

## МЕТОДИ ТА УСТАТКУВАННЯ ЗМЕНШЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ СТОКАМИ З ОБ'ЄКТІВ НАФТОГАЗОВОГО КОМПЛЕКСУ

<sup>1</sup>Л.І. Челядин, <sup>1</sup>Л.І. Григорчук, <sup>2</sup>В.Л. Челядин, <sup>3</sup>М.М. Богославець

<sup>1</sup>ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. 050 3738628,  
e-mail: chelyadyn@ukr.net

<sup>2</sup>ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»,  
76011, м. Івано-Франківськ, вул. Коновальця, 328Б, тел. 097 8867005, e-mail: chvl@email.ua

<sup>3</sup>ВАТ «Нафтохімік Прикарпаття», 75012, м. Надвірна, вул. Майданська 5,  
тел. 067 3422620

*Описано методи та устаткування, які зменшують забруднення довкілля стічними водами, що має екологічне, соціальне та народногосподарське значення. Основні методи очищення стічних вод від н\п і завислих, що використовуються в нафтогазовому комплексі, це фізичні та фізико-хімічні і рідко біологічні. Для очищення пластових вод від н\п і завислих використовують технології, які описані в літературі, є метод відстою в земляних і горизонтальних відстійниках, а на бурових установках цей відстій відбувається в амбрах. Реальна ефективність очищення стоків цим методом складає 50-60% від нафтопродуктів і 60-70% від завислих, а ХСП-55-65%. Методи очищення розливів нафтопродуктів на поверхні ґрунтів чи морів включають покриття їх різними сорбентами з їх наступним збором та спалюванням, що також є неефективним. Для підвищення ефективності очищення забруднених середовищ на основі проведених експериментальних досліджень розроблено удосконалені технології очищення стічних вод від нафтопродуктів та устаткування – тонкошаровий відстійник, фільтр-адсорбер. Запропоновані заходи дають змогу підвищити ступінь очищення стоків до 75-85%, що зменшить викиди в довкілля, а значить підвищити рівень екологічної безпеки промислових об'єктів.*

Ключеві слова: техногенні відходи, пластова вода, технології водоочищення, устаткування, фільтрування, відстійник, екологічна безпека.

*Описаны методы и оборудование, которые уменьшают загрязнение окружающей среды сточными водами, что экологическое, социальное и народнохозяйственное значение. Основные методы очистки сточных вод от н\п и взвешенных, используемые в нефтегазовом комплексе, это физические и физико-химические и редко биологические. Для очистки пластовых вод от н\п и взвешенных используют технологии, которые описаны в литературе, является метод отстоя в земляных и горизонтальных отстойниках, а на буровых установках этот отстой происходит в амбры. Реальная эффективность очистки стоков этим методом составляет 50-60% от нефтепродуктов и 60-70% от взвешенных, а ХСП-55-65%. Методы очистки разливов нефтепродуктов на поверхности почвы или морей включают покрытие их различными сорбентами с их последующим сбором и сжиганием, также неэффективно. Для повышения эффективности очистки загрязненных сред на основе проведенных экспериментальных исследований разработаны усовершенствованные технологии очистки сточных вод от нефтепродуктов и оборудования - тонкослойный отстойник, фильтр-адсорбер. Предложенные меры позволяют повысить степень очистки стоков до 75-85%, что уменьшит выбросы в окружающую среду, а значит повысить уровень экологической безопасности промышленных объектов.*

Ключевые слова: техногенные отходы, пластовая вода, технологии водоочистки, оборудование, фильтрация, отстойник, экологическая безопасность.

*The paper describes methods and equipment that reduce the pollution by sewage, which has environmental, social and economic importance. Basic cleaning methods of wastewater from oil and suspended particles that are used in the oil and gas complex are the physical and physicochemical and rarely biological ones. To clean the reservoir water from oil and suspended particles using technologies that are described in the literature is the method of sludge in earthen and horizontal cesspools, and the rigs on tapes place this crap in an amber. The real effectiveness of wastewater treatment from oil using this method is 50–60%, and 60–70% of suspended particles from chemical consumption of oxygen – 55–65%. Methods for cleaning up oil spills on the soil and sea surface include their coverage by different sorbents with their next collection and incineration, which is also inefficient. To improve the efficiency of contaminated environment on the basis of the conducted experimental research developed were the advanced technologies of wastewater purification from oil and equipment – thin-layer tank, filter-adsorber. Proposed measures allow to increase the degree of effluent to 75–85%, which will reduce emissions into the environment, and thus improve the environmental safety of industrial facilities.*

Keywords: industrial waste, aquifer reservoir, purification technologies, equipments, filtration, cesspool, environmental safety.

Таблиця 1 – Розрахунок викидів на одну особу

Протягом 2010 р.	Викиди в атмосферу, тис. тон		Стічні не очищені води, млн/м <sup>3</sup>		Наявність відходів 1-3 класу в сховищах, тис. тонн	
	Всього	одну особу, кг	Всього	особу, м <sup>3</sup>	Всього	одну особу, кг
Україна	6678,0	157,8	265,8	6,28	20587,7	486,7
Ів-Франк. обл.	224,9	38,1	15,4	2,61	55,2	9,4
Львівська обл.	246,3	31,6	21,5	4,48	37,5	4,8
Закарпатська .	87,1	18,5	9,8	2,09	0,4	0,85

Розвиток цивілізації супроводжується технічним прогресом виробництва товарів, послуг, який пов'язаний з використанням природних, енергетичних ресурсів, що спричиняє виникнення складних екологічних і соціальних проблем.

Зростання обсягів використання природних ресурсів, їх вичерпання та деградація [1] обумовлюють необхідність розробки і реалізації стратегії і тактики невиснажливого природокористування і постійного контролю за змінами у ході природних і антропогенних процесів для інтегрального управління природними ресурсами та станом навколишнього середовища. Оцінюючи санітарно-гігієнічну ситуацію, що останнім часом склалася на території держави і в нашій області зокрема [2], можна констатувати, що все населення так чи інакше підпадає під вплив шкідливих факторів:

- забруднення атмосфери;
- забруднення гідросфери;
- техногенне забруднення ґрунту.

Промислове виробництво товарів та урбанізація спричиняють утворення великої кількості стічних вод, а тому важливою проблемою сьогодення є очищення стічних вод [3], оскільки їх скид без належного очищення приведе до глобального забруднення усіх водних ресурсів нашої планети. Переробка сировинних ресурсів у товарний продукт з використанням застарілих технологій, супроводжується виділенням великої кількості відходів, що не утилізуються, а накопичуються і забруднюють довкілля [4].

Отже, раціональному (невиснажливому) природокористуванню, основою якого є врахування законів розвитку природи та формування безпечних умов життєдіяльності людини, живих організмів, – альтернатив немає.

На основі даних [5, 6] за 2010 рр. кількість шкідливих викидів в атмосферу, стічних вод в водні ресурси та відходів 1-3 класу, що зберігаються в Україні і деяких областей, зокрема в Західному регіоні, та проведених нами розрахунків щодо вищевказаних викидів на одну особу, згідно з нормативним показником ЄС, наведена в таблиці №1.

Згідно з даними [7] в Україні у 2010 р. кількість «недостатньо» очищених вод, які були скинуті у водні об'єкти, склала 2555 млн. м<sup>3</sup>, що підтверджує недостатню потужність існуючих очисних споруд та їх низьку ефективність.

Загальна кількість стічних вод, які щорічно скидаються у водойми області, становить 89,11 млн.м<sup>3</sup> [8], які містять шкідливі інгредієнти – завислі, нафтопродукти, органічні сполуки та солі хрому.

Забезпечення безпечних умов водокористування гідросферою (річки, озера) обумовлено законом України «Про охорону навколишнього середовища» і регламентується «Правилами охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами» [9]. Методи очищення стічних вод різних галузей в основному описуються за загальною технологією з використанням устаткування за схемою: механічний фільтр – реактор – коагулятор – відстійник – фільтр тонкої очистки.

В основному на території Прикарпаття розташовані підприємства енергетичної, нафтогазовидобувної, переробки нафти і газу, машиноприладобудівної, електронної, хімічної, целюлозо-паперової та шкірпереробної галузей.

Залежно від галузей промисловості використовуються певні технологічні схеми очищення стічних вод, що описані у монографії [10], патентах та інших інформаційних джерелах. У зарубіжній публікації [11] описані методи очищення промислових стічних вод, які забруднені різними шкідливими компонентами.

Стічні води, що утворюються на підприємствах нафтопереробної промисловості [12] містять нафту, нафтопродукти, механічні домішки, солі, деемульгатори та інші домішки, які піддаються механічній, фізико-хімічній та біологічному очищенню. Ступінь очищення з окремих забруднюючих компонентів не відповідає нормативним показникам, тому що на цих об'єктах використовується застарілі конструкції фільтрів, а робота фільтрів з дрібнозернистою загрузкою не автоматизована, що вимагає затрат часу на її регенерацію та великої кількості людей для їх обслуговування.

На підприємствах машинобудівної і електронної галузей Прикарпаття [13] наявні підрозділи гальванічного покриття та травлення металів, де утворюються стічні води і шлами водочиснення. Стічні води, що містять Хром(VI), який за токсичністю є екологічно небезпечним, є особливо небезпечні, враховуючи те, що водопостачання населених пунктів Прикарпаття забезпечується, в основному, з відкритих водних ресурсів. Контроль якості води (кількості

забруднень) найчастіше, згідно з [14], проводять за показником – хімічне споживання кисню (ХСК). Найбільшого поширення у практиці очищення стічних вод набули методи механічного відстоювання – відокремлення завислих часток під дією сили тяжіння у природних або штучних відстійниках, а також для механічного відділення завислих – процес фільтрування через перегородку.

Для вилучення шкідливих компонентів з стічних вод, що негативно впливають на якість водойм, у які скидають стічні води, до допустимих норм, використовують різні фізико-хімічні технології очищення [15], що включають один чи декілька з приведених вище і нижче методів.

Біологічний метод доочищення стічних вод [16] проводиться після механічного очищення, при якій окислюються і руйнуються органічні речовини в штучно створених умовах під дією аеробних мікроорганізмів та проводять в аеротенках, де насичують воду Оксигеном з повітря, а також подають мікродобавки для живлення мікроорганізмів. Ефективність очищення складає 80-95%, але енергетичні затрати великі і процес проходить у вузькому інтервалі температур 15-40°C. Процес доочищення стічних вод методом флотації [17] включає насичення стічної води повітрям від компресорів з наступною дегазацією у флотаційній камері. Ступінь очищення складає 65-88%, а затрати електроенергії є значними [18], оскільки тільки 25% поданого для насичення повітря використовується для процесу очищення. На заводах України і Росії в основному використовують методи гравітаційного відстоювання і біологічний метод очищення [19], які є енергоємними, тому що затрати електроенергії для подачі повітря в аеротенки є значні, а ступінь очищення складає не більше 65-75 % за показником ХСК.

В нафтогазовидобувній галузі використовуються методи гравітаційного очищення (відстійники) стічних вод для закачки в нафтогазові пласти для підвищення пластового тиску, що приводить до витіснення нафти і газу на поверхню землі [20]. Результати досліджень показують, що ступінь очищення складає 68-71%. У разі проливу нафтопродуктів на поверхню ґрунту чи води вуглеводні створюють нафтові забруднення [21]. За результатами спостережень та досліджень встановлено, що протягом декількох днів до 25% легкі нафтопродукти зникають за рахунок випаровування та розчинення, а важкі фракції біологічно та хімічно руйнуються тривалий час, що приводить до забруднення довкілля. Основним методом очищення стічних та пластових вод у нафтовидобувній та інших галузях є процес відстоювання, який вимагає відведення під відстійники великих територій і супроводжується виділенням забруднюючих компонентів в атмосферу [22]. Цей метод характеризується низькою ефективністю (ступінь очищення від завислих часток, нафтопродуктів (н/п) 35-50 % та довготривалістю. При розробці нафтових і газових родовищ для очищення бурових стічних вод рекоменду-

ється спосіб (пат. 16529 України, С 02 F 1/56. ), а за патентом 65066 України, В 04 С 5/12 «Спосіб відділення нафтопродуктів з водонафтових сумішей» шлами водоочищення накопичуються, а після завершення робіт піддаються захороненню.

На підприємствах машинобудівної галузі [23] технологічні схеми очисних споруд включають піско- та нафтоуловлювачі, засипні фільтри, які забезпечують 87-89% очищення стічних вод від Н/П і 65-68% від важких металів, але це недостатньо для скиду у водойми.

Таким чином, ефективність очищення стічних вод різними методами в середньому складає 55-83% [24], а тому дослідники удосконалюють процеси водоочищення у напрямку розробки та реконструкції устаткування і водоочисних споруд. Характеристика відомого устаткування і водоочисних споруд з очищення стічних води приведено нижче.

У технологічних схемах водоочищення на підприємствах використовують, в основному, згідно [25], таке устаткування: піско- та нафтоуловлювачі, горизонтальні відстійники, засипні фільтри, аеротенки, які забезпечують певний ефект очищення стічних вод, але не завжди дають можливість їх повторного використання в оборотній системі водозабезпечення підприємства чи відповідають за вмістом забруднень вимогам для скиду у водойми. Основними апаратами процесів водоочищення є відстійники та фільтри. Методи гравітаційного очищення стічних вод, які проводяться в відстійниках відкритого типу, використовуються в нафтовидобувній галузі [26], ступінь очищення є не висока (50-60%) та займають великі площі сільськогосподарських земель, а тому вони є об'єктами забруднення довкілля. В основному до всіх технологічних схем водоочищення входять відстійники різних конструкцій, в яких відбуваються процеси відокремлення завислих під дією сили тяжіння. Детальний опис конструкцій відстійників, які, в основному, є ємностями з вертикальною перегородкою в кінцевій частині, наведено в [27]. Відомо [28], що горизонтальні відстійники займають великі території (в середньому 1000 м<sup>2</sup>) та є відкритими, що спричиняє виділення забруднень в атмосферу та забруднення довкілля. У публікаціях [29] наведено позитивні результати очищення стічних вод з використанням тонкошарових відстійників розміром близько 50 м<sup>2</sup>, які на практиці в Україні майже не використовуються.

Для очищення стічних вод найбільш широкое застосування мають апарати та споруди, що працюють за принципом фільтрації стічних вод. Ефективність очищення стічних вод на таких установках різна і в середньому вона складає 75-85%. В огляді [30] описані різні типи процесу фільтрування стічних вод і встановлено, що швидкість фільтрування, висота фільтруючої перегородки і час фільтрації через фільтруючу перегородку фільтра до проскакування завислих і розчинних шкідливих компонентів є важливими параметрами процесу фільтрування. У публікації [31] проаналізовано різні методи

інтенсифікації очищення стічних вод фільтруванням, але процес відділення завислих з використанням нових матеріалів для завантаження перегородки, через яку стічна вода очищається від нерозчинних і розчинних інгредієнтів, вважається найпростішим. Для очищення природних і стічних вод, в основному, використовували в якості фільтруючого матеріалу кварцевий пісок [32].

За останні десятиріччя минулого тисячоліття на основі проведених досліджень [33] крім кварцевого піску запропоновано використовувати активоване вугілля, цеоліт (клинноптилоліт) та інші природні (модерніт, спалені породи) і штучні (піностирол, дроблений керамзит, антрацит та ін.) матеріали.

Способи і технології очищення стічних вод проводяться в установках [34], які відрізняються тим, що кожна установка використовує один основний процес очищення - механічний, біологічний, каталітичний або фізико-хімічний, а інші стадії є додатковими. Ефективність очищення стічних вод на певних установках різна і в середньому складає 75-85%. Для проведення процесів адсорбційної очищення відома установка [35], де використовують різне обладнання, але основним апаратом є адсорбер.

У процесах відокремлення завислих також використовують різні конструкції фільтрів [36]. Однак відомі конструкції фільтрів з стаціонарним шаром адсорбента мають серйозний недолік-нерівномірний розподіл потоку газу чи рідини через загрузку фільтруючого матеріалу, швидко заповнення міжзеренного простору, недостатнє відмивання фільтруючого завантаження та труднощі з перезавантаження у випадку зношення чи втрати сорбційної здатності.

Для ліквідації наслідків пролитих нафтопродуктів на водній поверхні основним є зменшення площі забруднення. Для цього використовують плавучі засоби (катери, баржі, кораблі) [37], які за допомогою плаваючих канатів та сорбційних матеріалів обмежують площу нафтового плями. Використання сорбційних матеріалів для очищення від нафтопродуктів описано в [38], де вказано, що такі матеріали є ефективними для очищення від нафти і солей. Наприклад, від невеликої кількості нафто масел-продуктів використовують торф, а потім з допомогою плавучого засобу збирають з поверхні води і, розділивши на фільтри, використовують як паливо після відповідної просушки. Іншим сорбентом, але більш дорогим, є активоване вугілля [39]. Для очищення великих площ водної поверхні застосовують "вспучений" перліт, а технологія його використання при очищенні така ж, як торфу чи вугілля [40]. Очищення водної поверхні від похідних нафтопродуктів (демульгатори, СОЖ, органічні розчинники) проводиться з використанням плавучих засобів з барабанним фільтром, який має на своїй поверхні пористий матеріал (бутадієн-стирольний), що сорбує нафтопродукти, які виділяються при стискуванні матеріалу [41]. Крім вище вказаних сорбентів для очищення води від нафтопродуктів, запропоновано [42]: суміш – 70-80%-го

природного шунгіту та 10-30% вуглеводневого волокна; суміш дрібнодисперсного коксу (дві частини) і відходів електродного виробництва (десять частин); відходи виробництва азбестового картону; дрібнодисперсний сланець; сополімер полівінілового спирту і поліакрилонітрилу; волокнистий нітрон; бавовняні відходи ватного виробництва, відходи резинової промисловості; полівінілхлориду в хлорній формі, суміш залізовмісної окалини та кремнійорганічної сполуки – метилсиліконату натрію та інші. У деяких випадках для більш ефективного очищення водної поверхні до сорбентів додають поліакриламід [43], а який забезпечить відокремлення емульсії. Для доочищення стічних вод найчастіше використовують фільтри з перегородкою, який складається з ємності, що розділена перегородкою, на яку завантажують фільтруючий матеріал. Фільтр для очищення води складається з корпусу, в нижній частині якого розміщена перегородка, що заповнена шарами різних матеріалів з різною питомою вагою і величиною зерен, дренажний пристрій і підвідний та відвідний патрубки, але ефективність його низька та тривалість відмивання завантаження довготривала, що не дає змоги очищувати великі кількості води.

Відомі установки очищення, які містять ємності вхідної води, озонаторні агрегати, ежекційні змішувачі, адсорбційні фільтри очищення, контактні колони, резервуари очищеної води та насоси і технологічні трубопроводи обов'язки вищеприведеного устаткування. Такі установки є складними в експлуатації та надзвичайно енергомісткими. Згідно з патентом України №42983А (МПК С 02 F 1/461) запропоновано спосіб каталітичного очищення води, де передбачена додаткова обробка води в бактеріцидному пристрої, що теж збільшує енергозатрати на очищення води. Особливо великі енергозатрати при використанні установок для очищення стічних вод озоном, оскільки витрати його, як активного окиснювача, збільшуються в декілька разів у зв'язку з тим, що він окиснює всі наявні домішки в стічній воді, а деякі з них присутні в межах допустимих норм для стічних вод і не потребують окиснення.

В патенті №45867 (Україна, МПК С02F1/24, С02F 3/32) запропонований комплекс для очищення води біологічне очищення стічних вод відбувається в устаткуванні, яке вміщає решітки різної конструкції (горизонтальні, ялинкоподібні), що переміщуються в апараті для очищення, на яких іммобілізовані мікробактерії. Стічні води в результаті контакту з мікробактеріями очищаються від певних шкідливих компонентів, однак недостатньо, оскільки мікроорганізми ефективно розкладають тільки певні шкідливі інгредієнти та вимагають певних умов процесу (температура і швидкість протікання води через них).

Аналіз існуючих процесів водоочищення та їх апаратного оформлення (устаткування) показує, що для проведення процесів водоочищення використовують спеціальне устаткування і споруди, а енергозатрати (електроенергія)

при цьому складають близько 30-35% собівартості очищення. Отже, наведені вище технології очищення стічних вод та конструкції устаткування у реальних умовах дають змогу досягнути 45-70% ступеня очищення від шкідливих компонентів. У залежності від забруднень, які наявні у стічній воді, в сучасних наукових дослідженнях рекомендуються реагентні та адсорбційні методи, в яких застосовують високоартісні реагенти-коагулянти, окиснювачі і нові фільтраційні та адсорбційні матеріали, що приведено нижче.

Автор [44] запропонував заходи для забезпечення екологічної безпеки методом абсорбції органічних розчинників з стічних вод, які основані на проведенні процесів очищення стічних вод, забруднених двома компонентними системами – гексан-етилацетат, циклопентаном-гексан, ізопропанол-гексан, методом адсорбції на природних адсорбентах – бентоніт, глауконіт, палигорськіт. У роботі [45] досліджено зменшення забруднення навколишнього природного середовища відпрацьованими моторними оливами абсорбційними методами з допомогою розчинників-сольвенту, толуолу та введення деемульгатора. Авторка [46] досліджувала очищення стічних вод від органічних забрудників методом адсорбції на різних сорбентах та встановила, що найбільш ефективно відбувається зменшення барвника комплексно активованим цеолітом кліноптіолітом за трьохступеневою протитечійною схемою, а ступінь очищення складає 85-93%. Однак такі схеми є громіздкими та енергоресурсозатратними. Дисертаційна робота [44] Павлюк Л.І. присвячена удосконаленню технології очищення нафтовмісних стічних вод сорбентами рослинного походження.

У дисертаційній роботі приведено дослідження, а в авторефераті [45] коротко описано удосконалення методів очищення стічних вод, які найбільше забруднюють водні ресурси краю. Для підприємств Прикарпаття розроблено устаткування з новими конструкційними елементами та нові фільтраційно-адсорбційні матеріали для фільтруючого завантаження, які одержані з техногенних відходів. Результати проведених досліджень свідчать, що найефективніше пластові води ВАТ «Прикарпатського УБР» від н/п можна очищати, використовуючи відстійники з похилими площинами від механічних домішок і нафтопродуктів та доочищенням у фільтрі-адсорбері на ВММ фракцією 2-7 мм з напрямом фільтрування знизу-угору. Такий метод дає змогу підвищити ступінь очищення від механічних домішок з 66,1 до 82,3 %, а від нафтопродуктів до 86,3–92,1%. На основі проведених досліджень розроблено нову конструкцію тонкошарового відстійника (патент 5740, Україна, МПК В 01 D 25/00), яка має декілька додаткових нових конструктивних елементів. Аналіз одержаних результатів лабораторних досліджень з очищення стічних вод та теоретично-прикладні дослідження показали, що зміна величини кута нахилу блоку похилих площин у тонкошаровому відстійнику з 30 до

45 градусів, підвищує ефективність відділення завислих частинок на 51,5-75,8 %.

Значний вплив на довкілля мають стічні води ВАТ „Нафтохімік Прикарпаття“, які забруднені нафтопродуктами та сульфідами. На основі аналізу результатів проведених експериментальних та теоретичних досліджень [51] з очищення різних стічних вод методом їх фільтрації через завантаження з ВММ розроблена нова конструкція фільтра-адсорбера (патент 27668, Україна, МПК В 01 D 35/02), яка впроваджена на ННПЗ. Фільтр-адсорбер включає нові конструктивні елементи: шламову трубу, додаткову верхню перегородку, нижню перегородку конічної форми, фільтрувальні елементи жолобкового типу та інші. Шламова труба працює за принципом „сифона“, що підвищує ефективність роботи фільтра за рахунок автоматичного періодичного відмивання механічних та інших забруднень з фільтрувального завантаження. Для комплексного розв'язання проблеми очищення стоків і перероблення утвореного шламу розроблений новий спосіб очищення стоків (патент 28030, Україна, МПК С 02 F 3/24), і перероблення шламів водоочищення, який відрізняється від відомих тим, що обидва процеси відбуваються одночасно. Спосіб можна реалізувати в універсальній установці очищення стоків та перероблення утворених шламів (патент 48053, Україна, МПК С 02 F 1/00). Отже, новий спосіб та універсальна установка дають змогу: уникнути зайвих затрат на збір шламу, його перевезення та відведення нових площ для його зберігання; утилізувати шлами водоочищення з одержанням гранул будівельно-теплоізоляційних матеріалів (БТМ). У випадку встановлення установки на рухомій платформі вона стає мобільною і її можна використовувати для очищення аварійних викидів стоків чи з полігонів побутових відходів.

На основі статистичних даних і звітності по формі 2 ТП пов. та 2 Тп-водгосп та інших проведених розрахунок інтегрального показника екологічної безпеки (ШЕБО) для трьох підприємств – №1-ТЕЦ, №2-«Нафтоперегонка», №3-«Шкірпродукція», які відносяться до різних галузей виробництва одержали наступні результати. Встановлено, що ШЕБО для трьох вищевказаних об'єктів, відповідно 71, 56, 45 за 2006 р. підвищиться до 75, 61, 52 відповідно, який розрахований з використанням формули для оцінки екологічної безпеки на різних підприємствах, яка приведена у публікації [52]. Вказані величини ШЕБО одержано з врахуванням зменшення викидів в атмосферу від утилізації шлаків, золи, шламів та впровадженні вдосконалених технологій водоочищення і об'ясування.

Отже, всі наведені вище результати досліджень вказують на те, що фільтруванням через ВММ та впровадженням устаткування з новими конструктивними елементами досягається підвищення ефективності очищення стічних вод виробництва різних галузей, і, відповідно, підвищення ШЕБО підприємств на 1,8-2,1 балів, а

відтак населених пунктів, регіону і України загалом.

## ВИСНОВКИ

1. Наявні технології очищення стічних вод є енергоресурсозатратними, недостатньо ефективними, що стримує їх промислове застосування і зумовлює подальше забруднення доквілля, яке стає загрозливим для життя людини.

2. Фільтрація стічних вод різних галузей виробництва через ВММ зменшує вміст шкідливих компонентів (нафтопродукти, завислі) на 60–88% за рахунок механічних і сорбційних процесів, які відбуваються на поверхні ВММ.

3. Нові конструкційні елементи устаткування очисних споруд, а саме:

– похилі площини тонкошарового відстійника дають змогу підвищити ступінь очищення стічних вод від завислих часток 87-90 %, нафтопродуктів – 75–95 %, ХСК – 82-96 %;

– труба-сифон в фільтрі-адсорбері ефективність фільтра у процесі відмивання забруднень з фільтрувального завантаження, а конічна перегородка і фільтрувальні елементи жолобкового типу підвищують ступінь очищення стічних вод в середньому на 15-20 %.

4. Вуглецево-мінеральні матеріали у процесах очищення стічних вод за рахунок сорбційних властивостей відносно сірководню та сульфурвмісних сполук дають змогу підвищити ступінь очищення від  $H_2S$  до 80-85%.

5. У результаті впровадження нових технологій і устаткування водоочищення та використання нових матеріалів, що утворені переробленням золошлаків ТЕС та шламів водоочищення, у процесах водоочищення на різних об'єктах викиди в гідросферу, техносферу зменшуються. Це підвищує рівень екологічної безпеки окремих об'єктів на 1,5-2,1 бали, а очікуваний річний еколого-економічний ефект від впровадження запропонованих нових і удосконалення наявних технологій, устаткування лише на Прикарпатті становить близько 850 тис. грн/рік.

## Література

1 Власова Г.І. Водні ресурси в Україні. Використання, моніторинг, охорона / Г.І. Власова // Вода і водоочисні технології. – 2001. – №1. – С. 6-9.

2 Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод / [А.К. Запольский, Н.А. Мішкова-Клименко, І.М. Астрелін та ін.]. – К.: Лібра, 2000. – 552 с.

3 Родионов А.И. Техника защиты окружающей среды / А.И. Родионов, В.Н. Клушин, Н.С. Торочешников. – М.: Химия. – 1989. – 510 с.

4 Шкіца Л.С. Екологічна безпека гірничопромислових комплексів західного регіону України. Автореферат дисертації на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук: 21.06.01 – „Екологічна безпека“. – Івано-Франківськ, 2006. – 36 с.

5 Савчук Л.Я. Екологічні дослідження рівня захворюваності населення Калуського промислового району / Л.Я. Савчук // Науковий вісник ІФНТУНГ. – 2012. – № 1(13).

6 Савчук Л.Я. Еколого-географічний аналіз захворюваності населення Івано-Франківської області / Л.Я.Савчук // І-й міжнародний конгрес. Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування. 28-29 травня. – Львів: НУ «Львівська політехніка», 2009. – С. 74-75.

7 Статистичний збірник «Довкілля України». – Київ, 2008. – С. 48-138.

8 Статистичний збірник «Довкілля Івано-Франківщини у 2010 році». – Івано-Франківськ, 2011. – 152 с.

9 Адаменко О.М. Екологічна безпека гідросфери регіону та дослідження очистки стічних вод і утилізації шламів водоочищення / О.М. Адаменко, Л.І.Челядин, В.Л. Челядин, М.Р. Скробач // Екотехнологии и ресурсосбережение. – 2007. – №6. – С. 28-32.

10 Яковлев С.В. Очистка производственных сточных вод / С.В. Яковлев, Я.А. Карелин, Ю.М. Ласков, Ю.В. Воронов. – М.: Стройиздат, 1979. – 318 с.

11 Sarbak Z. and Kramer-Wachowiak Porous structure of waste fly ashes and their chemical modifications // Powder Technology 2002. – p.53-58.

12 Гляденов С.Н. Очистка сточных вод: традиции и новации / С.Н.Гляденов // Экология и промышленность России. – 2001. – №2. – С. 15-17.

13 Pollard S.J. Дешевые сорбенты для очищения сточных вод. Pollard S.J.T., Fowler G.D., Sollars C.J., Perry R. // Sci. Total Environ. –1992. – №1-2. – С. 31-52.

14 Шевчук Е.А. Технология прямогоочного фильтрования природных и сточных вод через зернистые загрузки / Е.А. Шевчук, А.В. Мамченко, В.В. Гончарук // Химия и технология воды. – 2005. – №4. – С. 369-384.

15 Шевченко Т.В. Очистка сточных вод нетрадиционными сорбентами / Т.В. Шевченко, М.Р. Манзий, Ю.В. Тарасова // Экология и промышленность России. – 2003. – январь. – С. 35-38.

16 Литвиненко В.И. Интенсификация очищения нефтяных сточных вод нефтяных промыслов / В.И. Литвиненко, В.Т. Варфоломеев // Нефтяное хозяйство. – 1998. – №11. – С. 49-51.

17 Стрельцова О.О. Интенсификация процесса флотационного вылучення емульгованої та розчиненої в воді нафти / О.О. Стрельцова, А.Ф. Тимчук // Вопросы химии и химической технологии. – 2000. – № 1. – С. 230-233.

18 Пат. 42983А України, МПК С 02 F 1/461. Спосіб каталітичного очищення води / Дензанов Г.О., Молчанов П.А.; патентовласник Вінницький державний технічний університет (Україна). – № 200105956, заявл. 23.10.2000. опуб. 15.112001, Бюл. №10. – 4 с.

19 Наташвили О.Г. Расчетная схема удаления нефти с поверхности водоема / О.Г. Наташвили, В.И. Тевзадзе // Экологические системы и приборы. – 2004. – №2. – С.52-54.

- 20 Ликвидация последствий аварий танкера „Эксон Валдис” // Защита от коррозии и охрана окружающей среды. – 1990. – № 9. – С. 45-52.
- 21 Методы и средства борьбы с нефтяными загрязненными вод мирового океана; под ред. М.П. Нестерова ( в 9 т.) – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – Т. 8. – 207 с.
- 22 А.с. 1305128, СССР С 02 F 1/28. Способ очистки поверхности воды от нефти / А.Р. Курбаков, В.Н. Долин. Бюл. № 15. 23.04.87.
- 23 А.с. 1430355, С 02 F 1/28. Способ очистки поверхности воды от нефти и нефтепродуктов / А.Р. Курбаков, М.Ю. Савушкина, В.В. Цуцаева. №38 15.10.88.
- 24 NAGA S.M. EL-MAGHRABY A. Industrial waste as raw materials for tile making // Silicates Industriels. – 2003. – v. 68. – pp. 89-92.
- 25 DONDI M. MARSIGLI M. FABRI B. Recycling of industrial and urban wastes in brick production: a review // Tile & Brick International. – 1997. – v.13 n. 4. – pp. 218-225.
- 26 Hidden sewage treatment plants and invisible shaft coverings // Mach. And Steel. – 2002. – 44. – № 7-8. – P. 64-65.
- 27 Зиновьев А.П. Установка для очистки сточных вод рабочих поселков, баз отдыха и объектов сельскохозяйственного назначения / Зиновьев А.П., Филиппов В.Н., Аранцева В.Н. // Вода и экологические проблемы и решения. – 2002. – № 2. – С. 39-42, 81.
- 28 Пат. 45867 Україна, МПК С02F1/24, С02F 3/32. Комплекс для очищення води / Курилюк М.С., Мациев А.І., Базурін С.О. – Опублік. 15.04. 2002.
- 29 .Компактная блок-модульная установка для очистки промышленных сточных вод // Новые экологические технологии, методы, оборудование, продукция, измерительные приборы и системы для исследования окружающей среды. – 2000. – № 1. – С. 28-30.
- 30 Гомеля Н.Д. Влияние химических вспомогательных добавок на эффективное осветление оборотной воды / Н.Д. Гомеля, А.С. Коваленко // Экологические технологии и ресурсосбережение. – 2005. – № 1. – С. 47-53.
- 31 PINHEIRO R.M. VIEIRA C.M.F. SÁNCHEZ R.J. MONTEIRO S.N. “Recycling of waste from paper production in red ceramic (in Portuguese) // Revista Matéria v.13 n. 1 pp. 220-227 2008.
- 32 RICHTER C.A. Treatment of sludge from wastewater treatment plant (in Portuguese) // São Paulo Edgard Blücher Ltda. – 2004.
- 33 Кривець Г.В. Эффективный реагент для очищения сточных вод / Г.В. Кривець, І.М. Астрелін, Н.М. Товстопалова, О.Ю. Сазонова // Наук. вісті НТУУ «КПІ». – 2010. – №2. – С.149-152.
- 34 Гомеля М.Д. Вибір оптимальних умов електрофлотажної очищення нафтовмісних стічних вод / М.Д. Гомеля, Л.В. Калабіна, О.П. Хохотва // Экологические технологии и ресурсосбережение. 2000. – №5. – С. 44-48.
- 35 Гомеля Н.Д. Использование ферромагнитиков для объемной очистки воды от нефти / Н.Д. Гомеля, В.М. Радовенчик, А.П. Хохотва // Экологические технологии и ресурсосбережение. – 2001. – №4. – С. 37-39.
- 36 Челябин Л.І. Дослідження попередньої очистки стічних вод НПЗ /Л.І. Челябин, Я.М. Дрогомирецький, В.Л. Челябин // Нафт. і газ. пром-сть. – 2003. –№ 1. – С. 62-64.
- 37 Швед Д.И. Физико-химические аспекты поглощения нефти углеродными сорбентами с поверхности воды / Д.И. Швед, Л.И. Хохлова, О.В. Кравченко, Н.М. Опенько, А.В. Хохлов // Химия и технология. – 2002. – т. 24. – № 1. – С. 22-29.
- 38 Edwards J.D. Industrial Wastewater Treatment a guidebook // CRC Press Boca Raton Fla. – 1995. – pp. 1–192.
- 39 Черниш І.Г. Застосування волокнистих та порошкових сорбентів для очищення води від нафтових забруднень / І.Г. Черниш // Вісті академії інженерних наук України. – 2003. – №2. – С.21-25.
- 40 Храмов Е.Ю. Очистка нефтесодержащих сточных вод методом коагулирования с применением новых флокулянтов / Е.Ю. Храмов, А.В. Бакланов // Материалы Международной конференции «Сотрудничество для решения проблемы отходов». Харьков. – 2007. – С.260-262.
- 41 Ильчишина С.В. Використання гідрофільно-гідрофобних сорбентів на основі мінеральних волокон та терморозчиненого графіту для очищення підтоварної води / С.В. Ильчишина, І.Г. Черниш, Л.І. Іванишин, Д.О. Єгер // Нафт. і газ. пром-сть. – 1997. – №3. – С.26-27.
- 42 Стокалюк О.В. Комплекс заходів для забезпечення екологічної безпеки від забруднення органічними розчинниками стічних вод. Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 21.06.01. – «Екологічна безпека». – Суми, 2012. – 19 с.
- 43 Чайка О.Г. Попередження забруднення навколишнього природного середовища відпрацьованими олівами: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 21.06.01. – «Екологічна безпека». – Суми, 2012. – 21 с.
- 44 Павлюк Л.І. Удосконалення технології очищення нафтовмісних стічних вод сорбентами рослинного походження: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 21.06.01. – «Екологічна безпека». – Київ, 2012. – 20 с.
- 45 Челябин Л.І. Наукові засади ресурсозберігаючих технологій і устаткування підвищення екологічної безпеки промислових об'єктів Прикарпаття: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня д-ра техн. наук. – Івано-Франківськ, 2011. – 36 с.

Стаття надійшла до редакційної колегії  
08.05.13

Рекомендована до друку  
професором **Тарком Я.Б.**  
(ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ)  
професором **Яремійчуком Р.С.**  
(ПАТ «ДАТ «Чорноморнафтогаз»,  
м. Сімферополь)