

УДК 628.3.034.2:661.152.5'927

## ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД КОНДИТЕРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ

**С. О. Стрельчук**

здобувачка вищої освіти першого (бакалаврського) рівня, група БЮ-11,  
навчально-науковий інститут будівництва та архітектури

**Ю. С. Мисюра**

студентка 3 курсу, група ІХТ-3, ВСП «Рівненський фаховий технічний коледж НУВГП»

Наукові керівники: к.х.н., доцент Н. М. Буденкова,  
к.т.н., доцент Н. М. Корчик

*Національний університет водного господарства та природокористування,  
м. Рівне, Україна*

**Проведено дослідження та розроблено ефективний метод вилучення і перетворення компонентів стічних вод кондитерських підприємств.**

**Ключові слова:** відстоювання, коагуляція, флотація, окиснення, фільтрування, електроліз, білки, жири, вуглеводи, барвники.

**Research has been conducted and an effective method of extracting and transforming the components of wastewater from confectionery enterprises has been developed.**

**Keywords:** settling, coagulation, flotation, oxidation, filtration, electrolysis, proteins, fats, carbohydrates, dyes.

**Стічні води** підприємств харчової промисловості (кондитерських, молоко-, сиро-, винозаводів, м'ясокомбінатів та ін.) представляють собою складні полідисперсні системи широкого спектру походження, яким властива харчова біологічна цінність: жири, білки, вуглеводи, лактоза, жироподібні речовини, органічні кислоти, вітаміни, ферменти, пігменти, продукти розпаду білкових речовин. Слід відмітити, що сьогодні при виробництві кондитерських виробів застосовують харчові добавки, барвники, посилювачі і замінники смаку, стабілізатори, консерванти, які важко окислюються. Все це порушує структуру активного мулу при біологічному очищенні стічних вод в аеротенках на міських очисних спорудах каналізації. У вимогах з утримання приміщень кондитерських підприємств визначене їх вологе прибирання не рідше ніж 2 рази за зміну. При цьому в стічні води потрапляють різні поверхнево-активні речовини (ПАР), які тільки погіршують ситуацію.

Кондитерські підприємства споживають багато води – при виготовленні продукції витрачається майже удвічі більше води ніж сировини. При цьому стічні води не можуть бути відведені у природні водойми або в загальну каналізацію, тому що це призведе до загибелі мікрофлори, зміні кисневого режиму. Такі стічні води при попаданні в каналізацію можуть викликати засмічення трубопроводів і корозію колекторів.

Стічні води кондитерських підприємств дуже концентровані і мають нестабільні за якістю і кількістю показники. Водовідведення на кондитерському підприємстві характеризується залповими скидами бракованої продукції, залишків сировини і відходів виробництва (борошно, тісто, сиропи, кислоти). Стічні води перед очищенням слід усереднити у спеціальних ємностях.

**Відомі способи очищення** стічних вод кондитерських підприємств включають комбінацію наступних етапів залежно від складу:

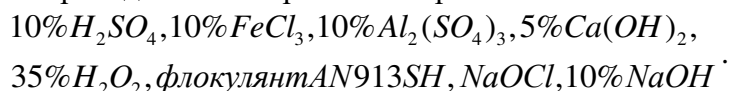
- 1) механічне очищення (фільтри, септики, жиρούловлювачі);

- 2) фізико-хімічне очищення (флокулянти, флотатори);
- 3) біологічне очищення (аеротенки, біофільтри);
- 4) дезінфекція;
- 5) зневоднення осадів (фільтрпреси) [1].

Але запропоновані методи очищення локальних споруд виробництв борошняних кондитерських виробів не забезпечує необхідний ефект очищення практично по всьому спектру забруднень, які містять стічні води.

Таким чином, для підприємств кондитерської промисловості актуальним є завдання підвищення якості очищення виробничих стічних вод з метою досягнення нормативів прийому в міську водопровідну мережу за показниками: зважені речовини, хімічне споживання кисню (ХСК), біологічне споживання кисню за 5 діб (БСК5), важкі метали, нафтопродукти. Для підвищення ефекту технологія повинна включати комбінацію фізико-хімічних (відстоювання, напірна флотація, обробка реагентами) та біологічних (окиснення в анаеробних і аеробних умовах) методів [2]. Таке поєднання методів очищення стічних вод нівелює недоліки кожного з методів, що дозволяє інтенсифікувати процес біологічного перетворення речовин шляхом регулювання фізико-хімічних властивостей розчинів.

**Метою наших** досліджень було проведення фізико-хімічних досліджень із застосуванням флокулянтів та визначення основних технологічних етапів ефективного очищення і перетворення компонентів стічних вод кондитерських підприємств. Об'єктом дослідження були стічні води кондитерського підприємства (Чернігівська область). Дослідження проводили з використанням реагентів:



Вищеназвані реагенти забезпечували такі процеси: нейтралізація, окиснення, коагуляція, флокуляція з подальшим розділенням відстоюванням і фільтруванням. Для окиснення розчинної органіки застосовували також електроліз з розчинними електродами, з нерозчинними електродами, в тому числі діафрагмовий [3]. В якості основних показників, за якими контролювали процес очищення встановили ХСК, рН, Eh, об'єм осаду.

**Запропонована технологія** включає такі основні етапи:

I стадія – вилучення зважених речовин, в тому числі жирів;

II стадія – вилучення органічних речовин, в тому числі білків і жирів в колоїдному і розчиненому стані;

III стадія – більш глибоке перетворення речовин, які важко окиснюються;

IV стадія – утворення осаду та його розділення.

Як показали дослідження на першому етапі, нерозчинні сполуки знаходяться в седиментаційно стійкому стані. Процеси розділення при відстоюванні, фільтруванні забезпечують очищення по зваженим речовинам на 60%, ХСК – 10%.

Для збільшення ефекту вилучення забруднень застосовували реагенти, які впливають на агрегативну і седиментаційну стійкості дисперсних систем: 10% розчин  $Al_2(SO_4)_3$ , 10% розчин  $FeCl_3$  та їх суміш, розчини флокулянтів (Zetag 8180, Magnofloc, AK 631, AN 913 SH). Регулювання рН забезпечували 10% розчином  $H_2SO_4$ , і 5% розчином  $Ca(OH)_2$ . З представлених на рис. даних потенціометричного титрування видно, що при застосуванні флокулянту, зона оптимальних рН для коагуляції зміщена в бік більш низьких значень.

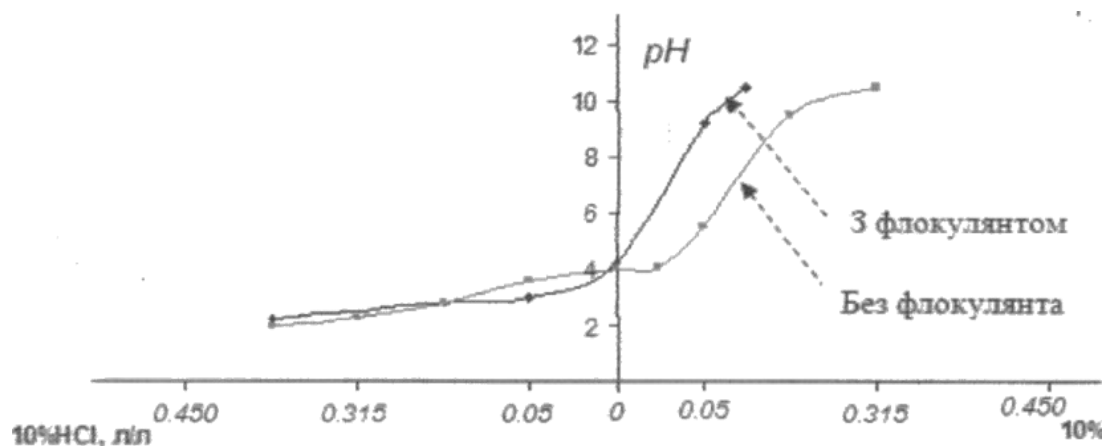


Рисунок. Потенціометричне дослідження очищення стічних вод кондитерського підприємства

На II етапі передбачалось очищення від органічних і неорганічних компонентів в колоїдному і розчинному стані шляхом обробки коагулянтами, окисниками, аерацією. Дослідження довели, що найбільш ефективним є коагулянт, який містить ферум(II) сульфат і пероксид гідрогену:  $Fe^{2+} + H_2O_2 \rightarrow Fe^{3+} + OH^- + 2\cdot OH$ . Його застосування дозволяє проводити глибоке окиснення розчинних органічних речовин (реакція Фентона), а також зменшити гідрофобність нерозчинних речовин і, таким чином, збільшити ефективність коагуляції. Для розділення зависі, яка утворилася, в лабораторних умовах проведені дослідження по відстоюванню, фільтруванню і флотації. Як показали дослідження, флотаційне розділення після кожного етапу коагуляції забезпечує високий ефект освітлення стічних вод та одночасне зниження ХСК, БСК, вилучення ПАР.

На III етапі досліджувались можливості більш повного окиснення органічних речовин в діафрагменному електролізері з інертними електродами або реагентами, які генеруються електрохімічно (густина струму  $I = 100 \text{ А/м}^2$ ; витрати струму  $D = 1000 \text{ Кл/л}$ ). Загальний ефект очищення по ХСК із застосуванням діафрагменного електролізера за даних параметрів складає 90%.

Після етапів коагуляції і розділення флотацією для глибокого очищення стічні води можуть подаватися в аеробні біореактори. Параметри по першому і другому етапу коагуляції відповідають оптимальному значенню функціонування мікрофлори аеробних реакторів.

**Таким чином,** показана можливість регенерації стічних вод кондитерських підприємств. Проведені дослідження по очищенню стоків від органічних і неорганічних компонентів обробкою коагулянтами, окисниками, аерацією. Перевагою запропонованої технології є окиснення органічних речовин в діафрагменному електролізері та кінцеве доочищення стоків в аеробних біореакторах. Описані окремі стадії процесу. Запропонована технологія забезпечує вилучення різноманітних забруднень із стічних вод кондитерських підприємств, дозволяє досягти нормативних значень ХСК та БСК.

1. Запольський А. К. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод : підручник. Київ : Вища школа, 2005. 671 с.
2. John C. Crittenden R., Trussell R., Hand D. W., Howe K. J., Tchobanoglous G. MWH's Water Treatment: Principles and Design, 3rd Edition. 2012. 192 s.
3. Kowal A. L., Swiędzireska-Broz M. Oczyszczanie wody. Podstawy teoretyczne i technologiczne, procesy i urządzenia. Warszawa : Wyd. Naukowe PWN, 2007. 793 s.