

УДК 5.77.4:658.382.3:628.31

О.І. Терновська¹, С.Б. Ковтун¹, А.І. Кукушкін¹, В.І. Д'яконов², О.В. Чеботарьова²,
Г.В. Фесенко²

¹Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва

²Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

ОЧИСТКА ПРОМИСЛОВИХ СТОКІВ ПІДПРИЄМСТВ ПО ПЕРЕРОБЦІ ТВАРИННИЦЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ ВІД ЖИРУ

Проведено експериментальні дослідження застосування різних технологій з очищення жиромісних стічних вод підприємств з переробки тваринницької продукції. Зроблено висновки щодо переваг та перспектив технології, яка містить комбінування електрокоагуляції та електрофлотації, завдяки яким ефект очищення від жирових сполук є найвищим.

Ключові слова: переробка продукції тваринництва, промислові стоки, жир, реагент, електрокоагуляція, електрофлотація.

Постановка проблеми

Очищення стічних вод на підприємствах з переробки тваринницької продукції (масло- та сирзаводи, м'ясокомбінати, заводи з первинної переробки вовни) від жирових забруднень є однією з важливих проблем цих підприємств, міського комунального господарства та охорони навколишнього середовища. Для локального очищення стічних вод потрібно видалити усі шкідливі речовини, які гальмують біохімічні процеси під час біологічного очищення їх на міській станції аерації. Таке очищення забезпечує можливість їх повторного використання у виробництві. При цьому основне очищення доцільно проводити у великих очисних спорудах, база та експлуатація яких має вищий технологічний рівень, ніж невеликі очисні споруди на підприємствах. Тому ставляться високі вимоги до якості та кількості виробничих стічних вод, які скидають у міську каналізацію [6, 7].

Узагальнені дані про склад стічних вод підприємств з переробки тваринницької продукції (табл. 1) свідчать про те, що їх очистка повинна бути комплексною по багатьох параметрах забруднення.

Сьогодні відомо досить багато засобів та обладнання, за допомогою яких можна вирішувати ці питання, але виробничі обставини та вимоги до них не завжди дають змогу застосовувати їх відповідним чином. Експериментальне дослідження різних засобів очищення стічних вод від жирових забруднень, їх недоліки та позитивні якості і зумовлює актуальність даного дослідження.

Тому завданням є виконання порівняльних досліджень різних технологій очищення стічних вод від жирових забруднень, зробити аналіз одержаних результатів, обґрунтувати недоліки та переваги застосовуваних способів і надати рекомендації щодо застосування розглянутих технологій.

Таблиця 1. Середній склад стічних вод підприємств з переробки тваринницької продукції

Тип підприємства	Завислі речовини, мг/дм ³	ХСК, мг/дм ³	БСК, мг/дм ³	Жири, мг/дм ³	Хлориди, мг/дм ³
Молокозавод	350	1400	1200	100	150
Сироварний завод	600	3000	2400	100	200
Маслозавод	500	1700	1500	100	250
М'ясопереробний завод	7000	5300	3100	500	550

Аналіз відомих досліджень та публікацій

Для виконання досліджень використовувалися стічні води молокозаводу та маргаринового комбінату. Очищення жиромісних стічних вод здійснювалося у гідростатичних та гідродинамічних умовах на дослідних установках з виконанням умов технологічного моделювання [1, 3]. Фізико-хімічні та технологічні аналізи вихідної, відстояної, фільтрованої, обробленої, очищеної вод виконувалися згідно існуючих методик [4, 5].

Результати дослідження

Для реалізації завдань дослідження було проведено методом технологічного моделювання очищення жиромісних стічних вод від жиру із

застосуванням реагентного способу, коагуляції з подальшою фільтрацією, фільтрацією під тиском, електрофлотації та поєднанні коагуляції з електрофлотацією.

Дослідження процесу очищення жиромісних стічних вод від жиру реагентним способом

Дослідження проводилось у лабораторних та виробничих умовах. Відомо, що під час обробки стічних вод вапном нейтралізуються мінеральні та органічні кислоти, що містяться у стоках. В результаті відбувається осадження нерозчиненої солі та знижується вміст розчинених забруднень. Крім того, в стічній воді відбувається коагулювання колоїдних компонентів, що в цілому призводить до подальшого зниження вмісту забруднень у воді, що очищується. У дослідженнях цієї серії експериментів застосовували реагентну обробку, тобто, стічну воду обробляли у бачі-реакторі 10%-вою суспензією вапняного молока, приготовленого з гашеного вапна активністю по CaO – 50%. Обробка вапном відбувалася протягом 30 хв. Після цього оброблену реагентом стічну воду відстоювали у лабораторних циліндрах місткістю 1 л. Стічна вода містила 85 мг/дм³ жиру, ХСК–60 мг(О₂)/дм³, рН–7,1. Результати досліджень щодо очищення стічної води наведені в табл. 2.

Таблиця 2. Результати досліджень очищення стічної води коагулюванням

Кількість вапна, мг/дм ³	рН води після очищення	Ефект очищення, %		
		Від жиру	ХСК	Від завислих частинок
50	8,6	40,5	35	48
100	8,8	41	38	50
150	9,0	41,8	40	55
200	9,5	42	45	56
250	9,9	42,1	45,5	60
300	10,8	43	46	75
350	11,6	43	46	80
400	13	43	46	86

З отриманих даних видно, що обробка стічної води дозами, які перевищують 100 мг/дм³ недоцільна, зважаючи на те, що ефект очищення від жиру у результаті відстоювання впродовж 60 хв. незначний і не перевищив в досліді 43% [2].

Дослідження очищення стічних вод від жиру коагулюванням з подальшим фільтруванням

Реагентом для процесу коагулювання в дослідженнях застосовувався розчин FeCl₃. Вихідна

стічна вода цієї серії дослідів мала такі параметри: рН–8; ХСК – 840 мг/дм³; концентрація жиру – 709–715 мг/дм³; концентрація завислих речовин 310–320 мг/дм³. Концентрація робочого розчину хлорного заліза – 8%. Швидкість фільтрації води – 15–40 м/год.

Отримані результати залежності ефекту очищення стічної води від жиру під час фільтрування крізь фільтрувальне завантаження з пінополіуретану при різних швидкостях, дають змогу зробити висновок про те, що найбільший ефект очищення стічної води досягається коли дози хлорного заліза становлять 80-100 мг/дм³, а швидкість фільтрування V_ф в діапазоні 15-20 м/год.

Дослідження процесу очищення стічних вод від жиру фільтруванням під тиском

Дослідження процесу очищення стічної води від жиру фільтруванням під тиском проводилося у виробничих та лабораторних умовах. Концентрація жиру у вхідній стічній воді мала значення 100-590 мг/дм³. Температура вихідної води в означеній серії експериментів знаходилась у межах 24-27°C. Висота шару фільтрувального завантаження з пінополіуретану – 1000 мм, діаметр фільтра – 100 мм, розмір часток фільтрувального завантаження – 2,0 мм, щільність завантаження – 50 кг/м³. Швидкість фільтрування стічної води цієї серії дослідів – 15-35 м³/год.

У результаті досліджень слід зробити висновок про те, що за такої вихідної концентрації жиру у стічній воді ефект очищення її є тим меншим, чим більша швидкість її фільтрування для даної технології, фільтрувального матеріалу та напряму фільтрування. Слід відзначити, що ефект очищення стічної води від жиру мало залежить в процесі її очищення фільтруванням від концентрації жиру у вихідній воді у діапазоні концентрацій, що досліджувалися, та швидкості фільтрування 15 м/год.

Дослідження очищення жиромісних стічних вод від жиру електрофлотацією

В електрофлотаційній установці в робочому режимі під час застосування нерозчинних електродів в результаті електролізу відбувається безперервне виділення бульбашок газу. Відомо, що основну роль у процесі флотації частинок жиру, в цьому випадку, виконують бульбашки, які виділяються з поверхні катода. В лабораторній установці електродом була смужка розміром 20x100 мм, виконана з титанових електродів, яка була закріплена на дні флотаційної колонки. У дослідженнях параметри щільності електричного струму на катоді варіювала у межах 7,0–47,0

мА/см². З отриманих даних зроблено висновок про те, що оптимальним для процесу очищення стічних вод є діапазон температури води 30–40°C, тому що за таких параметрів ефект очищення стічних вод від жиру найбільший – 78–80%.

Дослідження процесів очищення стічної води від жиру комбінуванням електрокоагуляції та електрофлотації

Ця серія експериментів проводилася на лабораторній установці з вихідною концентрацією жиру 20000–40000 мг/дм³ у стічній воді. Ставилося завдання провести серію досліджень для визначення ефективності очищення стічної води від жиру поєднанням застосування електророзчинних та нерозчинних електродів, тобто при комбінованому застосуванні електрокоагуляції та електрофлотації. В якості розчинного електроду використовувався алюміній. Результати досліджень представлені у таблиці 3.

Таблиця 3. Результати досліджень процесу очищення стічної води від жиру із застосуванням розчинних та нерозчинних електродів

Концентрація жиру в стічній воді, мг/дм ³	Витрати матеріалів розчинного електрода, мг/дм ³	Ефект очищення стічної води від жиру, %	Тривалість електрофлотації, хв
20000	40	97,0	5
25000	55	97,5	5
30000	70	98,0	10
35000	85	98,5	10
40000	100	98,6	15

Висновки

1. Виконані дослідження підтвердили, що ефект очищення води від домішок жиру реагентним способом не перевищує 43%, а залишковий вміст жирових забруднень після очищення коагулюванням з подальшим фільтруванням становить 0,8-2,0 мг/дм³.

2. Максимальний ефект очищення води від жирових забруднень фільтруванням під тиском не перевищує 92,86%.

3. Рівень очищення стічної води від жиру методом електрофлотації в середньому становить – 82%, а поєднання методів електрокоагуляції та електрофлотації дозволяє досягти показника у 98,6%.

4. Оптимізація процесу електрофлотаційного очищення жировмісних стічних вод модифікацією щільності електроструму на нерозчинних

електродах дає змогу досягти ефекту очищення 99,9%.

5. Застосування відповідного обладнання для відтворення технології по пунктах 3 і 4 висновків, дає змогу досягти мети безвідходного виробництва та збереження навколишнього середовища від забруднень стічними водами підприємств з переробки тваринницької продукції.

Література

1. Аюкаев Р.Н. Производство и применение фильтрующих материалов для очистки воды / Р.Н. Аюкаев, В.З. Мельцер // Справочное пособие. – Л. : Стройиздат, 1985. – 120 с.
2. Березуцький В.В. Дослідження очищення стічних вод від жирових забруднень / В.В. Березуцький, О.І. Терновська, П.В. Одарюк // Хімічна промисловість України. – 1999. – № 2. – С. 32–36.
3. Журба М.Г. Очистка воды на зернистых фильтрах / М.Г. Журба. – Львов: Высшая школа, 1980. – 199 с.
4. Калицун В.И. Лабораторный практикум по канализации / В.И.Калицун, Ю.М. Ласков. – М.: Стройиздат, 1978. – 125 с.
5. Справочник по свойствам, методам анализа и очистке воды / Л.А. Кульский, И.Т. Гороновский, А.М. Когановский, М.А. Шевченко. – Киев : Наукова думка, 1980. – 680 с.
6. Савицька В. Актуальні проблеми розвитку ринку молока і молочних продуктів / В. Савицька // Економіка АПК. – 2002. – № 11. – С. 102-138.
7. Очистка сточных вод предприятий мясной и молочной промышленности / С.М. Шифрин, Г.В. Иванов, Б.Г. Мишунов, Ю.А. Феофанов // Легкая и пищевая промышленность. – М., 1981. – 272 с.

References

1. Ayukaev, R. N., & Melzer, V. Z. (1985). The production and use of materials in folder-water purification. Handbook, 120.
2. Berezhutsky, V. V., Ternovska, O. I., & Odaryuk, P. V. (1999). Doslidzhennya purified water stichnih od fats zabrudnen. Himichna promislovist Ukraine, 2, 32-36.
3. Zhurba, M. G. (1980). Clean water on grainy folder-PAX. MG Zhurba, 199.
4. Kalitsun, V. I., & Caresses, Y. M. (1978) Laboratory workshop on Single-sewage systems, 125.
5. Kul, L. A., Goronovsky, I. T., Koganovsky, A. M., & Shevchenko, M. A. (1980). Handbook of properties, methods of analysis and water treatment, 680.
6. Savitska, V. (2002). Aktualni problemi rozvitku Rinku breast milk i produktiv. Ekonomika agriculture, 11, 102-138.
7. Shifrin, S. M., Ivanov, G. V., Mishunov, B. G., & Feofanov, Y. A. Wastewater meat and dairy industry, Light and food industries, 272.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.С. Душкін, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, м. Харків.

Автор: ТЕРНОВСЬКА Ольга Іванівна
Харківський національний аграрний університет
ім. В.В. Докучаєва, кандидат технічних наук, доцент

Автор: КУКУШКІН Андрій Іванович
Харківський національний аграрний університет ім.
В.В. Докучаєва, кандидат сільськогосподарських наук,
старший викладач

Автор: Д'ЯКОНОВ Василій Іванович
Харківський національний університет міського
господарства імені О.М. Бекетова, кандидат технічних
наук, доцент
E-mail – dyakonov_1953@mail.ru

Автор: КОВТУН Сергій Борисович
Харківський національний аграрний університет ім.
В.В. Докучаєва, кандидат біологічних наук, старший
викладач

Автор: ЧЕБОТАРЬОВА Олександра Вячеславівна
Харківський національний університет міського
господарства імені О.М. Бекетова, старший викладач
E-mail – sofiaslava1938@gmail.com

Автор: ФЕСЕНКО Герман Вікторович
Харківський національний університет міського
господарства імені О.М. Бекетова, кандидат технічних
наук, доцент
E-mail – fesenko@mail.ru

ОЧИСТКА ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОКОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ЖИВОТНОВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ ОТ ЖИРА

О. И.Терновская, С. Б. Ковтун, А. И. Кукушкин, В. И. Дьяконов, А. В. Чеботарева, Г. В. Фесенко

Представлены результаты экспериментальных исследований использования различных технологий очистки жиродержащих сточных вод предприятий по переработке животноводческой продукции. Сделаны выводы о преимуществах и перспективах технологии, что комбинирует электрокоагуляцию и электрофлотацию. Показано, что эффект очистки от жировых соединений наиболее высокий.

Ключевые слова: переработка продукции животноводства, промышленные стоки, реагент, электрокоагуляция, электрофлотация.

CLEANING OF INDUSTRIAL WASTEWATER ENTERPRISES FOR THE PROCESSING OF ANIMAL PRODUCTS FROM FAT

O. I. Ternovskaya, S. B. Kovtun, A. I. Kukushkin, V. I. Duakonov, A. V. Chebotaryova, G. V. Fesenko

Experimental studies of using the different treatment technologies of the fat-containing wastewater processing for livestock production plants are presented. The conclusions about the advantages and prospects of technology that combines electrocoagulation and electroflotation are presented. It is shown that treatment effect of the fatty compounds is highest.

In order to accomplish the objectives the researches was conducted by technological modeling method of fat-containing wastewater treatment from oil using reagent method, coagulation with a further filtration, filtration under pressure, and connecting coagulation with electroflotation.

Keywords: processing of livestock products, industrial wastewater, fat, reagent, electrocoagulation, electroflotation.