

*В. Б. Гулевський, Ю. О. Постол  
Таврійський державний  
агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного*

## **ПЕРСПЕКТИВИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ТА ТЕХНІЧНИХ РІДИН**

Забруднення довкілля негативно позначається на природних ресурсах, зокрема водних об'єктах. Січні води легко можуть проникати у ґрунт і навіть у рідину, якою постачаються житлові та громадські будівлі. Очищення стічних вод та технічних рідин потрібно для покращення екологічної обстановки.

Рідкі забруднення утворюються на підприємствах машинобудування, металообробки, металургії, транспорту і навіть сільського господарства. За останнє десятиліття склад забруднюючих речовин зазнав значних змін. Це пов'язано зі зменшенням використання виробничих процесів, що зберігають водні ресурси, відмовою від будівництва локальних очисних споруд тощо.

Забруднення – це наявність у воді різних видів шкідливих речовин, для кожного з яких використовуються різні методи очищення, а саме:

– для нерозчинних у воді забруднювачів використовуються методи з використанням сили тяжіння;

– фільтрація, відстоювання, коагуляція – застосовують для речовин, які утворюють з водою гідрофобні та гідрофільні системи;

– нанофільтрація, сорбція - очищають воду від розчинних органічних сполук.

Таким чином створюються найбільш відповідні системи очищення, які відповідають певному рівню забруднення.

За останній час було розроблено безліч нових ефективних технологій очищення стічних вод промислових підприємств. Комплексність завдання очищення обумовлюється характером забруднення - зазвичай небажаними компонентами виступає цілий ряд речовин, що вимагають різного підходу [1]. Для споруд з очищення води характерним є те, що вони вишиковуються у певній послідовності. Такий комплекс називається лінією очисних споруд. Деякі системи та типи обладнання включають різні методи очищення стічних вод. Через різноманітний вміст стічних вод, які поступають на очищення, та високі вимоги до очищення води, найбільш доцільно використовувати змішані методи очистки. Для більш складного забруднення необхідно використовувати пристрої зі специфічним ефектом і спеціальні технології очищення води.

Кожен спосіб очищення стічних вод та технічних рідин здійснюється за допомогою різних пристроїв. Такі дії дозволять підвищити ефективність очищення стічних вод та досягти найвищого ступеня якості води, що відповідає нормам основних технологічних процесів для повторного використання.

У зв'язку з цим значна увага приділяється інтенсифікації процесів очищення стічних вод і технічних рідин, удосконаленню технологічних схем, розробці нових ефективних методів і споруд, що дозволяють підвищити якість стічних вод, що скидаються у відкриті водойми, знизити витрати на очищену воду.

**Ключові слова:** забруднення рідини, стічні води, технічні рідини, магнітне очищення, відстійник, феромагнітні домішки

**Постановка проблеми.** Вибір технології очищення стічних та технічних рідин повинен починатися з використання процесів концентрації речовин, що забруднюють воду, особливо, якщо вони можуть бути повторно застосовані в основному виробництві або утилізовані. Потім послідовно відбувається перехід до процесів знешкодження, переведення домішок в інший фазово-дисперсний стан і розподілу фаз. При необхідності вибір можна починати з знешкодження або (після концентрації) відразу перейти до розподілу фаз [1,2].

Велике значення для виконання вимог до якості очищення мають процеси очищення від механічних домішок із застосуванням пристроїв фізичних способів. Найбільш простими пристроями для очищення стічних вод від механічних домішок є відстійники, основу яких лежить принцип гравітації – дію на частинки лише масових сил тяжкості. Дослідженнями та спостереженнями встановлено, що стоки промислових підприємств в окремих випадках до 100%

мають феромагнітні властивості. Причиною наявності домішок є зношення технологічного та комунікаційного обладнання, наявність застарілих технологій виробництв, які обумовлюють неперервну корозію [4]. В результаті на централізовані очисні споруди поступають різні за характеристиками стічні води, а в приймальних місткостях водоочисних станцій утворюється суміш металовмісних багатокомпонентних домішок. У разі магнітних частинок система відстійників може бути вдосконалена за рахунок магнітного поля, внаслідок чого можна скоротити тривалість відстоювання і підвищити його ефективність [3,4]. Тому проблема застосування в технологічних процесах магнітних відстійників є актуальною, оскільки багато її завдань далекі від завершення та, особливо, у частині конструктивних виконань.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Магнітне поле використовується для інтенсифікації процесів очищення води від колоїдних і інших домішок, поліпшення процесів іонного обміну [5,6,7]. Тому для їх видалення запропоновано використовувати високошвидкісний і ефективний метод магнітного осадження. Ефективна магнітна флокуляція та сепарація компенсують погане осадження та фільтрування залишків та значно підвищує ефективність очищення. Пристрої та особливості очищувачів описані у роботах багатьох вчених [7,8,9]. Основним напрямом наукових розробок по інтенсифікації очищення стічних вод на цьому етапі являються методи дії на водну систему зовнішніх полів, що обумовлено універсальністю і ефективністю методів при малих капітальних укладеннях.

Для магнітних очищувачів, що випускаються в Україні та за кордоном, характерна різноманітність конструктивних виконань і типорозмірних модифікацій. Установки магнітної сепарації слідує безперервному процесу поділу рухомого потоку частинок, що проходить через слабе або сильне магнітне поле. Прагнення врахувати різноманіття експлуатаційних факторів: продуктивність, розмір трубопроводу, щільність і температуру рідкого матеріалу, тиск, місце монтажу, рід джерела постійні магніти чи постійний струм) призводить до розробки різноманітних конструктивних рішень. Однак основна перевага застосування магнітного очищення полягає у відмові від використання громіздких споруд [10].

**Мета та завдання роботи.** Метою роботи є підвищення ефективності очищення стічних та технічних рідин вдосконаленням конструкції відстійників.

Для досягнення зазначеної мети в роботі були поставлені наступні завдання:

1. Проаналізувати конструкції існуючих відстійників.
2. Запропонувати нові конструкції відстійника з застосуванням енергії магнітного поля у робочих зонах.

**Виклад основного матеріалу.** Найбільш простими пристроями для очищення стічних та технічних рідин від механічних домішок є відстійники, основу яких лежить принцип гравітації – дія на частинки лише масових сил тяжкості. Відстійник у системі очищення стічних вод виконує важливу функцію – у ньому залишаються забруднення великих фракцій та виводяться нафтопродукти. Головним чином, пристрій виконує механічне та біологічне очищення.

Відстійники бувають трьох видів і відрізняються призначенням та принципом роботи: вертикальні, горизонтальні і радіальні. Відмінність конструкції відстійників полягає у розташуванні вхідних і відводять пристроїв і, отже, величини їх пропускної спроможності.

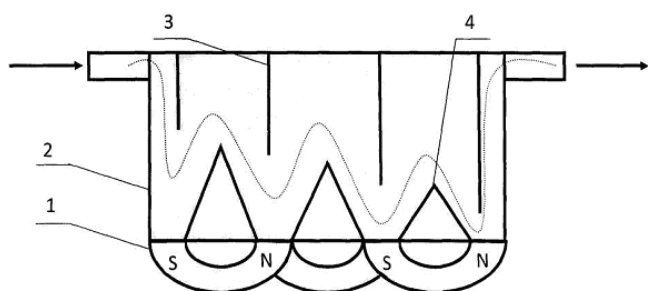
В основу розробки та модернізації відстійників за допомогою магнітного поля закладено такі принципи:

- простота виготовлення, надійність та висока ефективність при експлуатації, яка залежить не тільки від геометричної форми відстійника, а й від коефіцієнта повноти використання обсягу;
- енергія магнітного поля в робочих зонах пристроїв, які модернізуються, використовувалася таким чином, щоб силовий вплив на магнітні частинки максимально сприяв підвищенню ефективності їх вилучення.

Нами проведено теоретичні дослідження з розробки конструктивних та технологічних параметрів магнітних відстійників. Надалі пропонуємо конструкції на які отримані патенти на корисну модель.

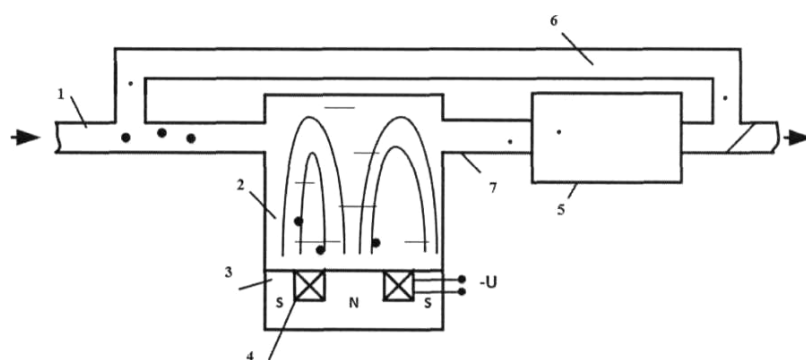
Магнітний відстійник (рис. 1) удосконалено шляхом розділення робочої камери перегородками та конусами різної довжини і висоти, що дозволить підвищити ступінь очищення рідини і зменшити гідравлічний опір [11].

Запропонований пристрій працює таким чином: при наявності магнітного поля в робочій зоні на частинки діють сили коагуляції і пондеромоторні, що сприяє інтенсивному їх осадженню і утриманню на дні відстійника; наявність же вертикальних перегородок з різної довжини та конусів 4 сприяють зменшенню перемішування рідини, а, отже, гідравлічного опору відстійника.



**Рис.1. Магнітний відстійник:** 1 – магнітна система, 2 – вхідний і вихідний патрубки, 3 – вертикальні перегородки; 4 – немагнітні конуси

Удосконалення електромагнітного відстійника, в якому, шляхом встановлення пристрою для визначення габаритних розмірів і форм феромагнітних тіл, підвищується якість очищення технічних рідин від феромагнітних часток [12].

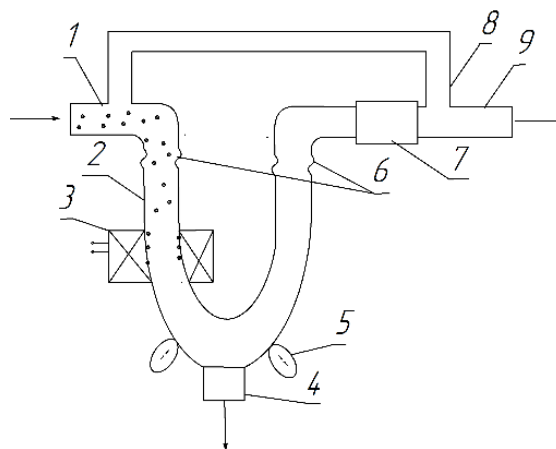


**Рис. 2. Електромагнітний відстійник:** 1 – вхідний патрубок, 2 – робоча камера, вихідний патрубок, 3 – магнітопровід, 4 – електрична обмотка, 5 – пристрій для визначення габаритних розмірів і форм феромагнітних тіл, 6 – зворотний патрубок

Запропонований пристрій працює таким чином: забруднена рідина подається через вхідний патрубок 1 у робочу камеру 2. Осадження флокул та феромагнітних часток до полюсів магнітопроводу 3 здійснюється у робочій камері 4 при підключенні електричної обмотки 4 до джерела постійного струму. Очищена рідина надходить у вихідний патрубок 7. Для більш точного визначення чи залишилися в рідині дрібні частинки через вихідний патрубок 7 рідина потрапляє в пристрій 5 для визначення габаритних розмірів і форм феромагнітних тіл. В пристрої 5 рідина проходить сканування на визначення частинок, які залишилися після осадження. Якщо пристрій 5 виявив невилучені частинки, рідина надходить до зворотного патрубка і проходить очищення ще раз.

В основу пристрою очищення рідин від феромагнітних домішок поставлена задача вдосконалення пристрою, в якому шляхом модифікації конструкції підвищується ефективність очищення технічних рідин, спрощується видалення феромагнітних тіл, які вилучені з рідини та регенерація стінок робочої камери, зменшуються витрати енергії [13].

**Рис. 3. Пристрій очищення рідин від феромагнітних домішок:** 1 – вхідний патрубок, 2 – робоча камера, виконану у вигляді U-подібної трубки, 3 – тороїдальна електромагнітна система, 4 – дренажний патрубок, 5 – вібратор, за допомогою 6 – еластичні вставки, 7 – пристрій для визначення габаритних розмірів і форм феромагнітних тіл, 8 – зворотний патрубок, 9 – вихідний патрубок



Принцип дії пропонованого регенеративного пристрою очищення рідин від феромагнітних домішок полягає у наступному. Забруднена рідина, яка містить феромагнітні домішки надходить по вхідному патрубку 1 в робочу камеру 2, виконану у вигляді U-подібної трубки, навколо якої встановлено тороїдальну електромагнітну систему 3. При підключенні тороїдальної електромагнітної системи 3 до джерела постійного струму (не показано) на стінках робочої камери

2 під дією електромагнітного поля відбувається осадження флокул та феромагнітних часток. Для більш точного визначення, чи залишилися в рідині дрібні частинки, рідина потрапляє в пристрій 7 для визначення габаритних розмірів і форм феромагнітних тіл. В пристрої 7 рідина проходить сканування на визначення частинок, які залишилися після осадження. Якщо пристрій 7 виявив невилучені частинки, рідина надходить до зворотного патрубка 8 і проходить очищення ще раз. Очищена рідина покидає пристрій через вихідний патрубок 9. Періодично виконують регенерацію стінок робочої камери 2 шляхом відключення тороїдальної електромагнітної системи 3 від джерела постійного струму (не показано) та ініціації вібратора 5. При цьому магнітне поле в робочій камері 2 зникає, феромагнітні тіла під дією вібрації та сил тяжіння переміщуються в нижню точку U-подібної робочої камери 2 і через встановлений дренажний патрубок 4 видаляються з пристрою. Еластичні вставки 6 забезпечують коливання робочої камери 2. Далі цикл повторюється.

**Висновки.** Наведені конструкції є актуальними для вирішення проблем підвищення якості очищення стічних та технічних рідин за рахунок магнітного поля, внаслідок чого можна скоротити тривалість відстоювання і підвищити його ефективність. Подальший напрямок досліджень полягає у практичній реалізації запропонованих рішень.

### Література

- 1 Природоохоронні технології. Ч.2: Методи очищення стічних вод / Петрук В. Г., Северин Л. І., Васильківський І. В., Безвозюк І. І.: навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2014. 254 с.
- 2 Гулевський В.Б. Постол Ю.О., Стручаєв, М. І. Перспективність методу електрофлотації і можливість його використання для очищення стічних вод. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали II Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції 02-27 листопада 2020 р. ТДАТУ: ред. кол. В. М. Кюрчев, В. Т. Надикто, О. Г. Скляр [та ін.]. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 711-715
- 3 Гулевський В.Б. Проблеми очищення стічних вод. Сучасний стан та перспективи розвитку електротехнічних систем: матеріали I Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. пам'яті В.В. Овчарова, 20 травня – 04 червня 2020 р. Мелітополь:ТДАТУ, 2020
- 4 Гулевський В.Б., Постол Ю.А., Стручаєв Н.И., Беспалько В. В. Обоснование эффективности очистки сточных вод от механических примесей под действием магнитного поля. Энергосбережение - важнейшее условие инновационного развития АПК: материалы Международной научн.-техн. конф.: 19-20 декабря 2019 г. Минск : БГАТУ, 2019. С. 138 – 140.
- 5 Teresa Castelo-Grande, Paulo A. Augusto, Javier Rico, Jorge Marcos, Roberto Iglesias, Lorenzo Hernández, Domingos Barbosa. Magnetic water treatment in a wastewater treatment plant: Part II - Processing waters and kinetic study, Journal of Environmental Management, Vol. 285,2021,112177
- 6 Сандуляк А.В. Очистка жидкостей в магнитном поле. Львов: Вища школа,1984. 167 с.
- 7 Классен В.И. Вода и магнит. М.: Наука, 1973. 111 с.
- 8 Marcin Zieliński, Paulina Rusanowska, Marcin Dębowski, Anna Hajduk, Influence of static magnetic field on sludge properties, Science of The Total Environment, Vol. 625, 2018, Pages
- 9 Просвірнин В. И., Масюткин Е. П., Гулевский В. Б. Очистка технических жидкостей в магнитных отстойниках. Праці Таврійської державної агротехнічної академії. Мелітополь, 2004. Вип. 24. С. 39-47.
- 10 Гулевський В. Б., Постол Ю. О., Яценко В. В. Удосконалення конструкції електромагнітного відстійника для очищення технічних рідин від механічних домішок. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь, 2019. Вип. 19, т. 3. С. 163-169. DOI: 10.31388/2078-0877-19-3-163-168.
- 11 Патент 139152, Україна, МПК (2006):B02C 1/00, B02C 1/02 (2006.01). Регенеративний пристрій очищення рідин від феромагнітних домішок. Стручаєв М.І., Гулевський В.Б., Постол Ю.О., Просвірнин В.І., Яценко В.В. № u201905813; заявл. 27.05.2019; опубл. 26.12.2019, бюл. №24/2019.
- 12 Патент 128571, Україна МПК (2018.01) B02C 1/00B02C 1/02 (2006.01) Електромагнітний відстійник. Гулевський В.Б. та інші. №u201803339; заявл. 30.03.2018; опубл. 25.09.2018, бюл. № 18
- 13 Патент 52441, Україна, МПК B03C 1/02 (2006.01) Магнітний відстійник. Масюткін Є. П., Просвірін В.І, Гулевський В.Б, Хассай Д. В. №u201002531; заявл. 09.03.2010; опубл. 25.08.2010, бюл. № 16.

*V. Hulevskiy, Y. Postol,  
Dmytro Motornyi Tavria State  
Agrotechnological University*

## PROSPECTS FOR IMPROVING THE TREATMENT OF WASTEWATER AND TECHNICAL FLUIDS

Environmental pollution negatively affects natural resources, in particular water bodies. Sewage can easily penetrate the soil and even the liquid that supplies residential and public buildings. Treatment of waste water and technical fluids is necessary to improve the ecological situation.

Liquid pollution accumulates at enterprises of machine building, metalworking, metallurgy, transport and even agriculture. Over the last decade, the composition of pollutants has undergone significant changes. This is due to the reduction in the use of production processes that conserve water resources, the refusal to build local treatment facilities, etc.

Pollution is the presence of various types of harmful substances in water, for each of which different cleaning methods are used, namely:

- for water-insoluble pollutants, gravity methods are used;
- filtration, settling, coagulation - used for substances that form hydrophobic and hydrophilic systems with water;
- nanofiltration, sorption - purify water from soluble organic compounds.

In this way, the most appropriate cleaning systems are created that correspond to a certain level of contamination.

Recently, many new effective technologies for industrial wastewater treatment have been developed. The complexity of the cleaning task is determined by the nature of the pollution - usually a number of substances that require a different approach act as undesirable components. It is characteristic of water treatment facilities that they line up in a certain sequence. Such a complex is called a line of sewage treatment plants.

Some systems and types of equipment include different wastewater treatment methods. Due to the diverse content of wastewater entering treatment and the high requirements for water treatment, it is most appropriate to use mixed methods of treatment. For more complex pollution, it is necessary to use devices with a specific effect and special water purification technologies.

Each method of cleaning wastewater and technical liquids is carried out using different devices. Such actions will make it possible to increase the efficiency of wastewater treatment and achieve the highest level of water quality that meets the norms of the main technological processes for reuse.

In this regard, considerable attention is paid to the intensification of the processes of purification of wastewater and technical liquids, improvement of technological schemes, development of new effective methods and structures that allow to improve the quality of wastewater discharged into open reservoirs. , to reduce costs for purified water.

**Key words:** liquid pollution, waste water, technical fluids, magnetic cleaning, settling tank, ferromagnetic impurities

### References

- 1 Pryrodookhoronni tekhnolohiyi. CH.2: Metody ochyshchennya stichnykh vod / Petruk V. H., Severyn L. I., Vasylykivs'kyi I. V., Bezvozyuk I. I.: navch. posib. Vinnytsya : VNTU, 2014. 254s.
- 2 Hulevskiy V., Postol Y., Struchayev, M. Perspektivnyy metod elektroflotatsiyi i mozhlyvist' yoho vykorystannya dlya ochyshchennya stichnykh vod. Tekhnichne zabezpechennya innovatsiynykh tekhnolohiy v ahropromyslovomu kompleksi: materialy II Mizhnar. nauk.-prakt. Internet-konferentsiyi 02-27 lystopada 2020 r. T DATU: red. kol. V. M. Kyurchev, V. T. Nadykto, O. H. Sklyar [ta in.]. Melitopol': T DATU, 2020. S. 711-715
- 3 Hulevskiy V. Problemy ochyshchennya stichnykh vod. Suchasnyy stan ta perspektyvy rozvytku elektrotekhnichnykh system: materialy I Vseukr. nauk.-prakt. internet-konf. pam"yati V.V. Ovcharova , 20 travnya – 04 chervnya 2020 r. Melitopol':T DATU, 2020
- 4 Hulevskiy V., Postol Y., Struchayev N., Bepal'ko V. Obosnovaniye effektivnosti ochistki stochnykh vod ot mekhanicheskikh primesey pod deystviyem magnitnogo polya. Energoberezeniye - vazhneysheye usloviye innovatsionnogo razvitiya APK: materialy Mezhdunarodnoy nauchn.-tekhn. konf.: 19-20 dekabrya 2019 g. Minsk : BGATU, 2019. S. 138 – 140.
- 5 Teresa Castelo-Grande, Paulo A. Augusto, Javier Rico, Jorge Marcos, Roberto Iglesias, Lorenzo Hernández, Domingos Barbosa. Magnetic water treatment in a wastewater treatment plant: Part II - Processing waters and kinetic study, Journal of Environmental Management, Vol. 285, 2021,112177.

- 6 Sandulyak A.V. Ochistka zhidkostey v magnitnom pole. L'vov: Vishcha shkola, 1984. 167 s.
- 7 Klassen V.I. Voda i magnit. M.: Nauka, 1973. 111 s.
- 8 Marcin Zieliński, Paulina Rusanowska, Marcin Dębowski, Anna Hajduk, Influence of static magnetic field on sludge properties, Science of The Total Environment, Vol. 625, 2018, Pages
- 9 Prosvirnin V., Masyutkyn E., Hulevskiy V. Ochystka tekhnicheskikh zhydkostey v mahnytnykh ot-stoynkakh. Pratsi Tavriys'koyi derzhavnoyi ahrotekhnichnoyi akademiyi. Melitopol', 2004. Vyp. 24. S. 39-47.
- 10 Hulevskiy V., Postol Y., Yatsenko V. Udoskonalennya konstruktsiyi elektromahnitnoho vidstiynyka dlya ochyshchennya tekhnichnykh ridyn vid mekhanichnykh domishok. Pratsi Tavriys'koho derzhavnoho ahrotekhnolohichnoho universytetu. Melitopol', 2019. Vyp. 19, t. 3. S. 163-169. DOI: 10.31388/2078-0877-19-3-163-168.
- 11 Patent 139152, Ukrayina, MPK (2006):B02C 1/00, B02C 1/02 (2006.01). Reheneratyvnyy prystriy ochyshchennya ridyn vid feromahnitnykh domishok. Struchayev M., Hulevskiy V., Postol Y., Prosvirnin V., Yatsenko V. № u201905813; zayavl. 27.05.2019; opubl. 26.12.2019, byul. №24/2019.
- 12 Patent 128571, Ukrayina MPK (2018.01) B02C 1/00B02C 1/02 (2006.01) Elektromahnitnyy vidstiynyk. Hulevskiy V. ta insh. №u201803339; zayavl. 30.03.2018; opubl. 25.09.2018, byul. № 18.
- 13 Patent 52441, Ukrayina, MPK B03C 1/02 (2006.01) Mahnitnyy vidstiynyk. Masyutkin YE., Prosvirnin V., Hulevskiy V, Khassay D. №u201002531; zayavl. 09.03.2010; opubl. 25.08.2010, byul. № 16.

*Надійшла до редакції 23 жовтня 2022 р.*