється менш ніж на 50%. Поряд з вилученням земель відбувається знищення зелених насаджень, в першу чергу лісів.

Шум від поїздів викликає негативні наслідки, що виражаються насамперед у порушенні сну, відчутті хворобливого стану, у зміні поведінки, збільшенні вживання лікарських препаратів і т. і. Порушення сну може мати різні форми: подовження періоду засинання. Пробудження під час сну, погіршення якості сну, тобто перехід від глибокого сну до більш легкому поверхневому. Миттєві переривання сну частішають із збільшенням частоти і сили звуку. При рівному акустичному показнику шум від поїздів викликає в 3 рази менше порушень сну, ніж шум від автомобілів. На сон впливає не тільки рівень шуму, але і число його джерел.

Будівництво і діяльність залізничного транспорту впливають, переважно опосередковано, на природне середовище існування рослинного і тваринного світів. Відпрацьовані гази потягів гальмують ріст і розвиток рослин різних видів поблизу розміщення залізничних доріг, вокзалів тощо. Залізничні магістралі дуже часто виступають перешкодою на шляху міграції

птахів та змушують тварин змінювати середовище існування через шумове та вібраційне забруднення.

Еволюція розвитку людства і створення індустріальних методів господарювання призвели до утворення глобальної техносфери, одним з елементів якою є залізничний транспорт. Природне середовище при функціонуванні елементів техносфери є джерелом сировинних і енергетичних ресурсів і простором для розміщення її інфраструктури.

Функціонування будь-якого елемента техносфери, у тому числі і залізничного транспорту, повинно ґрунтуватися на наступних принципах:

- проведення кількісної і якісної оцінки загального і локального споживання природних ресурсів виходячи з місцевих регіональних і державних можливостей;

- проведення кількісної і якісної оцінки впливу різних видів діяльності суспільства на стан екологічних систем, природних комплексів та природних ресурсів;

- нормування рівня антропогенних впливів від різних видів діяльності товариства, у тому числі й об'єктів залізничного транспорту на природне середовище;

- забезпечення рівноваги в кругообігу речовин і енергії шляхом обмеження впливу на природу, виходячи з її можливостей по самоочищенню та відтворенню;

- обмеження впливу на природне середу за допомогою різних методів і засобів очищення викидів в атмосферу, стоків у водойми, відходів виробництва, фізичних випромінювань;

- створення екологічно чистих виробництв, технологій, рухомого складу, обладнання та транспортних систем;

- використання методів екологічної профілактики функціонування галузей і об'єктів залізничного транспорту шляхом виконання природоохоронних заходів та впровадження технологічних коштів;

- безперервний контроль за станом навколишнього середовища;

-використання економічних методів в управління охороною навколишнього середовища та раціональним природокористування;

-невідворотність настання відповідальності за порушення правил, норм, законів з охорони навколишнього середовища.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Киселева Л.В., Васильев С.В., Гаранина Т.В. Климатология и метеорология на железнодорожном транспорте: учеб. для вузов / под ред. Киселевой Л.В. М.: УМК МПС России. 2002. – 189 с.
2. Охрана окружающей среды и экологическая безопасность на железнодорожном транспорте: учеб. пособие / под ред. Н.И. Зубрева, Н.А. Шарповой. М.: УМК МПС РФ. 1999. – 592 с.
3. Федорова А.И. Практикум по экологии и охране окружающей среды: учеб. пособие /под ред. Федоровой А.Н. М.: Изд. Центр ВЛАДОС. 2003. – 288 с.
4. Павлова Е.И. Экология транспорта: учеб. для вузов / Е.И. Павлова. М.: Транспорт. 2000. – 248 с.
5. Павлова Е.И., Буралев Ю. В. Экология транспорта: учеб. для вузов / под ред. Павловой Е.И. М.: Транспорт. 1998. – 232 с.
6. Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология: учеб. для студентов вузов /под ред. Коробкина В.И. Ростов н/Д.: Феникс. – 576 с.
7. Дикаревский В.С. Водоснабжение и водоотведение на железнодорожном транспорте: учеб. для вузов ж.-д. трансп. / под ред. В.С. Дикаревского М. : Издат. группа «Вариант». 1999. – 440 с.
8. Белявский М.М., Воронина Е.В., Дикаревский В.С. Водоснабжение и канализация на железнодорожном транспорте: учеб. для вузов / под ред. Белявского М.М. М.: Транспорт. 2010-180 с.
9. Возна Н.Ф. Хімія води і мікробіологія: навч. посібник для вузів / за ред. Возна Н.Ф. М. : Вища. Школа. 1980. - 340 с.
10. Вольф І. В., Ткаченко Н.І.Хімія і мікробіологія природних і стічних вод: навч. посібник /за ред. Вольф І.В. Луганськ.: ЛДУ. 2008.-210с.

11. Методи санітарно-біологічного контролю: метод. посібник з гідробіологічних контролю нитчастих мікроорганізмів активного мулу. ПНД Ф СБ 14.1.92-96. К: 1996. - 42 с.
12. Кормак Д. Боротьба з забрудненнями моря нафтою і хімічними речовинами: Підручник/ за ред. Кормак Д. М. Транспорт, 1989. - 365 с.
13. Бірюкова Н. А. Основи екології: навч. посібник / за ред. Бірюкова Н.А. М.: Изд. Центр ВЛАДОС. 2004. - 238 с.
14. Крупеня М.М. Історія екології: навч. посібник для вузів ж.-д. транспорту/за ред. Крупеня М.М. М.: Маршрут. 2004. - 84 с.
15. Крупеня М.М. Управління природоохоронною діяльністю на залізничному транспорті: навч. посібник для студентів ж.-д. вузів / за ред. Крупеня М.М. М.: Маршрут, 2004. - 32 с.
16. Арустамов Е. А. Природокористування: навч. /за ред. Арустамов Е.А. М.: Видавничий Дім «Дашков і К0». 2003. - 284 с.
17. Єрохін В.Г. Екологічні основи природокористування. Навчальний наочний посібник для технікумів і коледжів ж.-д. транспорту. Датаоновлення 3.03.2017. URL:pidruchniki.com/ekologiya/ekologichni_problemi_transp.
18. Цветкова Л.І. Екологія: підручник для технічних вузів / за ред. Цветкової Л.І Спб.: Хіміздат. 2001. - 552 с.
19. Банит Ф.Г., Мальгін А.Д. Пиловлівлювання і очищення газів у промисловості будівельних матеріалів: підручник / за ред. Банит Ф.Г. М.: «Стройиздат». 1979.-190с.
20. Єфремов Г.І. Пилеочистка: підручник / за ред. Єфремов Г.І., Лукачевский Б.П. М.: Хімія. 1990. - 72 с.
21. Пірумов А.І. Обезпилювання повітря:підручник / за ред. Пірумов А.І. М.: Стройиздат. 1974. - 207 с.
22. Сосніна Н.А. Розрахункові завдання з курсу «Екологія»: метод. посібник. ДВГУПС. 86 с.
23. Петров В.В. Екологічне право України: навч.посібник для вузів / за ред. Петров В.В. М.: БЕК. 1996. - 557 с.

24. Кривошеїн Д.А., Мураха Л.А. Екологія і безпека життєдіяльності: навч. посібник для вузів / за ред. Мурахи Л.А. М: ЮНИТИ-ДАНА. 2000. - 447 с.
25. Екологічне законодавство України: зб. законів / уклад. Лагутіна Т.М. Львів: Герда. 2016. - 409 с.
26. Екологічне право України: зб. нормативних правових актів і документів / за ред. Голіченкова А.К. К.:БЕК. 2016. - 816 с.
27. Маслов М.М., Коробов Ю.І. Охорона навколишнього середовища на залізничному транспорті: навч. посібник / за ред. Маслов М.М. М.: Транспорт. 1998. - 190 с.
28. Новиков Ю.В. Екологія, довкілля та людей: підручник/за ред. . Новиков Ю.В. М . Транспорт. 2002. - 548 с.
29. Тебеніхін Е.Ф., Горіянов Л.А. Обробка води для теплоенергетичних установок залізничного транспорту: підручник /за ред. Тебеніхін Е.Ф. М: Транспорт. 1986. - 159 с.

