

DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg202001-217>

Available at (PDF): <http://mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg/article/view/217>

УДК 628.1

ОСОБЛИВОСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ЗІ ЗНАЧНИМ ВМІСТОМ СИНТЕТИЧНИХ МИЮЧИХ ЗАСОБІВ НА ФОСФАТНІЙ ОСНОВІ

Д.В. Чарний¹, докт. техн. наук, Є.М. Мацелюк², канд. техн. наук, Ю.А. Онанко³, аспірант

¹ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;
<https://orcid.org/0000-0001-6150-6433>; e-mail: dmitriych10@gmail.com

² Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;
e-mail: evgen1523@ukr.net

³ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;
<https://orcid.org/0000-0002-7231-1188>; e-mail: yaonanko1@gmail.com

Анотація. Незважаючи на зменшення загального обсягу стічних вод за перші десятиріччя ХХІ сторіччя на території України суттєво змінився характер забруднень, що формують їх склад. Зокрема збільшився вміст фосфатних сполук і амонійного азоту. Збільшення фосфатної складової стічних вод викликано масовим розповсюдженням синтетичних миючих засобів на фосфатній основі. Діючі очисні споруди не пристосовані для вилучення значних об'ємів фосфатних сполук, що провокує процес евтрофікації водойм, їх вторинного забруднення за рахунок біологічних процесів (катастрофічного розмноження ціанобактерій та бурхливого розвитку вищої водної рослинності). До можливих шляхів вирішення цього питання належать: заборона використання синтетичних миючих засобів на фосфатній основі; реконструкція каналізаційних очисних споруд, яка дозволить ефективно затримувати фосфатні сполуки; реконструкція водопровідних очисних споруд, яка дозволить очищати воду погіршеної якості з джерел водопостачання, та комбінація всіх трьох попередніх пунктів, але не з глобальною забороною використання синтетичних миючих засобів на фосфатній основі, а з підняттям на них націнки до рівня безфосфатних миючих засобів і дотуванням цих засобів за рахунок цієї націнки. Досліджено низку фізико-хімічних методів, які базуються на реакціях окиснення модельного розчину синтетичного миючого засобу. Зокрема такий перспективний напрям нових технологій водоочищення як використання так званих передових окислювальних технологій (AOTs), в яких за допомогою електричних розрядів у водно-повітряному середовищі або на поверхні тонкої плівки води генеруються сильні окиснювачі. Озонування проводили за допомогою апарату, який поєднував кавітаційну обробку і озонування. Наведено результати експериментальних досліджень окиснення органічної складової модельного розчину при застосуванні реагенту «Фентона», фізичних методів очистки (озонування з кавітацією, плазмова обробка) та обробка пероксидом водню.

Ключові слова: водопідготовка, очистка стічних вод, фосфати, бар'єрний розряд, озонування, кавітація.

Актуальність. За перші десятиріччя ХХІ сторіччя в Україні суттєво змінився характер антропогенного навантаження. Так, за даними моніторингу статистичної звітності 2ТП – Водгосп системи Держводагентства [1] суттєво скоротилися об'єми скидів стічних вод. Відповідні зміни об'ємів скидів стічних вод наочно демонструє тренд до зменшення скидів у басейн р. Дніпро (рис. 1).

Разом зі зменшенням загального обсягу стічних вод суттєво змінився і характер забруднень, що формують їх склад. У разі зменшився скид металів речовин, які формують органічну складову за інтегральним показником перманганатної окиснюваності (надалі ХСК), тощо, але в той же час збільшився вміст фосфатних сполук і амонійного азоту (рис. 2).

Збільшення фосфатної складової стічних вод можна пояснити масовим розповсюдженням синтетичних миючих засобів на фосфатній основі [2]. Діючі у нас очисні споруди не пристосовані для вилучення значних об'ємів фосфатних сполук зі стоків і ці сполуки транзитом проходять крізь очисні споруди та потрапляють у водоприймач, який своєю чергою, слугує джерелом водопостачання населених пунктів, розташованих нижче за течією. Зарегульованість головних джерел водопостачання, зниження зовнішнього водообміну [3] додатково погіршують ситуацію, тому що відсутність стабільної течії суттєво кількістю перекатів, швидкоплинних мілин, меандр тощо сприяють зниженню природної аерації води і відповідно знижують

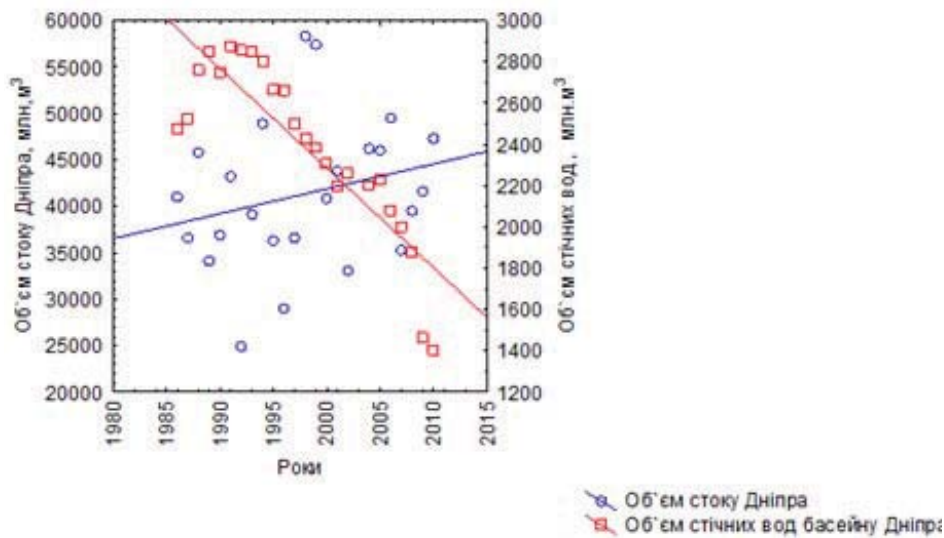


Рис. 1. Зміни об'ємів стоку Дніпра 1984–2010 рр. та об'єму скиду стічних вод, та їх лінійні тренди

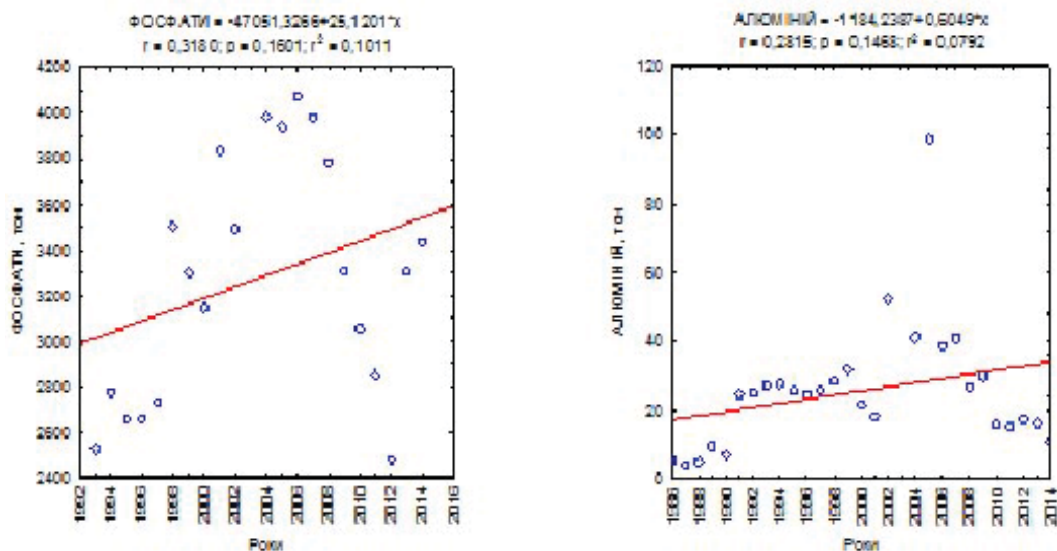


Рис. 2. Зміни об'ємів скидів фосфатних сполук і амонійного азоту за 1984–2014 рр. та їх лінійні тренди

здатність річок до самоочищення. Це своєю чергою провокує процес евтрофікації водойм і, відповідно, їх вторинного забруднення за рахунок біологічних процесів. На прикладі каскаду Дніпровських водосховищ ми спостерігаємо ці явища у вигляді майже щорічних «вибухів цвітіння водосховищ» – катастрофічного розмноження ціанобактерій, бурхливого розвитку вищої водної рослинності і утворення аноксидних зон на глибинах більше 8 м при температурах води 27–29 °С. Відповідно відбувається суттєве погіршення якості вихідної води у джерелі водо-

постачання. Води подібної якості існуючі у нас водопровідні очисні споруди не здатні ефективно очищувати [4]. Тому на сьогодні питання зниження органічної складової стічних вод загалом і розчинів синтетичних миючих засобів зокрема, як у стічних водах, так і у водах, що надходять на водопровідні очисні споруди, є актуальним і болючим.

Існує кілька шляхів вирішення цього питання:

1. Найбільш радикальний – заборона використання синтетичних миючих засобів на фосфатній основі.

2. Реконструкція каналізаційних очисних споруд, що дозволить ефективно затримувати фосфатні сполуки.

3. Реконструкція водопровідних очисних споруд, що дозволить очищати воду погіршеної якості з джерел водопостачання.

4. Комбінація всіх трьох попередніх пунктів, але не з глобальною заборонаю використання синтетичних миючих засобів на фосфатній основі, а із підняттям на них націнки до рівня безфосфатних миючих засобів і дотуванням цих засобів за рахунок цієї націнки.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Очищення поверхневих природних і стічних вод від поверхнево-активних речовин (ПАР) на фосфатній основі традиційно проводять за допомогою флотаційної та коагуляційної технологій. Флотаційна технологія спроможна забезпечити вилучення ПАР до 80% [5-7], а її поєднання з коагуляційним процесом можливо досягти 90% [8-10] вилучення ПАР. Ефективність адсорбційного вилучення ПАР на супермікропористому активованому вугіллі може досягати 95% і вище, але у разі порівняно невисоких вихідних концентрацій ПАР ($C < 100\text{--}200$ мг/дм³) і за адекватних умов проведення динамічного процесу [11].

Всі ці методи вкрай затратні як за капітальними, так і за експлуатаційними витратами, до того ж вони вимагають наявності кваліфікованого обслуговуючого персоналу і дуже важко автоматизуються.

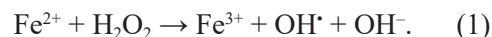
Мета досліджень. Перевірити перспективність можливих напрямів зниження концентрацій синтетичних фосфатовмісних миючих засобів у природних і стічних водах за рахунок процесів фізико-хімічного окиснення.

Матеріали і методи дослідження. В якості рішень, які здатні знижувати суттєві концентрації синтетичних миючих засобів на фосфатній основі у стічних водах, ми досліджували низку фізико-хімічних методів, які базуються на реакціях окиснення модельного розчину синтетичного миючого засобу.

В якості модельного миючого засобу досліджували розчин 1 г суміші: фосфорнокислих солей (в перерахунку на P₂O₅) – 16,2%; аніонних ПАР – 26,83%; бікарбонату натрію NaHCO₃ – 56,97% в 1 дм³ дистилляту. Вміст органічної складової визначався за інтегральним показником – біхроматною окиснюваністю (надалі ХСК – хімічне споживання кисню). Визначення ХСК здійснювали відповідно до ДСТУ ГОСТ 31859:2018 [12], а в окремих дослідках – за методикою виробника обладнання (спектрофотометру DR-2800) за допомогою готових розчинів реагентів –

№ 22758 – 00 виробництва корпорації HACH-Lange. Концентрації ХСК у модельних розчинах коливалися у межах від 336 мг O₂/дм³ до 466 мг O₂/дм³. В якості окисників у дослідках були задіяні розчин пероксиду водню, реагент «Фентона», озонування та обробка «холодною» плазмою, отриманою за допомогою бар'єрного розряду на поверхні шару води товщиною 150 мкм.

Реагент «Фентона» базується на відтворенні реакції Фентона (*Fenton reaction*) – хімічна реакція розпаду пероксиду водню під дією солей двовалентного заліза, яку можна описати брутто-рівнянням:



Ця реакція йде з утворення активних радикалів, які можуть ініціювати радикально-ланцюгові процеси, що призводить до руйнування органічних молекул. Особливістю цієї реакції є те, що найкраще вона проходить коли рН = 2.

Серед нових технологій водоочищення одним із перспективних напрямків вважається використання так званих передових окислювальних технологій (AOTs) [13-16], в яких за допомогою електричних розрядів у водно-повітряному середовищі або на поверхні тонкої плівки води генеруються сильні окиснювачі. Застосування електророзрядної (плазмової) обробки дозволяє синтезувати широкий спектр природних окиснювачів – як довгоживучий O₃, так і короткоживучі (момент розряду) R(OH), H₂O₂, O, а також ефект ультрафіолетового опромінення. Це дозволяє насичити воду киснем, а завдяки сумарній дії синтезованих окиснювачів – розпочати інтенсифікований процес окиснення органічних та неорганічних сполук. Доцільність розробки та впровадження цих технологій визначається величиною питомих енерговитрат на обробку води, експлуатаційними витратами, а також вартістю виготовлення та монтажу обладнання [14]. Найбільш оптимальними умовами обробки води є такі, коли імпульсний бар'єрний розряд у розрядній камері діє на тонку плівку води (≈ 0,15 мм) або на її краплі малих розмірів (< 1 мм) [17].

Озонування проводили за допомогою апарату, який поєднував кавітаційну обробку і озонування. Продуктивність установки по озону становила 15 г/год.

Результати дослідження та їх обговорення. Результати обробки розчину-імітанту миючих засобів пероксидом водню, реагентом «Фентона», озонуванням з кавітацією наведені у таблиці 1.

1. Результати обробки розчину миючих засобів пероксидом водню, реагентом «Фентона», озонуванням з кавітацією в ХСК, мг O₂/дм³

ХСК вихідне	H ₂ O ₂	Реагент «Фентона»	O ₃ , 3 хв.	O ₃ , 15 хв.	O ₃ , 25 хв.
336	330	35,4	228	175	140

Залежність зміни ХСК від часу обробки озонування + кавітація наведено на рис. 3.

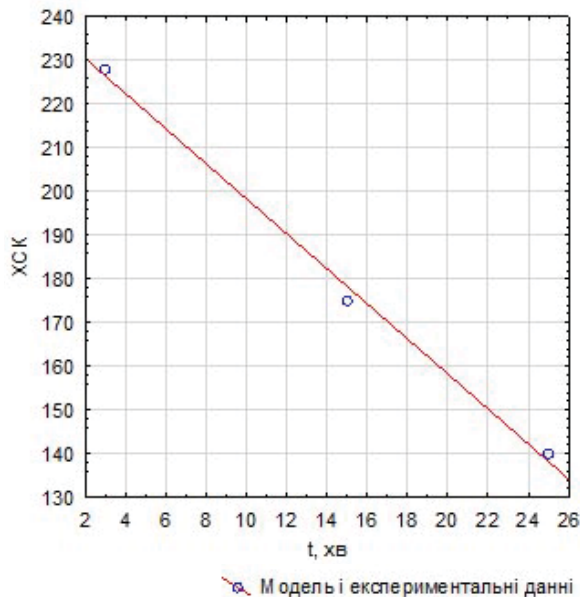


Рис. 3 Залежність зміни ХСК від терміну обробки озонування + кавітація

Рівняння моделі зміни ХСК у процесі озонування має вигляд:

$$\text{ХСК} = 238,5302 - 4,0137t, \quad (2)$$

де ХСК – хімічне споживання кисню, мг O₂/дм³;

t – час озонування, хв.

Множинна кореляція – $R = 0,9978$; детермінація – $R^2 = 0,9958$; $p < 0,00415$.

Зниження ХСК (НАСН-Lange) модельного розчину при обробці за допомогою бар'єрного розряду з формуванням плазми на розділі фаз рідина – газ представлено у таблиці 2.

2. Зміна ХСК модельного розчину залежно від вкладеної питомої енергії

Питома вкладена енергія, кВт/м ³	ХСК, мг O ₂ /дм ³
0	466
2	314
4	266
6	227

Графік окиснення плазмою бар'єрного розряду модельного розчину і його регресійну модель наведено на рис. 4.

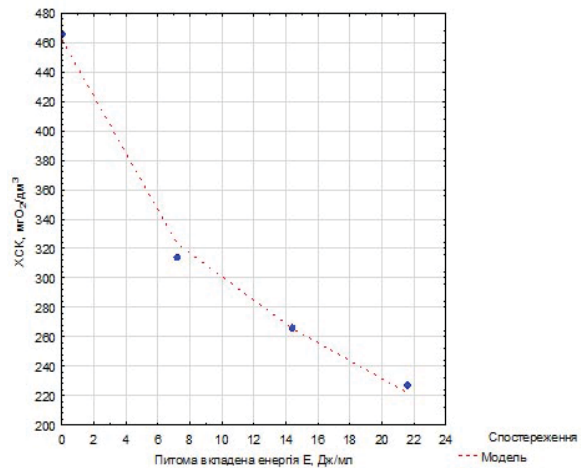


Рис. 4. Залежність зміни ХСК від обробки плазмою бар'єрного розряду модельного розчину

Рівняння моделі окиснення модельного розчину за допомогою плазми бар'єрного розряду:

$$\text{ХСК} = 462,0872 - 51,714 \cdot \sqrt{E}, \quad (3)$$

де ХСК – хімічне споживання кисню, мг O₂/дм³;

E – Питома вкладена енергія, Дж/мл.

Множинна кореляція – $R = 0,998$; детермінація – $R^2 = 0,996$; приведена детермінація $R^2 = 0,994$; Фішера $F(1,2) = 504,56p < 0,00198$ Стандартна помилка оцінки: 8,0596.

Висновки. Найкращий ефект окиснення органічної складової модельного розчину було досягнуто при застосуванні реагенту «Фентона» – 89,5%.

Усі фізичні методи (озонування з кавітацією та плазмова обробка) досягли близько 50% зниження вмісту ХСК: озонування – 58,3%; плазмова обробка – 51,3%.

Найгірші результати отримані при обробці пероксидом водню – 1,78%.

Досліди у цьому напрямку потребують подальшого продовження, тому що всі методи, які були апробовані, потребують

подальшого очищення води. Перспективним, на наш погляд, може бути поєднання методів фізичної обробки з реагентом «Фентона» або з додатковою адсорбцією залишків органічних сполук чи з додатковою біологічною обробкою.

Бібліографія

1. Про затвердження Порядку ведення державного обліку водокористування: Наказ № 78 Мінприроди України від 16 бер. 2015 року № 78 // Офіційний вісник України. 2015. № 32, 30 квіт. С. 201.
2. Савлущинська М.О., Горбатьок Л.О. Фосфор у водних екосистемах // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія : Біологія. Тернопіль, 2014. № 4. С. 153–162.
3. Коржов Є.І., Леонтєва Т.О. Зовнішній водообмін як один з факторів формування кількісних показників фітопланктону заплавних водойм пониззя Дніпра // Сучасна гідроекологія: місце наукових досліджень у вирішенні актуальних проблем: збірник матеріалів V науково-практичної конференції для молодих вчених. Київ : ІГНАНУ, 2018. С. 23–25.
4. Данилова І.В. Залежність вмісту хлороформу у питній воді від розвитку синьо-зелених водоростей // Збалансоване природокористування. Київ, 2015. № 4. С. 77–79.
5. Когановский А.М. Физико-химические основы извлечения поверхностно-активных веществ из водных растворов и сточных вод. Киев : Наук. Думка, 1978. 175 с.
6. Кожанов В.А., Клименко Н.А. Методы определения технологических параметров процесса пенной сепарации ПАВ // Химия и технология воды. Киев, 1984. Т. 6, № 2. С. 177–182.
7. Ибадулаев Ф.Ю. Пенная сепарация ПАВ из сточных вод // Химия и технология воды. Киев, 2004. Т. 26, № 1. С. 50–59.
8. Aboulhassan M.A. Removal of surfactant from industrial wastewaters by coagulation flocculation process. *International Journal of Environmental Science & Technology*. 2006. № 3. P. 327–332.
9. Mahri A.H. Removal of Anionic Surfactants in Detergent Wastewater by Chemical Coagulation. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 2004. № 7. P. 2222–2226.
10. Терехова Е.Л. Интенсификация очистки сточных вод от поверхностно-активных веществ : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.04 / Дальневосточный государственный университет путей сообщения. Иркутск, 2004. 175 с.
11. Смолин С.К. Особенности удаления экологически опасных поверхностно-активных веществ из водных систем : дис. ... канд. хим. наук : 21.06.01 / Институт коллоидной химии и химии воды им. А.В. Думанского НАНУ. Киев, 2003. 185 с.
12. ДСТУ ГОСТ 31859:2018 Вода. Визначення хімічного поглинання кисню (ГОСТ 31859-2012, IDT; ISO 15705:2002, NEQ). Київ: ДП «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості», 2018. 12 с. (Національний стандарт України).
13. Jiang B. Review on electrical discharge plasma technology for wastewater. *Chemical Engineering Journal*. 2014. No. 236. P. 348–363.
14. Sugai T. Investigation for optimization of an inductive energy storage circuit for electrical discharge water treatment. *IEEE Transactions on Plasma Science*. 2014. Vol. 42. № 10. P. 3101–3108.
15. Kostich M.M. Decolorization of reactive textile dyes using water falling film dielectric barrier discharge. *Journal of Hazardous Materials*. 2011. № 192. P. 763–771.
16. Grinevich V. I. Application of dielectric barrier discharge for waste water purification. *Plasma Chem Plasma Process*. 2011. № 31. P. 573–583.
17. Божко І.В., Кобильчак В.В. Обробка імпульсним бар'єрним розрядом води в крапельно-ному стані // Технічна електродинаміка. Київ, 2015. № 3. С. 60–66.

References

1. Nakaz № 78 Minpryrody Ukrayiny «Pro zatverdzhennya Poryadku vedennya derzhavnoho obliku vodokorystuvannya» [On approval of the Procedure for keeping the state account of water use]: pryiniaty 16 ber. 2015 roku № 78. (2015, April 30). *Ofitsiynyy visnyk Ukrayiny*, 32, 201 [in Ukrainian].
2. Savluchynska, M.O., Horbatiuk, L.O. (2014). Fosfor u vodnykh ekosystemakh [Phosphorus in aquatic ecosystems]. *Naukovi zapysky Ternopil's'koho natsional'noho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatyuka. Seriya : Biolohiya – Scientific notes of the Ternopil Volodymyr Hnatyuk National Pedagogical University. Series: Biology*, 4, 153–162. Ternopil [in Ukrainian].

3. Korzhov, Ye.I., Leontieva, T.O. (2018). Zovnishniy vodoobmin yak odyin z faktoriv formuvannya kil'kisnykh pokaznykiv fitoplanktonu zaplavnykh vodoym ponyzzya Dnipro [External water exchange as one of the factors of formation of quantitative indicators of phytoplankton of floodplain reservoirs of the lower Dnieper]. *Modern hydroecology: a place of scientific research in solving urgent problems: a collection of materials of the 5th scientific-practical conference for young scientists*, Kyiv: IoHNASU, 23–25 [in Ukrainian].
4. Danylova, I.V. (2015). Zalezhnist' vmistu khloroformu u pytniy vodi vid rozvytku syn'o-zelenykh vodorostey [The dependence of chloroform content in drinking water on the development of blue-green algae]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannya – Balanced nature management*, 4, 77–79. Kyiv [in Ukrainian].
5. Kohanovskyi, A.M. (1978). Fiziko-khimicheskiye osnovy izvlecheniya poverkhnostno-aktivnykh veshchestv iz vodnykh rastvorov i stochnykh vod [Physico-chemical basis for the extraction of surfactants from aqueous solutions and wastewater]. Kyiv: Nauk. Dumka [in Russian].
6. Kozhanov, V.A., Klymenko N.A. (1984). Metody opredeleniya tekhnologicheskikh parametrov protsessa pennoy separatsii PAV [Methods for determining the technological parameters of the surfactant foam separation process]. *Khimiya i tekhnologiya vody – Chemistry and water technology*, 6(2), 177–182. Kyiv [in Russian].
7. Ibadulaev, F.Yu. (2004). Pennaya separatsiya PAV iz stochnykh vod [Foam separation of surfactants from wastewater]. *Khimiya i tekhnologiya vody – Chemistry and water technology*, 26(1), 50–59. Kyiv [in Russian].
8. Aboulhassan, M.A. (2006). Removal of surfactant from industrial wastewaters by coagulation flocculation process. *International Journal of Environmental Science & Technology*. 3, P. 327–332. <https://doi.org/10.1007/BF03325941>
9. Mahri, A.H. (2004). Removal of Anionic Surfactants in Detergent Wastewater by Chemical Coagulation. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 7, P. 2222–2226. <http://dx.doi.org/10.3923/pjbs.2004.2222.2226>
10. Terekhova, E.L. (2004). Intensifikatsiya ochistki stochnykh vod ot poverkhnostno-aktivnykh veshchestv [Intensification of wastewater treatment from surfactants]. PhD thesis. Irkutsk: Dal'nevostochnyy gosudarstvennyy universitet putey soobshcheniya [in Russian].
11. Smolin, S. K. (2003). Osobennosti udaleniya ekologicheskii opasnykh poverkhnostno-aktivnykh veshchestv iz vodnykh sistem [Features of the removal of environmentally hazardous surfactants from water systems]. PhD thesis. Kyiv: Institut kolloidnoy khimii i khimii vody im. A.V. Dumanskogo NANU [in Russian].
12. Voda. Vyznachennya khimichnoho pohlynannya kysnyu [Water. Determination of chemical oxygen uptake]. (2018). DSTU 31859:2018. Natsionalnyi standart Ukrainy. Kyiv: DP «Ukrayins'kyi naukovo-doslidnyy i navchal'nyy tsentr problem standartyzatsiyi, sertyfikatsiyi ta yakosti». [in Ukrainian].
13. Jiang, B. (2014). Review on electrical discharge plasma technology for wastewater. *Chemical Engineering Journal*, 236, 348–363. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2013.09.090>
14. Sugai, T. (2014). Investigation for optimization of an inductive energy storage circuit for electrical discharge water treatment. *IEEE Transactions on Plasma Science*. 42(10), P. 3101–3108. <https://doi.org/10.1109/TPS.2014.2304543>
15. Kostich, M.M. (2011). Decolorization of reactive textile dyes using water falling film dielectric barrier discharge. *Journal of Hazardous Materials*. 192, P. 763–771. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2011.05.086>
16. Grinevich, V.I. (2011). Application of dielectric barrier discharge for waste water purification. *Plasma Chem Plasma Process*. 31, P. 573–583. <https://doi.org/10.1007/s11090-010-9256-1>
17. Bozhko, I.V., Kobylchak, V.V. (2015). Obrobka impul'snym bar'yernym rozryadom vody v krapel'nomu stani [Impulse barrier water treatment in a drip condition]. *Tekhnichna elektrodynamika – Technical electrodynamic*, 3, 60–66. Kyiv [in Ukrainian].

Д.В. Чарный, Е.М. Мацелюк, Ю.А. Онанко

Особенности исследования физико-химической очистки сточных вод с большим содержанием синтетических моющих средств на фосфатной основе

Аннотация. Несмотря на уменьшение общего объема сточных вод за первые десятилетия XXI века на территории Украины существенно изменился характер загрязнений, которые формируют их состав. В частности, увеличилось содержание фосфатных соединений и аммонийного

азота. Увеличение фосфатной составляющей сточных вод вызвано массовым распространением синтетических моющих средств на фосфатной основе. Действующие очистные сооружения не приспособлены для извлечения значительных объемов фосфатных соединений, что провоцирует процесс эвтрофикации водоемов, их вторичного загрязнения за счет биологических процессов (катастрофического размножения цианобактерий и бурного развития высшей водной растительности). К возможным путям решения этого вопроса относятся: запрет использования синтетических моющих средств на фосфатной основе; реконструкция канализационных очистных сооружений, которая позволит эффективно задерживать фосфатные соединения; реконструкция водопроводных очистных сооружений, которая позволит очищать воду ухудшенного качества из источников водоснабжения, и комбинация всех трех предыдущих пунктов, но не с глобальным запретом использования синтетических моющих средств на фосфатной основе, а с поднятием на них наценки до уровня бесфосфатных моющих средств и дотированием этих средств за счет этой наценки. Исследован ряд физико-химических методов, основанных на реакциях окисления модельного раствора синтетического моющего средства. В частности такое перспективное направление новых технологий водоочистки как использование так называемых передовых окислительных технологий (АОТ), в которых с помощью электрических разрядов в водно-воздушной среде или на поверхности тонкой пленки воды генерируются сильные окислители. Озонирование проводили при помощи аппарата, который сочетал в себе кавитационную обработку и озонирование. Приведены результаты экспериментальных исследований окисления органической составляющей модельного раствора при применении реагента «Фентона», физических методов очистки (озонирование с кавитацией, плазменная обработка) и обработка перекисью водорода.

Ключевые слова: водоподготовка, очистка сточных вод, фосфаты, барьерный разряд, озонирование, кавитация.

D.V. Charnyi, E.M. Matseliuk, Yu.A. Onanko

Specificities of the study of physical and chemical treatment of wastewater with a significant content of synthetic phosphate-based detergents

Abstract. Despite the decrease in the total volume of sewage over the first decades of the 21st century in the territory of Ukraine, the nature of the contaminants that make up their composition has changed significantly. In particular, the content of phosphate compounds and ammonium nitrogen has increased. The increase in the phosphate component of wastewater is caused by the widespread of synthetic phosphate-based detergents. Existing treatment facilities are not designed to remove significant volumes of phosphate compounds. That causes the process of reservoirs eutrophication, their secondary contamination due to biological processes (catastrophic reproduction of cyanobacteria and rapid development of higher aquatic vegetation). The possible ways to solve this issue include: prohibition of the use of synthetic phosphate-based detergents; reconstruction of sewage treatment plants, which will enable effective retention of phosphate compounds; reconstruction of water treatment plants, which will enable to purify poor quality water from water sources and the combination of all these ways, but not with the global prohibition of the use of synthetic phosphate-based detergents, but by increasing the extra charges for them to the level of phosphate-free detergents and subsidizing them for that. A number of physical and chemical methods based on the oxidation reactions of a model solution of synthetic detergent were investigated, in particular, such a promising area of new water purification technologies as the use of so-called advanced oxidation technologies (AOTs), in which strong oxidants are generated by electric discharges in the water-air environment or on the surface of a thin film of water. Ozonation was performed using an apparatus that combined cavitation treatment and ozonation. The results of organic component oxidation experimental studies of the model solution with the use of «Fenton» reagent, physical methods of purification (ozonation with cavitation, plasma treatment) and treatment with hydrogen peroxide are presented.

Keywords: water treatment, sewage treatment, phosphates, barrier discharge, ozonation, cavitation.