

Чабан В. О.,
канд. с-г. наук, доцент, Херсонська державна морська академія, м. Херсон, Україна;
Круглий Д. Г.,
канд. техн. наук, доцент, Херсонська державна морська академія, м. Херсон, Україна;
Камасєв О. Ю.,
старший викладач, Херсонська державна морська академія, м. Херсон, Україна

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧА ТЕХНОЛОГІЯ ОЧИСТКИ СТИЧНИХ ЛЬЯЛЬНИХ ВОД

У статті проаналізовано шляхи попадання у водне середовище поліциклічних ароматичних вуглеводнів та інших забруднювальних речовин, причини невиконання нормативних актів зі збереження та відновлення природних водних запасів, виникнення ефекту евтрофікації при попаданні у водне середовище ароматичних вуглеводнів, вплив цих речовин на водне середовище, екологічні проблеми при цьому, природокліматичні умови (період року), довгострокові прогнози дії часу на водне середовище, методи біологічного очищення цих речовин за допомогою водної тропічної рослини ейхорнії. Наведено результати очищення води від шкідливих хімічних елементів під час різних періодів розвитку рослини, а також досліджено різні варіанти очищення цього водного середовища, наданий біохімічний аналіз рослинних зразків ейхорнії після завершення вегетації. Розглянуто шляхи нейтралізації негативних факторів на водне середовище за допомогою тропічної рослини ейхорнії.

Ключові слова: водне середовище; біологічне очищення; захист водного середовища.

Вступ. Упродовж багатьох років зростає антропогенне навантаження на водні ресурси, одна з головних причин – це недбале відношення людини до природи, концентрації забруднюючих речовин у воді з кожним роком збільшуються, одна з головних причин це не-санкціоновані викиди з суден льяльних та промивних вод при проведенні різних технологічних операцій на судні, а також аварійні викиди від промислових підприємств. При проведенні приймання вантажу вантажні відсіки перед цим промиваються забортною водою і в природне середовище потрапляють рештки попереднього вантажу, що становлять значну загрозу для всього живого [1]. Забруднена від них вода, яка надходить в біологічні озера, має підвищений вміст нітратів, важких металів, нафтових сполук та інших шкідливих речовин, що поглинаються рослинами та попадають в харчовий ланцюг на стіл людини [2]. Законодавчі та нормативні акти, які регулюють водні ресурси в більшій частині не працюють, одна з головних причин це недостатнє фінансування проведення наукових робіт із обґрунтування кордонів господарської діяльності підприємств [3].

Актуальність проблеми. За останні два-три десятиліття людство до такої міри забруднило океан, що вже зараз важко знайти такі місця у Світовому океані, де не спостерігалися б сліди активної діяльності людини [4].

Океан використовується не тільки для видобутку біологічних, мінеральних ресурсів, але і служить простором для розвитку судноплавства, а також є лікувально-оздоровчим середовищем [5]. Таким чином, океан віддає людству всі свої багатства, тому в даний час стоїть проблема його раціонального використання.

Відповідно до закону динамічної природної рівноваги водна система постійно змінюється внаслідок кліматичних та річних коливань. Тому загрозу для екосистеми слід чекати від антропогенного середовища, ця загроза може виникнути влітку, коли температура води різко зростає, тому в регіоні створюється несприятлива тенденція зростання забруднених вод у загальному обсязі відведення [6].

Водні ресурси є первинним чинником життєзабезпечення людства, тому вода повинна самоочищатися, але часто це не відбувається з причин недбалого ставлення населення Землі до природних ресурсів. В останній період часу в науці сформувалося точка зору, згідно якої морські організми можуть не тільки накопичувати шкідливі речовини, але й синтезувати наприклад з сирої нафти, коли це підтвердиться, то це буде проблемою для всього екологічного середовища [7].

При випаровуванні та розчиненні вуглеводнів у воді, вони піддаються інтенсивному фотохімічному і біологічному окисленню, при цьому для окислення 1 л нафти необхідно стільки кисню, скільки міститься в 400000 л води. Усе це знижує фауну морського середовища прибережної зони, від фактору зниження вмісту кисню у воді [8].

У водоймі вуглеводні акумулюються в мулі, які потім є джерелом його хронічного забруднення. При зростанні температури води у водоймі токсична дія вуглеводнів посилюється [9].

Отже, антропогенне навантаження на водойми постійно зростають [10]. Відсутність обігових коштів на підприємствах перешкоджає відновленню та модернізації очисних споруд на підприємствах різної форми володіння.

Постановка проблеми. Ніхто не може заперечувати про доцільність раціонального використання природних запасів таких як вода. Ці запаси ми забруднюємо різними токсичними та шкідливими речовинами не тільки з водою, але із викидами в повітря від різних переробних підприємств.

Для того, щоб зберегти гідросферу нашої планети від подальшого забруднення і виснаження, необхідно перейти до раціонального використання водних ресурсів. Воно повинно базуватися на трьох основних принципах: суворій економії водовитрат; ефективному очищенні стічних вод; санітарній охороні поверхневих та підземних вод від забруднення та виснаження. Застосування на виробництві замкнених циклів водокористування, заміна на підприємствах існуючих водомістких технологій на більш прогресивні, вдосконалення технології іригаційних робіт. Існує велика кількість способів очищення стічних вод і різні види їх класифікації. Серед способів очищення найпоширеніші механічний, фізико-хімічний і біологічний. Кожен із них передбачає цілий ряд методів. Застосування того чи іншого способу чи методу очищення вод визначається залежно від агрегатного стану, складу і концентрації забруднюючих речовин. При заборі води для господарсько-побутових потреб, очищення здійснюють на водоочисних станціях. Вибір способів і методів очищення залежить від якості води та її призначення.

Прояснення води здійснюється внаслідок відстоювання, фільтрування та коагуляції. Знезараження води відбувається за допомогою дії рідкого хлору, хлорного вапна або озону. Поряд із знезараженням при дії даних сполук відбувається знебарвлення води. Пом'якшення води відбувається внаслідок дії вапна на надлишок солей кальцію і магнію. Такий метод має назву реагентного (пропускання води через іонітні фільтри катіонітовим методом пом'якшення води).

Зменшення вмісту заліза у воді досягається аерацією – збагаченням води повітрям, внаслідок чого кисень повітря окислює розчинені у воді солі двовалентного заліза (Fe_2^+) до тривалентного (Fe_3^+).

Дегазація відбувається за допомогою аерації та фільтрування води через шар активного оксиду амонію. Таким методом виділяють з води сірководень метан, надлишок фтору, вуглекислого та інших газів.

Виділення з води речовин, що надають їй певного смаку і запаху (дегазація), здійснюють за допомогою активованого вугілля, озону, діоксиду хлору або перманганату калію.

Очищення стічних вод потребує спеціальних очисних споруд і агрегатів, за допомогою яких виділяють, знезаражують або знешкоднують забруднюючі домішки.

Виробничі стічні води очищають разом із побутовими, але якщо концентрація забруднюючих речовин перевищує допустиму або стічні води містять високо-токсичні речовини, то такі води попередньо очищають на очисних спорудах відповідних підприємств, установ і тільки після цього скидають у загальні очисні споруди. Перед скиданням очищених стічних вод у водойми їх обов'язково знезаражують.

Під час хімічного очищення у стічні води додають хімічні реагенти, які внаслідок реакції із забруднюючими речовинами сприяють випаданню останніх в осад або їх випаровуванню. До хімічного очищення

відносять коагуляцію і нейтралізацію. Коагуляція – процес додавання до стічних вод речовин-коагулянтів, що сприяють прискореному виділенню нерозчинних і частково розчинних речовин, які при відстоюванні не випадають в осад. Коагуляція зумовлює поступове осідання дисперсних часток і виділення їх з розчину у вигляді осаду. Цей процес називають седиментацією.

У річках й інших водоймищах відбувається природний процес самоочищення води. Проте він протікає повільно. Доки промислово-побутові скиди були незначні, річки самі справлялися з ними. У наше індустріальне століття у зв'язку з різким збільшенням відходів водоймища вже не справляються з таким значним забрудненням. Виникла необхідність знешкоджувати, очищати стічні води й утилізувати їх.

Вводяться нові промислові об'єкти, будуються нові судна, які при переробці чи транспортуванні вуглеводнів під час аварій забруднюють навколишнє середовище.

Будуються нові очисні споруди, але значне недоасигнування коштів приводить до того, що в цей час будівельні норми порушуються і не вводяться споруди для глибокого очищення забруднених вод [11].

Різноманітні забруднюючі речовини діють по різному на оточуюче середовище:

Господарсько-побутові стоки призводять до біологічного забруднення води, яке може викликати інфекційні захворювання у людей (холера, тиф, гепатит). Особливо небезпечні стічні води пунктів санітарної обробки білизни, спецодягу, стоки від лікарень, каналізаційні стоки, у яких часто містяться збудники глистових захворювань (гельмінтозів). Органічні забруднення часто призводять до зменшення вмісту розчиненого у воді кисню, наслідком чого є загибель водних організмів, фітопланктону. Надлишки азоту й фосфору у водоймі викликають її цвітіння і порушення біологічної рівноваги [12].

Радіоактивні речовини, потрапляючи до води, викликають її іонізацію, що несприятливо сприяє розвитку живих організмів. Крім того, планктон і риби здатні накопичувати в тілі велику кількість радіоактивних ізотопів (ефект кумуляції). Споживання такої риби небезпечно для здоров'я людей [15].

Вчені постійно вивчають методи біологічного очищення вод за допомогою рослин. Так в публікаціях авторів [16,17] було надано інформацію про те, що як природній фільтр було використана ейхорнію, яка і всі вищі водні рослини, здатна в значних кількостях накопичувати важкі метали (свинець, ртуть, мідь, кадмій, нікель, кобальт, олово, марганець, залізо, цинк, хром), а також радіонукліди (цезію, стронцію, церію, кобальту та ін.). При цьому їх концентрації в рослинній тканині можуть бути в сотні (залізо, стронцій), тисячі (ртуть, мідь, кадмій, цезій), сотні тисяч разів (цинк, марганець) вище їх вмісту у воді [18]. Вона, як усі водні рослини, ейхорнія за допомогою листків використовує для фотосинтезу вуглекислий газ повітря, а за допомогою кореневої системи, яка контактує з водою засвоює з води неорганічний вуглець, карбонати, мінеральні солі, низькомолекулярні вуглеводи, амінокислоти та інші речовини. Корнева система ейхорнії дуже сильно розвинена і складається з великої кількості дрібних корінців. В цілому вони утримують на своїй поверхні різні органічні забруднювальні речо-

вини і дозволяють рослині ефективно витягати з води різні сполуки азоту. Загальновідомо, що більшість хімічних елементів у стоках знаходяться у з'єднаннях. Так, наприклад, азот може бути в поєднанні з іншими елементами киснем, воднем, воднем і іншими елементами. При цьому для ейхорнії в цих з'єднаннях сам азот є продуктом харчування для цієї рослини, і щоб виділити його із з'єднання в області кореневої системи відбувається біохімічний процес окислювально-відновлювальної реакції, у якій бере участь вся коренева система рослини, що забезпечує киснем аеробні бактерії в цій зоні, які здійснюють цей біохімічний процес; тобто являє собою потужну хімічну лабораторію, яка перероблює високомолекулярні в низькомолекулярні [18]. Для очищення стоків у світовій практиці в теперішній час вивчаються менш затратні методи очищення стічних вод, тому до вивчення поставало питання використання в нашій місцевості рослини ейхорнії, яка швидко росте та інтенсивно поглинає із водного середовища практично всі біогенні елементи та їх з'єднання. Стебло ейхорнії укорочене з розетками овального листя. Черешки листя пухлякоподібно роздуті, наповнені повітрям і забезпечують вільне плавання рослини на поверхні води; кореневища довгі; при висиханні водоймищ ейхорнія укорінюється в мулові відкладення. Квітки в колосовидному суцвітті, з воронковидним ліловою оцвіткою з 6 долею і 6 тичинками. Батьківщина Ейхорнії – тропічні і субтропічні райони Північної і Південної Америки. Рослина переробляє продукти руйнівної діяльності людської цивілізації в нешкідливі елементи таблиці Менделєєва, частина з яких успішно використовують для своєї життєдіяльності, а частина – кисень, водень – викидає в атмосферу на підтримку нашого життя [19], яка швидко росте та інтенсивно поглинає із водного середовища практично всі біогенні елементи та їх з'єднання.

Нафтопродукти, технічні масла, фенол, сульфати, фосфати, синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР), мінеральні солі, патогенні мікроорганізми. Окисляє, розщеплює, не вдаючись до допомоги ґрунтових мікроорганізмів, які для більшості вищих рослин проводять первинну переробку «їжі». В науковій діяльності широко відомий ефект евтрофікації або доступ до чистої води міського (А) і сільського (Б) населення окремих регіонах (евтрофікування) річок та озер від гинуть кормові запаси (фітопланктон), рибні запаси та інші організми, потім рослина маса, яка відмирає інтенсивно поглинає із води кисневі запаси, водні запаси накопичують сірководень, що приводить до загибелі всього живого в воді, водойми стають непридатними до споживання води, а частина – кисень, водень – викидає в атмосферу на підтримку нашого життя. Зимівлю при температурі нижче нуля градусів ейхорнія не переживе, але можна її зберегти до весни, створивши їй відповідні умови в опалювальному приміщенні [19].

Ціль роботи. Вивчення енергозберігаючих технологій водної тропічної рослини ейхорнії товстоїжкової до очищення льяльних, стічних вод від вуглеводнів, фенолів, сульфатів, фосфатів, хлоридів, нітратів, які попадають із суден та різних об'єктів господарської діяльності, та представляють загрозу для всього оточуючого середовища в південній частині України.

Результати дослідження. Для проведення дослідження нами було взято водну поверхню в 25 га, де було систематичне викидання стоків від суден та промислових підприємств в р. Дніпро. Для очищення води у водоймі була взята ейхорнія, водяний гіацинт (*Eichornia crassipes*, раніше *E. speciosa*), багаторічна трав'яниста водна рослина родини понтедерієвих. Ранньою весною в даній водоймі були взяті аналізи води, дані приведені у таблиці 1.

Таблиця 1

Вміст забруднювальних речовин у водоймі ранньою весною

Зваженні речовини, мг/л	1100
Біологічне споживання кисню, мг O ₂ /л	850
Хімічне споживання кисню, мг O ₂ /л	1200
Амонійний азот, мг / л	130

Згідно з варіантом дослідження відбулося відстоювання води у відстійнику протягом місяця, після чого були взяті проби води та визначений вміст забруднювальних речовин, які були присутні у воді (таблиця 2). Вміст речовин у воді (після відстоювання) значно знизився, амонійний азот – 125, нітрати – 3,85 мг/л. Потім в цю водну ділянку було висаджено ейхорнію, яка росла там протягом всього періоду досліджень. Проводились аналізи води на різних періодах розвитку рослини ейхорнії товстоїжкової. Стан рослини під час очищення стоків змінювалась у залежності від багатьох факторів – як концентрації різних інгредієнтів, температури води і повітря, кисневої забезпеченості, освітленості.

Дані таблиці 2 свідчать про те, що вміст забруднювальних речовин у воді із застосуванням водної тропічної рослини ейхорнії знизився в порівнянні з варіантом до очистки водойми (після відстоювання), так згідно з цим хлориди після відстоювання води становили 23,6, після очищення води ейхорнією вони знизились на 11,1 мг/л, сульфати до очищення – 77,0, – очищення – 37,9 мг/л.

Після вегетації рослин проводилося дослідження біологічних зразків ейхорнії, попередньо висушених до сухого стану – результати аналізів дані в таблиці 3. Вміст речовин в рослині визначався на суху речовину, як показали результати аналізів – нітрати склали на першому місяці віку рослин – 87,30, другому – 81,90, третьому – 69,30 мг / кг, сира клітковина – 7,91, –12,26, – 13,34 %.

Таблиця 2

Визначення показників забруднювальних речовин у воді залежно від різних способів очищення

Контрольний показник води	До очистки водойми (після відстоювання)	Після очистки води ейхорнією
ХПК, мгО ₂ /л	30,3	7,0
БПК, мгО ₂ /л	12,6	5,4
Жорсткість, мг-екв/л	2,6	2,0
Хлориди, мг/л	23,6	12,5
Сульфати, мг/л	77,0	39,1
Фосфати, мг/л	1,2	0,3
Нітрати, мг/л	4,1	0,25
Амонійний азот мг/л	5,0	0,96
Звішені, мг/л	220,0	39,0
Сухий залишок, мг/л	420,5	10,4

Таблиця 3

Результати аналізів рослинних зразків ейхорнії товстоножкової за періодами відбору

Показники якості біологічних зразків	Період відбору зразків під час вегетації		
	25.05	12.07	29.08
Вологість, %	25,0	26,3	2,0
Сирий протеїн, %	34,7	35,98	30,83
Фосфор, %	1,32	1,39	1,12
Кальцій, %	1,63	1,72	1,71
Сира зола, %	20,12	21,10	19,76
Мінеральна домішка, нерозчинна в Н СІ, %	1,02	2,60	2,30
Каротин, мг/кг	11,46	22,70	60,02
Сира клітковина, %	7,91	12,26	13,34
Нітрати, мг/кг	87,30	81,90	69,30
Сирий жир, %	1,73	1,70	1,47

Висновок. Вперше в південній частині України були проведені наукові дослідження по очищенню водної поверхні, які мали в своєму складі надлишкову кількість хлоридів, сульфатів, фосфатів, нітратів за допомогою тропічної рослини ейхорнії. В подальшому

в перспективі будуть вивчені методи біологічного очищення виробничих стічних вод, що мають марганець, залізо, цинк в воді з утворенням при очищенні стічних вод надлишкового активного мулу, який можна використовувати як флокулянти, точніше біофлокулянта.

ЛІТЕРАТУРА

- Schwer C., Clausen J. Vegetative filter treatment of dairy milkhouse wastewater.
- J. Environ. Qual. – 1989. – N4. – P. 446–451.
- Sen Asit K., Mondal Nitya G. Removal and uptake of copper (II) by salvinia natans from wastewater // Water, Air and Soil Pollut. – 1990. – № 1–2. – P. 1–6.
- Luesk G. W. A growing interest in wastewater plants // Waste Age. – 1990. – № 6. – С. 87–88, 92.
- Heidmann Torsten, Henke Gustav A. Reinigung industrieller Abwasser durch chemischbiologische Verfahren // WLB:Wasser Luft und Boden. – 1990. – № 1–2. – С. 26–27.
- Эйно́р Л. О. Поглощение фосфора из природных вод полупогруженными макрофитами (на примере манника) / Л. О. Эйно́р, Н. Г. Дмитриева // Водн. ресурсы. – 1988. – № 4. – С. 130–136.
- Рыженко Б. Ф. Эйхорния – кому мы обязаны нефтью и газом / Б. Ф. Рыженко // Кавказская здравница. – 1991. – № 2. – 58 с.
- Токарева Н. Известия науки: Эйхорния укротительница гептила / Н. Токарева // Экологияи жизнь. – 1999. – № 4. – С. 5–7.
- Кононцев С. В. Технологія біологічного очищення стічних вод молокозаводів : дис. канд. техн. наук : 05.17.21 / Національний технічний ун-т України «Київський політехнічний ін-т». – К., 2006. – 158 с.
- Мітченко Т. Эффективный метод очищения воды / Т. Мітченко // Харчова і переробна промисловість. – 1998. – № 10. – С. 24–25.
- Никифоров Л. Использование фильтров для очистки производственных сточных вод // Мясная индустрия. – 2001. – № 1. – С. 52–54
- Радовенчик В. М. Використання залізомістких сорбентів для видалення хроматів із стічних вод / В. М. Радовенчик // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2003. – № 2. – С. 61–64.
- Радовенчик В. М. Очистка стічних вод підприємств переробки макулатури магніто-сорбційним методом / В. М. Радовенчик // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2000. – № 4. – С. 28–31.
- Сафранов Т. Екологічні основи природокористування : [навчальний посібник] / Т. Сафранов. – Львів : Новий Світ-2000, 2006. – 247 с.
- Созанський С. Двоступеневе очищення стічних вод / С. Созанський // Харчова і переробна промисловість. – 1997. – № 6. – С. 22–23.

16. Стельмашук В. Эффективность биологической очистки природной воды от фосфорорганических отравляющих веществ / В. Стельмашук // Экологические технологии и ресурсосбережение. – 2003. – № 1. – С. 57–60.
17. Таварткіладзе І. Економне очищення стоків / І. Таварткіладзе // Харчова і переробна промисловість. – 1999. – № 9. – С. 26–27.
18. Тимофеева С. С. Биотехнология обезвреживания сточных вод / С. С. Тимофеева // Химия и технология воды. – 1995. – Т. 17. – № 5. – С. 52–55.
19. Чайка В. С. Екологія : [навчальний посібник] / В. С. Чайка. – Вінниця : Книга-Вега, 2002. – 407 с.
20. Челядин Л. І. Очищення стічних вод целюлозно-паперового виробництва та переробки осаду / Л. І. Челядин // Хімічна промисловість України. – 2005. – № 6. – С. 51–55.
21. Челядин Л. Дослідження очистки стічної води через техногенний матеріал / Л. І. Челядин // Экологические технологии и ресурсосбережение. – 2001. – № 4. – С. 47–50.

Чабан В. А., Круглий Д. Г., Камаев О. Ю., Херсонская государственная морская академия, г. Херсон, Украина

ЕНЕРГОСОХРАНЯЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ЛЛЯЛЬНЫХ ВОД

В статье проанализированные пути попадания в водную среду полициклических ароматических углеводородов и других загрязняющих веществ, причины не выполнения нормативных актов по сохранению и возобновлению естественных водных запасов, возникновения эффекта эвтрофикации, при попадании в водную среду ароматических углеводородов, влияние этих веществ, на водную среду, экологические проблемы при этом, природо-климатические условия(период года), долгосрочные прогнозы действия времени на водную среду, методы биологической очистки этих веществ с помощью водного тропического растения эйхорнии. Приведенные результаты очистки воды от вредных химических элементов при разных периодах развития растения, а также исследованы разные варианты очистки данной водной среды, предоставлен биохимический анализ растительных образцов эйхорнии после завершения вегетации. Рассмотренные пути нейтрализации отрицательных факторов на водную среду с помощью тропического растения эйхорнии.

Ключевые слова: водная среда; биологическое очищение; защита водной среды.

Chaban V. A., Krugliy D. G., Kamayev O. Yu., Kherson State Marine Academy, Kherson, Ukraine

ENERGY-SAVING TECHNOLOGY OF WASTE AND BILGE WATER PURIFICATION

In the article made analysis penetrating of polycyclic aroma hydrocarbons and then horning objects into water environment and eons none performing law lets for safe and recreation water stores and appeared of verification when ventured into water influence those objects to water internment ecology problem climate conditions long life forecast actions to water, this methods of biologics cleaning of this objects with a half of tropical grow ikhorny. Presented results of cleaning water from harmful chemical elements during different period of grow, investigates some variants of cleaning water, made analysis models of epikhornia after the vegetation. Investigates the ways of removing negative factors to water environment with the tropical grows of epikhornia.

Key words: water environment; biological purification; water environment protection.

Рецензенти: **Федорчук М. І.,** д-р с.-г. наук, професор;
Воскобойнікова Н. О., канд. техн. наук, доцент

© Чабан В. О., Круглий Д. Г., Камаев О. Ю., 2015

Дата надходження статті до редколегії 13.03.2015