

4. Санітарні правила в Лісах України. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-95-%D0%BF#Text>.

5. Удосконалення нормативної бази регулювання ведення лісового господарствана територіях природно-заповідного фонду(ПЗФ) України та відповідний міжнародний досвід. О. Кагало, М. Чернявський, Л. Проценко, О. Андреева. К., 2016. 133 с.

УДК 628.31:574.635:504.054:637.1

**Кривохижа Є.М.**, к.вет.н., с.н.с.,  
старший науковий співробітник  
лабораторії екології тваринництва  
Інститут агроекології і природокористування НААН

## АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД У МОЛОЧНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

*Проаналізовано методи очищення стічних вод у молочній промисловості, зокрема механічні, хімічні, фізико-хімічні, біологічні та комбіновані. Показано, що найбільш оптимальним методом очищення стічних вод у молочній промисловості є комбінований за поєднання механічного і фізико-хімічного очищення.*

**Ключові слова:** стічні води, механічна очистка, хімічна очистка, фізико-хімічна очистка, біологічна очистка, комбінована очистка.

Молоко, як один із основних продуктів харчування є невід’ємною складовою здорового раціону людини [1]. Водночас за виробництва та переробки молока утворюється найбільша кількість стоків, особливо у Європі [2, 3].

Викиди стічних вод типового молокопереробного підприємства становлять 450–600 м<sup>3</sup>/добу. Стічні води підприємств молочної промисловості характеризуються високим вмістом органічних сполук [3], а також добовою і сезонною зміною їх складу та кількості, що негативно впливає на процес очищення [4].

Вони формуються із залишків молока і молочних продуктів, відходів виробництва, хімічних речовин, що застосовуються при митті обладнання, і домішок, що змиваються, з поверхонь тари, посуду, підлог, транспорту тощо [5].

Скиди таких стічних вод зумовлюють погіршення якості водних об’єктів [6].

З огляду на це аналіз переваг та недоліків сучасних методів очистки стічних вод у молочній промисловості є доцільним і актуальним.

Питання щодо оцінки ефективності [3, 4] та удосконалення методів очистки стічних вод у молочній промисловості [7–9] висвітлено в дослідженнях низки вчених. Однак у науковій літературі не узагальнено даних вітчизняної і зарубіжної літератури щодо переваг та недоліків сучасних методів очистки стоків в молочній промисловості.

Метою роботи було проаналізувати ефективність сучасних методів очистки стічних вод у молочній промисловості.

Матеріалами дослідження слугували дані вітчизняних і зарубіжних літературних джерел, інформація патентів, відомості Інтернету та результати власних досліджень. У процесі дослідження використовували загальнонаукові методи, зокрема: аналізу і синтезу (визначення вимог для сучасних ефективних методів очистки стоків), наукового абстрагування (виділення недоліків сучасних методів очистки стоків), індукції та теоретичного узагальнення (формулювання висновків). Із спеціальних методів дослідження у роботі застосовували такі: монографічний (аналіз наукової літератури з досліджуваної теми) і функціонального аналізу (методів очистки стічних вод, сукупності їх переваг та недоліків, а також вимог до них).

Очистку стічних вод у молочній промисловості проводять із застосуванням механічних, хімічних, фізико-хімічних, біологічних та комбінованих (поєднання різних методів очищення) методів [10, 11].

Механічне очищення стічних вод проводиться з метою підготовки до біологічної очистки [12].

На механічному етапі відбувається затримання нерозчинних домішок. До споруд для механічного очищення стічних вод належать: решітки, сита, пісколовки, фільтри, первинні відстійники і септики. Для затримання великих забруднень органічного і мінерального походження застосовуються решітки. Для більш повного виділення грубодисперсних домішок використовуються сита [13].

У результаті механічного очищення видаляється до 70% мінеральних забруднень [14].

Недоліками механічного очищення є: наявність елементів, які забиваються і потребують відновлення властивостей (фільтри).

Хімічний метод полягає в тому, що в стічні води додають різні хімічні реагенти, що вступають в реакцію із забруднювачами, які опадають у вигляді нерозчинних сполук. Хімічним очищенням досягається зменшення нерозчинних домішок до 95% і розчинних – до 25%. Однак хімічні реагенти здебільшого мають високу вартість.

У фізико-хімічному методі обробки із стічних вод видаляються тонкодисперсні і розчинені неорганічні домішки, а також руйнуються органічні речовини. Найчастіше із фізико-хімічних методів застосовується коагуляція, сорбція, екстракція, флотація, іонний обмін, електроліз тощо [15]. Використання фізико-хімічних методів має ряд переваг: можливість видалення із стічних вод токсичних і органічних забруднень, а також таких, що біохімічно не окислюються; досягнення більш глибокого ступеня очищення; менші розміри споруд; можливість рекуперації речовин. До недоліків можна віднести складності використання реагентів і підвищені витрати електричної енергії.

Біологічний метод очищення полягає в мінералізації органічних забруднювачів бактеріями і мікроорганізмами. Біологічне очищення стоків молочних підприємств може здійснюватися за допомогою полів фільтрації, полів зрошення, біологічних ставків [16].

Також для очищення стоків успішно використовується біологічне очищення у мембранному біореакторі [17]. До недоліків біологічних очисних споруд відносяться досить висока вартість їх експлуатації, великі обсяги аеротенків і вторинних відстійників та недостатній ступінь очищення.

Комбіновані методи об'єднують використання двох і більше способів очищення стічних вод для досягнення більшої ефективності. Недоліком комбінованого методу є значні стартові витрати.

Практично всі методи очистки стічних вод, що застосовують у молочній галузі вимагають досить великих фінансових витрат.

Сучасні ефективні методи очистки стічних вод повинні відповідати таким вимогам: проводитися швидко, з незначними трудовитратами і у спорудах для очищення, які займають невелику площу, забезпечувати очищення від забруднюючих речовин згідно нормативів, бути простими в обслуговуванні, доступними та з низькими економічними витратами.

Ефективні методи очистки стічних вод є дорогими і не завжди доступними підприємствам з виробництва та переробки молока. Велика кількість підприємств використовують застарілі очисні споруди. Для удосконалення і впровадження передових методів необхідною є фінансова підтримка держави.

Отже, проведений аналіз показує, що поряд із позитивними характеристиками методів очистки стічних вод у молочній галузі існує і низка недоліків, а саме: їх висока вартість та створення осередків забруднення довкілля. Виявлено тенденції до удосконалення методів очистки стоків у напрямі підвищення ефективності та зниження витрат під час використання. Сформульовано вимоги, які надають змогу здійснювати оцінку та визначати ефективні методи очистки стічних вод. Ці вимоги слід враховувати під час удосконалення і розробки нових методів.

Перспективи подальшої роботи полягають в обґрунтуванні нових напрямків удосконалення ефективності технологій очистки стічних вод молочної промисловості.

#### **Список використаних джерел**

1. Тарасова Ю.А. Стан та перспективи розвитку молочної галузі України. *Вісник соціально-економічних досліджень*. 2017. № 1 (62). С. 149–156.
2. Carvalho F., Prazeres A. R., Rivas J. Cheese whey wastewater: characterization and treatment. *Science of The Total Environment*. 2013. Vol. 445–446. P. 385–396.
3. Karadag D., Köroğlu O. E., Ozkaya B., Cakmakci M. A review on anaerobic biofilm reactors for the treatment of dairy industry wastewater. *Process Biochemistry*. 2015. Vol. 50, Issue 2. P. 262–271.
4. Reder P., Kruszelnicka I., Ginter-Kramarczyk D. Oczyszczanie ścieków w zakładach mleczarskich. *Przemysł Spożywczy*. 2018. Т. 72, № 10. S. 30–36.
5. Щепетова В. А. Молочная промышленность как один из источников загрязнения окружающей среды. *Образование и наука в современном мире. Инновации*. 2016. № 3. С. 66–69.
6. Коцюба І. Г. Вплив молочної галузі виробництва на екологічний стан водних об'єктів м. Житомира. *Вісник житомирського державного технологічного університету. Серія «Технічні науки»*. 2013. № 3 (66). С. 135–139.
7. Patent World Intellectual Property Organization WO2020/214041 A1, IPC B01F13/10, B01F5/04, B01F5/06, C02F3/20, C02F3/30. Technological system for wastewater treatment. M. Gluch, J. Karch; Applicant and Patent Attorney Hydreset AG, Gluch M. № PCT/PL2020/000041; stated 17.04.2020; posted by 22.10.2020. 10 p.
8. Patent World Intellectual Property Organization WO2019/029033 A1, IPC C02F9/08. Wastewater treatment process combining ultrasonic wave and fenton method. G. Jiang, F. Li, X. Xu; Applicant and Patent Attorney Jiupai suzhou environmental protection Tech. Co., Ltd. № PCT/CN2017/110327; stated 10.11.2017; posted by 14.02.2019. 9 p.
9. Corbella C., Puigagut J.. Improving domestic wastewater treatment efficiency with constructed wetland microbial fuel cells: Influence of anode material and external resistance. *Science of The Total Environment*. 2018. Vol. 631, 632. P. 1406–1414.
10. Samigullina G.Z. Secure Methods of Assessing Toxicity of Waste in Food Industry of the Udmurt Republic. *Russian Journal of Biological Research*. 2014. Vol. (1), № 1. P. 69–72.
11. Карелин Я.А., Репин Б.Н. Биохимическая очистка сточных вод предприятий пищевой промышленности. Москва : Пищевая промышленность, 1974. 166 с.
12. Корсунова Д.А., Жолобова М.В. Современные методы очистки сточных вод. *Молодая наука аграрного доната: традиции, опыт, инновации*. 2018. Т. 2, № 2. С. 57–61.
13. Медведева М.В. Захист навколишнього середовища при роботі теплоенергетичних систем. Розрахунок обладнання для механічного очищення стічних вод : методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 4 по курсу «Захист навколишнього середовища при роботі теплоенергетичних систем» для студентів напряму підготовки 6.050601 «Теплоенергетика» денної і заочної форм навчання. Маріуполь : ПДТУ, 2019. 20 с.  
URL: <http://umm.pstu.edu/bitstream/handle/123456789/17320/24.pdf?sequence=2>
14. Кичигин В.И. Водоотводящие системы промышленных предприятий : учебное пособие для вузов. Москва : АСВ, 2011. 656 с.
15. Кіндюк Б.В., Бизова М.Б., Бірюков О.В. Житлово-комунальне господарство міст: конспект лекцій для студентів Енергетичного інституту спеціальності 8.07.08.01 – екологія та охорона навколишнього середовища. Одеса: Наука і техніка, 2008. 120 с.
16. Клименко Н.А. Когановский А.М. Биосорбция и биорегенерация активного угля в технологии глубокой очистки сточных вод. *Химия и технология воды*. 1997. № 2. С. 168–181.
17. Бойченко С.В., Бойченко М.С., Шамаський С.Й. Застосування мембранних біореакторів для очищення стічних вод від біорезистентної фармацевтичної продукції. *Наукоємні технології*. 2020. № 1(45). С. 67–77.