
ІННОВАЦІЙНІ АСПЕКТИ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

УДК 628.16

DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.6-39.36>

РОЗРОБЛЕННЯ ТА ЗАПРОВАДЖЕННЯ «ЗЕЛЕНИХ» ТЕХНОЛОГІЙ РЕВІТАЛІЗАЦІЇ ЗАБРУДНЕНИХ ВОД, ПОВІТРЯ ТА ПОРУШЕНИХ ҐРУНТІВ І ЗАПОБІГАННЯ ЇХ ВИСНАЖЕННЮ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ ТА ЕНЕРГІЇ СОНЦЯ

Бондар О.І.¹, Коцар О.М.², Филипчук В.Л.³, Курилюк М.С.⁴, Лі Цзюнь⁵

¹Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, корп. 2, 03035, м. Київ

²Товариство з обмеженою відповідальністю «Український науково-дослідний центр «ПОТЕНЦІАЛ-4»
вул. Кибальчича, 13А, оф. 7, 02225, м. Київ

³Національний університет водного господарства та природокористування
вул. Соборна, 11, 33028, м. Рівне

⁴Українська технологічна академія
пров. Куренівський, 19/5, оф. 200, 04073, м. Київ

⁵Дослідне підприємство «ВОДЕНЬ»
вул. Гагаріна, 39, 33003, м. Рівне

dei2005@ukr.net; e-kotsar@ukr.net, v.l.fylypchuk@nuwm.edu.ua,
atol.rosa@gmail.com, lee_rivne@qq.com

Водні, повітряні та ґрунтові екосистеми України, а також світу нині зазнають забруднення та виснаження внаслідок антропогенного навантаження, знищення лісів та зміни клімату.

В Україні 29,2% стічних вод забруднені. Щорічно промисловістю у поверхневій воді скидається понад 500 млн м³ забруднених вод без їх очищення. Приміром, річка Прип'ять дає 80% забруднень головній водній артерії України – річці Дніпро, де зосереджені три чверті водних ресурсів країни. Значно забруднені в Україні повітря і ґрунти.

Головна причина забруднення водою недостатньо очищеними зворотними водами – незадовільний стан каналізаційних очисних споруд (КОС) населених пунктів, промислових та сільськогосподарських підприємств, а також використання морально та фізично застарілих технологій, обладнання для очищення стічних вод, відсутність амортизаційних вкладень і безсистемність капітальних ремонтів мереж та споруд водоочищення. Зокрема, використання «старих» полів фільтрації є основними чинниками незадовільного екологічного стану навколишнього середовища, особливо ґрунтів та ґрунтових вод, у багатьох регіонах України. Зменшення запасів прісної води як в Україні, так і у світі, зростає забруднення поверхневих вод завдяки скиду у водойми недостатньо очищених стічних вод призводить до погіршення стану водних екосистем, а також повітря і ґрунтів.

Здійснювати скидання стічних (зворотних) вод у водойми, з одного боку, потрібно, бо ж вода повертається у природне середовище, але з іншого – не завжди безпечно для водної, повітряної та ґрунтової екосистем. Зокрема, водні ресурси ріки Дніпро використовуються надзвичайно нерационально: понад 50% чистої водопровідної води використовується для технологічних потреб, хоча близько 90% їх (технологічних потреб) можна задовольняти за рахунок повторного використання води в системах технічного водопостачання промислових та комунальних підприємств.

Витрати свіжої води у промисловості та в сільському господарстві в загальному її споживанні становлять в Україні 54%, у тому числі у промисловості – 46%; води водопровідної (питної) якості, що використовується в житлово-комунальному господарстві, – 46%.

Нині в Україні вже гостро відчувається дефіцит водних ресурсів, що виник насамперед завдяки зростанню господарської діяльності та нерациональному використанню води. З водних джерел води береться більше, ніж повертається в природне середовище. Так, річний стік Дніпра за останні роки зменшився на понад 19%, що призвело до виникнення проблем у риболовстві, пароплаванні, зникнення окремих видів річної флори та фауни, а також погіршення стану рекреаційних зон (берегової зони відпочинку).

Безповоротне водоспоживання досягає 37% від усієї взятої в господарство України природної води.

Погіршення екологічного стану ґрунтів в Україні зумовлене недотриманням нормативів сівозмін, глибокою оранкою, зловживанням мінеральними добривами тощо.

За останні 25 років у ґрунтах України вміст гумусу зменшився на 25%, тобто втрати біогумусу сягають вже більше 1% щороку.

Безповоротне водоспоживання досягає 37% від усієї забраної води в господарства України.

Питома забезпеченість водними ресурсами в Україні найнижча в СНД і становить усього 1,0 тис. м³/особу на рік. За запасами водних ресурсів (у розрахунку на одиницю площі й одного мешканця) Україна займає одне з останніх місць серед країн Європи.

Цей показник тісно пов'язаний із реальними витратами води і свідчить про нераціональне використання водного ресурсу України. У розрахунку на одного мешканця України річні витрати води становлять близько 90 м³. На одного мешканця міста на побутові потреби витрачається близько 289 літрів води на добу. У країнах Європейського Союзу цей показник становить нижче 100 літрів на добу. *Ключові слова:* «зелена» технологія; водні ресурси; технологія «Ревітал»; «Біоплато»; вищі водні рослини (ВВР), відновлювальні природні ресурси; фільтраційно-регенераційне біоплато гідропонного типу (ФРБГТ); екосистеми, безмембранне опріснення, солонуваті води.

Development and implementation "green" technologies revitalization polluted water, air and soil with violations of renewable natural resources and energy of sun and depletion of prevention. Bondar A., Kotsar E., Fylypchuk V., Kuryliuk M., Li Jun

Aquatic, air and soil ecosystems of Ukraine and the world are subject to pollution and depletion due to anthropogenic pressure, deforestation and climate change.

In Ukraine, 29.2% of wastewater is discharged contaminated. Every year, the industry discharges more than 500 million m³ of polluted water into surface water without treatment. In particular, the Pripjat River provides 80% of pollution to the main waterway of Ukraine – the Dnieper River, where three quarters of the country's water resources are concentrated. Air and soils in Ukraine are significantly polluted.

The main cause of water pollution by insufficiently treated return waters is the unsatisfactory state of operation of sewage treatment plants (SSC) of settlements, industrial and agricultural enterprises, as well as the use of obsolete wastewater treatment technologies, lack of depreciation and unsustainable sewerage. In particular, the use of "old" filtration fields are the main reasons for the unsatisfactory ecological condition of the environment in many regions of Ukraine. Declining freshwater reserves, both in Ukraine and in the world, and increasing pollution of surface waters due to the discharge of insufficiently treated wastewater into water bodies leads to the deterioration of aquatic ecosystems, as well as air and soil.

Discharge of used wastewater (return) into reservoirs on the one hand is necessary because water is returned to nature, but on the other hand, their discharge is not always safe for aquatic, air and soil ecosystems. For example, the water resources of the Dnieper River are used extremely irrationally: more than 50% of clean tap water is spent on technological needs, although about 90% of them (technological needs) can be met by reusing water in industrial and municipal water supply systems.

The consumption of fresh purified water in industry in its total consumption is 56% in Ukraine; water of drinking (drinking) quality is used in housing and communal services 46%, in industry 31% and in agriculture 23%.

Ukraine is already experiencing an acute shortage of water resources, which arose primarily due to the growth of economic activity and irrational use of water. More water is taken from water sources than is returned. Thus, the annual runoff of the Dnieper decreased by more than 19%, which led to problems in fishing, shipping, as well as the disappearance of certain species of annual flora and fauna, as well as recreational areas (coastal recreation area).

Irreversible water consumption reaches 37% of all water taken to the economy of Ukraine.

Deterioration of the ecological condition of soils in Ukraine is due to non-compliance with the standards of modification, deep plowing, abuse of mineral fertilizers, etc.

Over the last 25 years, the content of humus in soils in Ukraine has decreased by 25%, ie, the loss of biohumus reaches more than 1% annually.

Irreversible water consumption reaches 37% of all abstracted water from Ukrainian farms.

The specific supply of water resources in Ukraine is the lowest in the CIS and is only 1.0 thousand m³/person per year. Ukraine ranks last among European countries in terms of water resources per unit area and per capita.

This indicator is closely related to real water consumption and indicates the rational or irrational use of water resources in Ukraine. Per capita in Ukraine, the annual water consumption is about 90 m³. Approximately 289 liters per day are spent per capita on household needs. *Key words:* "green" technology; aquatic resources; Revital technology; Bioplato; higher aquatic plants (VVR), renewable natural resources; filtration-regeneration bioplateau of hydroponic type (FRBGT); ecosystems, membraneless desalination, brackish water.

Постановка проблеми. Актуальним є створення та запровадження інноваційних «зелених» технологій ревіталізації забруднених прісних солонуватих вод, повітря та ґрунтів, які у разі використання відновлювальних природних ресурсів і енергії сонця забезпечать відновлення нормативної якості води в забруднених водоймах, покращать стан атмосферного повітря та родючість ґрунтів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розглянуті теоретичні засади впровадження технологій ревіталізації забруднених прісних та солонуватих вод, а також повітря та ґрунтів за класифікацією Л.А. Кульського [1], які можна умовно розділити на чотири групи за ступенем дисперсності (рис. 1).

Аналіз існуючого стану. Стічні води населених пунктів у своєму складі мають широкий спектр органічних та неорганічних домішок різного фазово-дисперсного та хімічного складу. Відповідно до класифікації домішок академіка Л.А. Кульського

забруднення можуть мати розмір від іонів та молекул до грубодисперсних частинок, тобто мають виражений багатоконпонентний стан.

Так, мінеральні та органічні домішки I групи мають розміри 10⁻²–10⁻⁴ см (завислі речовини, планктон, суспензії, емульсії, бактеріальні завислі речовини, гідробіонти активного мулу та інші біологічні утворення). Вилучення цих домішок, тобто відділення їх від забрудненої води, може бути досягнуто шляхом використання фізичних процесів, які базуються на різній питомій вазі води та домішок цієї групи дисперсності.

До II групи домішок води належать органічні та мінеральні речовини, які мають розміри 10⁻⁷–10⁻⁸ м – це різні типи гідрофільних і гідрофобних колоїдних систем, високомолекулярні речовини й детергенти, віруси. Їх вилучення може забезпечуватися фазово-дисперсним переходом із другої в першу групу застосуванням коагулянтів,

флокулянтів та інших прийомів, внаслідок чого руйнуються колоїдні системи і створюються сприятливі умови для наступного розподілу фаз.

До III групи домішок води належать молекулярно розчинені речовини, які мають розміри 10^{-8} – 10^{-9} м. Це, зокрема, молекулярні органічні розчини, гази, органічні електроліти; найбільш ефективним для їх вилучення з води є окиснення, у тому числі біоокислення, адсорбція.

До IV групи домішок належать дисоційовані на іони мінеральні та органічні речовини, гази, електроліти, які мають розміри 10^{-9} – 10^{-10} м, і технологія очищення води від них базується на здійсненні фазово-дисперсних переходів із використанням хімічних процесів утворення осадів, введенням реагентів, відділенням іонів від води на мембранах тощо.

Мета роботи – обґрунтування технології очищення багатокомпонентних стічних прісних та солонуватих вод населених пунктів, яка забезпечить високу якість очищеної води за низьких затрат на глибоке очищення води, мінімальної кількості утворення вторинних продуктів, а також визначення сфери застосування «зеленої» технології «Ревітал» яка базується на таких основних принципах:

– Забруднені води є гетерогенними системами, в яких одночасно присутні домішки всіх груп дисперсності, тому головним принципом технології

«Ревітал» є забезпечення умов фазово-дисперсних переходів шляхом максимального використання фізичних процесів кавітації для розподілу фаз.

– Пріоритетом у технології «Ревітал» для руйнування колоїдних систем є використання фізико-хімічних процесів, які не потребують застосування коагулянтів та органічних флокулянтів, зокрема, із сольовими «хвостами» хлоридів, сульфатів та фосфатів.

– Для коригування рН, окислювально-відновлювальної потужності гН та окисно-відновного потенціалу (ОВП-Eh) зворотних та забруднених поверхневих вод технології «Ревітал» використовуються фізико-хімічні процеси, які не потребують застосування хімічних реагентів та складних у використанні (обслуговуванні) мембранних технологій типу гіперфільтрації (RO) та ультрафільтрації (УФ).

– Для біодеструкції та біоокислення розчинених молекулярних та дисоційованих на іони органічних домішок, звільнення від іонів неорганічних солей у технології «Ревітал» використовують факультативні мікроорганізми, зокрема ті, які містяться у біопрепараті типу «БіоСан» або в аналогах, за значно менших енерговитрат на забезпечення їх життєдіяльності, ніж під час використання аеробних мікроорганізмів.

– Для забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних показників технічної води, отриманої

Класифікація забруднювальних речовин у природних і стічних водах

Система	Гетерогенна		Гомогенна	
	Перша	Друга	Третя	Четверта
Фізико-хімічна характеристика	Суспензії та емульсії	Колоїдно-розчинні речовини	Молекулярно-розчинні речовини	Речовини, дисоційовані на йони
Розміри, м	10^{-3} 10^{-4} 10^{-5} 10^{-6} 10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}
Основні представники	Тонкі завісі Крупні завісі Планктон Бактерії	Гідрофобні колоїди Гумінові речовини Віруси	Розчинені гази Органічні речовини Органічні електроліти	Катіони Аніони
Методи контролю	Мікроскоп Пори фільтрів: паперових, мембранних Седиментаційний аналіз	Ультрамікроскоп Електронний мікроскоп Діаліз Релеєвське розсіювання	Електропровідність Пори гіперфільтраційних мембран Поглинання світла в ультрафіолетовій і видимій частинах спектра	

Рис. 1. Класифікація забруднюючих речовин у природних і стічних водах відповідно до їх фазово-дисперсного стану за класифікацією Л.А. Кульського

шляхом обробки стічних вод по технології «Ревітал», використовують «зелені» реагенти на основі перекису водню, стабілізованого надоцтовою кислотою, зокрема типу «Дезосепт Форте», продукти розкладу якого безпечні для рослин, тварин, мікрофлори ґрунтів та гідробіонтів водних екосистем і без утворення парникових газів.

– Для доокислення органічних багатокомпонентних домішок ПАР і СПАР та знезараження води за технологією «Ревітал» використовується реагент Фентона, який сприяє додатковому видаленню зі стічних вод поліфосфатів і комплексному знезараженню води, продукти розкладу якого також екологічно безпечні для рослин, тварин, мікрофлори ґрунтів та гідробіонтів водних екосистем і навколишнього атмосферного повітря.

– Для оптимізації процесів механічного зневоднення осадів, які утворюються у процесах обробки забруднених вод за технологією «Ревітал», використовується флокулянт із дезінфікуючим (біоцидним) ефектом, наприклад типу ПГМГ-ГХ (полігексаметиленгуанідін гідрохлорид), який біологічно розкладається, що дозволяє отримувати біосубстрат, який не містить патогенних і умовно патогенних мікроорганізмів та життєздатних яєць гельмінтів, придатний для покращення удобрювальних та структурно-механічних властивостей ґрунтів під час вирощування декоративних, вищих водних енергетичних рослин (ВВР) та інших технічних культур.

– Для вилучення іонів мінеральних солей використовують синергетичний очисний комплекс типу «Біоплато», або «ФРБГТ» (фільтраційно-регенераційне біоплато гідропонного типу) з інертним субстратом, на якому прикріплюється біоценоз мікроорганізмів, із висадженими вищими водними енергетичними рослинами (очеретом, міскантусом тощо), які цілорічно внутрішньогрунтово зрошуються попередньо підготовленою за технологією «Ревітал» стічною та освітленою циркуляційною водою біоплато.

– Наземна надлишкова біомаса вищих водних енергетичних рослин (очерету, рогозу, міскантуса, ейхорнії, пістії, папірису, верби енергетичної тощо) використовується у технології «Ревітал» після щорічного (сезонного) її видалення, наприклад, осіння як корисний вторинний ресурс (як трав'яне борошно або біопаливо – відновлюване джерело енергії в котлах та на БіоТЕС, а також як сировина в промисловості під час виробництва бетонних блоків, целюлози тощо) та для отримання біосубстрату під час компостування разом із механічно або гравітаційно зневодненим осадом каналізаційних очисних споруд (КОС).

– Вищі водні рослини (ВВР), що є відновлювальними природними ресурсами для очищення води та складовим елементом «зеленої» технології «Ревітал», збагачують воду й атмосферу киснем (водяною парою – транспірація через ВВР), поглинають вуглекислий (парниковий) газ, пил і смог,

покращуючи екологічний стан атмосферного повітря, та створюють естетичний зелений ландшафт в основі очисних споруд стоків.

– «Зелена» технологія «Ревітал» орієнтована на вивільнення робочої сили (операторів очисних споруд) низького рівня та покращення шкідливого середовища на станціях очищення стічних вод із використанням відновлювальних природних ресурсів.

Викладення результатів досліджень.

Забруднення, що знаходяться в багатокомпонентних стічних водах, можна віднести до гетерогенної або гомогенної системи, кожна з яких зумовлює вибір процесів для їх вилучення. Тому всі процеси очищення таких стічних вод можна поділити на дві головні групи: процеси перетворення домішок та розподілу домішок і води, кожна з яких доцільно поділити на дві підгрупи. Перша група включає підгрупи процесів для зміни фазово-дисперсного стану домішок і для знешкодження домішок; друга підгрупа – процеси для розподілу фаз концентрування домішок. Впровадження комплексу процесів та методів, розроблених за базою об'єднаних принципів у технології «Ревітал» на основі класифікації Л.А. Кульського, дозволяють розв'язати проблему ресурсозбереження та охорони довкілля від забруднення стічними водами, використовуючи їх повторно, з отриманням біосубстрату для поліпшення стану ґрунтів, отриманням вторинної сировини для промисловості, зменшуючи капітальні та експлуатаційні витрати на охорону довкілля від забруднення та виснаження, вивільнення робочої сили (операторів очисних споруд) низького рівня під час експлуатації водоочисних комплексів, запобігання негативному суб'єктивному впливу невідповідного персоналу на роботу очисних споруд.

Вибір технології очищення багатокомпонентної стічної води може починатись із застосуванням будь-якої підгрупи процесів, але обов'язковим є перехід від нижчої до більш вищої підгрупи процесів (рис. 1). У загальному вигляді вибір процесів для очищення стічної води від забруднюючих компонентів однієї групи має починатися з використання процесів для концентрування домішок води, особливо у тому разі, якщо такі домішки можуть бути повторно використані у основному виробництві або утилізовані. Після цього проводиться перехід до процесів знешкодження і далі до переведення домішок у інший фазово-дисперсний стан та розподілу фаз. У разі необхідності можна починати із процесів знешкодження або після концентрування можливо зразу перейти до процесів розподілу фаз. При цьому потрібно відзначити, що здебільшого для процесів розподілу фаз обов'язковими є попередні процеси для зміни фазово-дисперсного стану домішок, а для процесів знешкодження та зміни фазово-дисперсного стану домішок води обов'язковими можуть бути попередні процеси для концентрування домішок води.

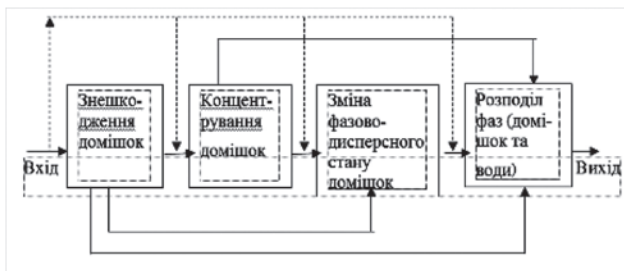


Рис. 1. Послідовність вибору процесів для очищення багатоконпонентних прісних і солонуватих природних і стічних вод

Узагальнена схема ревіталізації зворотних прісних та солонуватих вод за «зеленою» технологією «Ревітал» наведена на рис. 2.

На технологію «Ревітал» (заявник ФОП Коцар О.М.) видано позитивний санітарно-гігієнічний висновок Міністерства охорони здоров'я України.

«Зелену» технологію «Ревітал» апробовано в лабораторних умовах та запроваджено на багатьох об'єктах України, зокрема на КО населених пунктів у Київській, Львівській, Сумській областях, на молокозаводах, м'ясопереробних підприємствах, заводах із виробництва солоду, фармацевтичних та комунальних підприємствах тощо.

Усереднений склад міських стічних вод, очищених за технологією «Ревітал» зворотних вод та вимоги для якості зворотних вод під час скиду у водойми та використання на технічні потреби наведені в таблиці.

Висновки

Розроблення та впровадження технологій ревіталізації забруднених вод, повітря та порушених ґрунтів сприяє поліпшенню стану водних, повітряних та ґрунтових екосистем із використанням відновлювальних природних ресурсів та енергії сонця.

Технологія «Ревітал» орієнтована на вивільнення робочої сили низького рівня (вивільнення операторів очисних споруд стічних вод) та на покращення шкідливого середовища на станціях очищення стічних вод із використанням відновлювальних природних ресурсів, самопромивних гідроавтоматизованих фільтраційно-регенераційних біоплато гідропонного типу (ФРБГТ) та самопромивних блочно-модульних установок (гідророботів, прояснювачів, фільтрів).

Технологія «Ревітал» може бути адаптована до будь-яких кліматичних умов, для водоочисних станцій різної (заданої) продуктивності у багатьох регіонах світу, а також функціонувати тривалий термін в автономному «безлюдному» режимі.

Синергетичне використання технології «Ревітал» у комплексі із гідроавтоматизованими фільтраційно-регенераційними біоплато гідропонного типу (ФРБГТ) та самопромивними гідророботами, прояснювачами, фільтрами може використовуватися на станціях безмембранного опріснення та глибокого очищення солонуватих вод.

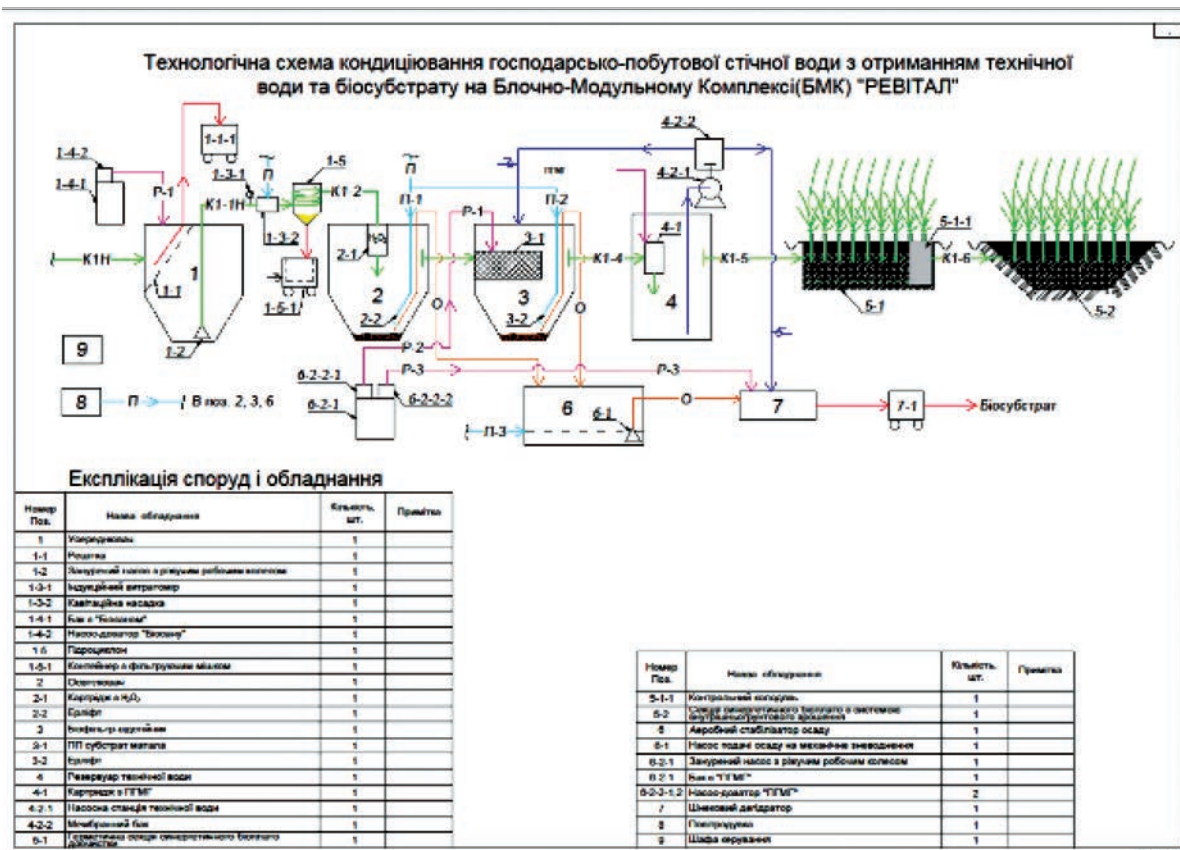


Рис. 2. Узагальнена схема ревіталізації зворотних прісних та солонуватих вод за «зеленою» технологією «Ревітал»

Усереднений склад міських стічних вод, очищених за «зеленою» технологією «Ревітал» зворотних вод та вимоги для якості зворотних вод під час скиду у водойми (господарсько-питного та рекреаційного призначення) та використання на технічні потреби (під час зрошення та поливу)

№	Показник	Значення показників якості			
		у стічній воді на вході в КОС	у ревіта-лізованій зворотній воді за технологією «Ревітал» (зворотна вода після біоплато-КОС)	нормативні у зворотних водах (під час використання для технічних потреб КОС та під час зрошення)	нормативні у зворотних водах під час їх водовідведення у водойми госп.-питного та рекреаційного призначення
1	pH, од.	6,5–9,0	6,5–8,5	6,5–8,5	6,5–8,5
2	Завислі речо-вини, мг/дм ³	300,0	8,0	15,0	15,0
3.	Сухий залишок, мг/дм ³	1300,0	850,0	1000,0	1000,0
4	Сульфати, мг/дм ³	480,0	400,0	450,0	450,0
5	Хлориди, мг/дм ³	380	280,0	350,0	350,0
6	БСК ₅ , мг О ₂ /дм ³	300,0	12,0	15,0	15,0
7	ХСК, мг О ₂ /дм ³	350,0	49,0	80,0	80,0
8	Азот амонійний, мг/дм ³	20,0	1,3	2,0	2,0
9	СПАР, мг/дм ³	7,0	0,4	0,5	0,5
10	Нітриди, мг/дм ³	0,3	2,1	3,3	3,3
11	Нітрати, мг/дм ³	5,0	45,0	45,0	45,0
12	Фосфати, мг/дм ³	8,0	2,5	3,5	3,5
13	Залізо загальне, мг/дм ³	2,5	0,1	0,3	0,3
14	Жири, мг/дм ³	20,0	відс.	відс.	відс.
15	Нафтопродукти, мг/дм ³	5,0	0,1	0,3	0,3
16	Індекс лактозопозитивних паличок	Не визн.	Не більше 5000	Не більше 5000	Не більше 5000
17	Життєздатні яйця гельмінтів	Не визн.	відсутні	відсутні	відсутні

Література

1. Коцар О.М. Запровадження енергоефективних екобезпечних технологій очищення забруднених вод / О.М. Коцар, Г.О. Діренко. Праці Ін-ту електродинаміки НАН України. Спец. випуск. 2004. С. 114–118.
2. Коцарь Е.М. Свойства высших водных растений с позиций их использования для очистки загрязненных вод в инженерно-биологических сооружениях V Міжнародна науково-практична конференція «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення», 7–11 вересня, 2009 р., Алушта : Зб. наук. ст. у 2-х т. Т. 2 /УкрНДЦЕП. Х.: Райдер, 2009. С. 312–315.
3. Коцарь Е.М. Использование высших водных растений в практике очистки сточных вод и поверхностного стока Сантехніка, опалення, кондиціонування. 2006. № 4 (28). С. 12–15.
4. Коцар О.М. Використання вищих водяних рослин для кондиціонування зворотних вод в закритому біоплато гідропонного типу Наук. зап. Терноп. держ.пед. ун-ту. Сер. Біологі. 2001. 4(15). С. 133–134.
5. Олена Коцар. Екомодернізація підприємств. Журнал «ECOBUSINESS. Екологія підприємства» № 2, 2019 р.
6. Коцар О.М. «Зелена модернізація виробництва як важлива складова сталого розвитку України» / Матеріали науково-практичної конференції «Меліорації та водовикористання з нагоди 130-річчя першого водопроводу міста Мелітополя» 2019 р. 52 с.
7. Bondar A., Fylypчук V., Kurylyuk N., Ayaya Aniyefiok. «DEEP PURIFICATION OF WATER IN FILTRATION-REGENERATION BIOPALATO OF HYDROPONIC TYPE». UDC 504.4:528.71:628.35 Kyiv, 2017. State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management 35, Metropolitan Vasyl Lipkivsky Str., 03035, Kyiv, National university of water and environmental engineering 11, Soborna st., 33000, Rivne. Науково-практичний журнал «Екологія водних ресурсів» Екологічні науки № 16–17. С. 39–45.