

Література

1. Kawanishi G. Free Amino Acids and Related Compounds in Sweet and Sour Cream Butter / G. Kawanishi, S. Kensuke // Nihon Chicusan Gakkaiho. – 1966. – Vol. 37, № 11. – P. 430-435.
2. Вышемирский Ф. А. Масло из коровьего молока и комбинированное / Вышемирский Ф.А. – СПб.: Гиорд, 2004 г. – 716 с.
3. ГОСТ Р 51762-2001 «Водка и спирт этиловый. Газохроматографический метод определения содержания летучих кислот и фурфурола» на хроматографі «Кристаллюкс-4000М».

Стаття надійшла до редакції 11.09.2015

УДК 66.081.6:628.315:665

Бондар С. М., к. т. н., доцент (E-mail: sn_bondar@list.ru)[©]

Чабанова О. Б., к. т. н., доцент (E-mail: oksana_chabanova17@ukr.net)

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса, Україна

Чабанова А. А., викладач спеціальних технологічних дисциплін

(E-mail: sc228004@ukr.net)

Механіко-технологічний технікум Одеської національної академії харчових технологій, м. Одеса, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕМБРАННОГО ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ОЛІЙНОЖИРОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Досліджено процес ультрафільтрації стічних вод процесу рафінації жирів. Показана ефективність застосування керамічних мембран BTS uF (100 нм). Встановлено основні закономірності процесу ультрафільтрації та хімічний склад фільтрату, який залежить від фактору концентрування. Зроблено висновок про перерозподіл фракцій жирних речовин в процесі обробки. Показано, що діапазону 100 нм для розміру пор недостатньо для досягнення нормативної жирності стічної води.

Застосування комбінації традиційних процесів очищення стічних жиромістних вод з мембранною обробкою дасть змогу заощадити енергію і реагенти на обробку і значно спростить увесь технологічний ланцюг для досягнення належних екологічних показників олійно-жирового виробництва.

Ключові слова: *стічні води, масложирова промисловість, ультрафільтрація, керамічні мембрани*

УДК 66.081.6:628.315:665

Бондарь С. Н., к. т. н., доцент, **Чабанова О. Б.**, к. т. н., доцент

Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса, Украина

Чабанова А. А., преподаватель специальных технологических дисциплин

Механико-технологический техникум Одесской национальной академии пищевых технологий, г. Одесса, Украина

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕМБРАННОГО ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД МАСЛОЖИРОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Исследован процесс ультрафильтрации сточных вод процесса рафинации жиров. Показана эффективность применения керамических мембран BTS uF (100 нм). Установлены основные закономерности процесса ультрафильтрации и химический состав фильтрата, который зависит от фактора концентрирования. Сделан вывод о

перераспределении фракций жирных веществ в процессе обработки. Показано, что диапазон 100 нм для размера пор недостаточен для достижения нормативной жирности сточной воды.

Применение комбинации традиционных процессов очистки сточных жировмистных вод с мембранной обработкой позволит сэкономить энергию и реагенты на обработку и значительно упростит весь технологическую цепочку для достижения надлежащих экологических показателей масложирового производства.

Ключевые слова: *сточные воды, масложировая промышленность, ультрафильтрация, керамические мембраны*

UDC 66.081.6:628.315:665

Bondar S.N., candidate of technical Sciences, associate Professor

Chabanova O.B., candidate of technical Sciences, associate Professor

Odessa national Academy of food technologies, Odessa, Ukraine

Chabanova A.A., teacher of special technological disciplines

Mechanics and technology College of Odessa national Academy of food technologies, Odessa, Ukraine

THE STUDY OF THE MEMBRANE PROCESS FOR WASTEWATER TREATMENT FOR OIL INDUSTRY

The ultrafiltration process of wastewater of the process of refining of fats was investigated. There was shown the efficiency of using ceramic membranes BTS uF (100 nm). The main regularities were established of the ultrafiltration process and chemical composition of leachate, which depends on the concentration factor. The conclusion was made about the redistribution of the fatty substances fractions in the treatment process. It is shown that the range of 100 nm to the pore size sufficient to achieve regulatory oily wastewater.

Key words: *wastewater, oil and fat industry, ultrafiltration ceramic membranes*

Вступ. Забруднення гідросфери залишається для харчової промисловості негативним фактором впливу на довкілля завдяки високим показникам водоспоживання, водовідведення та вмісту у стічних водах великої кількості сполук, що ускладнюють природні процеси відновлення і рівноваги екосистем. Важливе місце має надходження у природне середовище стічних вод олійножирової галузі. Найбільшу кількість стічних вод дають технологічні процеси, що пов'язані з рафінацією олій та жирів [2].

Зазвичай олійножирові підприємства не мають очисних споруд, здатних забезпечити повний цикл обробки стічних вод і досягнення належних їх характеристик. Локальні споруди не дають змоги довести показники якості стічної води до нормативних значень. Доочищення в такому разі проводиться міськими станціями і відрізняється витратністю реагентів та інших факторів, що ускладнюють весь технологічний ланцюг обробки стічних жировмісних вод.

Мембранні технології обробки стічної води з високим вмістом жирів десятками років функціонують і додають бажаний ефект у країнах Європи. Не виняток і Росія, у якій експлуатують мембранні установки оснащені органічними полімерними мембранами. Останніми роками все більше уваги приділять неорганічним мембранам, що мають значні переваги. Більшість дослідження подібного роду належить школам докторів наук Мачігіна В.С, та Ляліна В.А., які більше 30 років займаються екологічними проблемами олійножирових підприємств

[1, 2, 3]. Класичні роботи цих науковців доводять високу ефективність мембранної обробки стічних жировмісних вод, вивчають хімічний склад потоків і технологічні параметри процесів. Водночас наголошується на обмеженості експлуатаційних характеристик органічних мембран і початковій потребі додаткових досліджень мембран останнього покоління, зокрема, з кераміки. Вони мають високу резистентність, витривалість, значний строк експлуатації і інші переваги [4].

Матеріал і методи. Метою дослідження стало тестування керамічних мембран фірми BTS engineering, які все більше завойовують український ринок мембран і мембранного обладнання. Представництво фірми розташоване у м. Рівному.

Мембрани BTS виконані з керамічної маси оксидів алюмінія, титана та цирконія. Вони мають вигляд циліндра з зовнішнім діаметром 25 мм, довжиною 1178 мм. У середині циліндричної основи є 7 каналів діаметром 6 мм, що розташовані коаксіально. Загальна площа мембранної поверхні складає 0,155 м².

Геометричні розміри та конфігурація фільтра вдало підходить до монтажу його у склоорганічну оболонку фільтра AP-1.0. після видалення порожнинних волокон. Тестуванню підлягали два типи мембран BTS uF 7025 з розміром отворів 100 нм і 200 нм.

Об'єкт досліджень – стічна вода Одеського олійножирового комбінату, що утворюється внаслідок промивання олії у процесі лужної рафінації. На підприємстві промивні води обробляють на жироловушках, після чого мають характеристики: вміст жирів 6800-7200 мг/л, рН 9,8-10, температура 35...40 °С.

Лабораторна установка, оснащена фільтрами BTS uF, працювала у періодичному режимі 10 л стічної води з температурою 40 °С вміщуються у ємність, оснащену теплообмінником, циркуляційний насос подавав рідину у модуль, а потоки фільтрату та концентрату повертались у вихідну ємність. У такий спосіб досягався постійний вміст жирів у стічній воді і вихід на робочий стаціонарний режим установки. Періодично відбирався фільтрат, за допомогою мірного циліндра та секундоміра визначалася продуктивність процесу і проникність мембран при різних показниках тиску. Визначений оптимальний тиск процесу застосовувався у подальших дослідках щодо визначення хімічного складу фільтратів і концентратів. Фактором концентрування слугувало відношення об'єму концентрату до первинного об'єму стічної води. Селективність мембран розраховувалась з урахуванням жирності концентратів і фільтрату і матеріального балансу за жирами.

Аналіз стічної води проводили за методиками [5]. Швидкість потоку рідини у всіх дослідках була максимальною для лабораторної установки і складала 8 м/с.

Результати дослідження. Результати досліджень наведено у таблицях 1, 2, 3.

Таблиця 1

Проникність мембран BTS uF у залежності від тиску (40 °С)

Тип мембран	Проникність, л/ м ² *год		
	2 атм	4 атм	6 атм
BTS uF (100 нм)	35	90	88
BTS uF (200 нм)	48	190	183

Експериментальні дані, що представлено у таблиці 1, свідчать про однакову тенденцію для двох типорозмірів отворів мембран – із збільшенням робочого тиску проникність зростає, а потім зменшується. Використання тиску більш, ніж 4 атм не має сенсу через вагоме зменшення продуктивності мембран за фільтратом.

Максимальна продуктивність при 4 атм тиску для мембрани BTS uF (200 нм) була більшою ніж у 2 рази, аніж для мембрани BTS uF (100 нм) і складала 190 л/м²×год. Однак, показники жирності обробленої стічної води (фільтрат) для цієї мембрани є набагато гіршими порівняно з мембраною BTS uF (100 нм). Так, вміст жирних сполук у фільтраті мембрани BTS uF (200 нм) у 14 разів перевищував цей показник мембрани BTS uF (100 нм) (табл. 2).

Таблиця 2

Вміст жиру у очищеній стічній воді

Показник	Розмір пор, нм	
	100	200
Загальна жирність, мг/л	120	1700
у т.ч. нейтральний жир	78	1120
мило	42	580

Фракційний склад жирів фільтрату вказує на практично однакове співвідношення концентрацій нейтрального жиру і мила для обох типів мембран, що складає 2:1.

Визначені кращий тиск процесу фільтрування і типорозмірів пор мембрани застосовувались у вивченні залежності хімічного складу фільтрату і концентрату від фактору концентрування стічної води.

Дані таблиці 3 вказують на те, що селективність мембрани BTS uF (100 нм) протягом обробки залишалася близько 97 % за жировими сполуками. Однак, у фільтраті досліджується інше співвідношення жирних сполук, ніж до початку обробки. Концентрація мила у фільтраті зростає з часом, а концентрація нейтрального жиру зменшується. Так, для фактору концентрування ФК=2 співвідношення нейтральний жир: мило складає 2:1, а при ФК=6 вже 1:2.

Таблиця 3

Концентрація жирних речовин у стічній воді при різних факторах концентрування (ФК)

Показник	ФК=1		ФК=2		ФК=4		ФК=6	
	К	Ф	К	Ф	К	Ф	К	ф
Загальний жир, мг/л	6800	120	13190	408	26380	273	39570	245
у т.ч. нейтралізаційний жир	5370	78	10420	265	19520	119	25908	82
мило	1430	42	2770	143	6860	154	12662	163

Примітка: Ф – фільтрат; К – концентрат.

Вказаний феномен, вірогідно, пояснюється присутністю вільного луку. Жорсткі умови обробки у замкненому контурі установки призводить до омилення тригліцеридів з утворенням мила та гліцерину. В цьому випадку проходить зростання концентрації мила і зменшується вміст нейтрального жиру.

Максимальний фактор концентрування, який був досяжний у дослідах, становить ФК=6. В цьому разі досліджується різке зниження продуктивності до 25 л/м²×год. Протягом процесу мембранної обробки на мембрані BTS uF (100 нм) у очищеній стічній воді (фільтраті) концентрація жирів значно перевищувала вимоги нормативних документів за цим показником (50 мг/л).

Висновки.

1. Мембрани BTS uF (100 нм) більш ефективні при обробці стічних вод ніж мембрани BTS uF (200 нм).

2. Концентрація жирних сполук у фільтраті значно залежить від концентрації жирів у концентраті. При максимальній концентрації 39 570 мг/л (фактор концентрування 6) вміст жирів у фільтраті більше ніж у 2 рази перевищує вихідний показник.

3. Застосування мембран ультрадіапазону 100 нм і 200 нм для обробки стічних вод з високим вмістом жирів не дозволяє отримати нормативних показників жирності. Фактичний вміст жирів у фільтраті майже у 5 разів більший за норму.

4. Для глибокого очищення жировмісних стічних вод ультрафільтрації недостатньо. Слід використовувати мембрани з більш вузьким розміром пор, наприклад, 20...50 нм, що означає перехід у ранг нанофільтрації, для якої слід очікувати більшого ефекту.

5. Застосування комбінації традиційних процесів очищення стічних жировмісних вод з мембранною обробкою дасть змогу заощадити енергію і реагенти на обробку і значно спростить увесь технологічний ланцюг для досягнення належних екологічних показників олійно-жирового виробництва.

Перспективи подальших досліджень. В перспективі подальші дослідження будуть проводитися за допомогою нанофільтраційних мембран, які виготовлені з хімічно та біологічно інертних матеріалів, що дозволить підвищити ефективність мембранної обробки жировмісних стічних вод.

Література

1. Мачигин В. С., Щербакова Л. Н., Яковлев В. И. Инновационные мембранные технологии очистки мыло- и жирсодержащих сточных вод. Водочистка, 2010, № 8, С.57–59.

2. Чальдберг А. О., Кузнецова Н. В, Мачигин В. С., Щербакова Л. Н. Очистка жирсодержащих сточных вод. Масла и жиры, 2008, № 2, С.14–16.

3. Мачигин В. С. Ультрафильтрация – альтернатива реагентным физико-химическим методам очистки жирсодержащих сточных вод. Масложировая промышленность, 2007, № 4, С.19–20.

4. Мачигин В. С., Щербакова Л. Н., Лялик В. А. Ультрафильтрация мыло- и жирсодержащих сточных вод на керамических мембранах нового поколения. Вестник ВНИИЖ, № 2, 2009, С.53–55.

5. Лурье Ю. Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. М.: Химия, 1984. – 336 с.

Стаття надійшла до редакції 1.09.2015

УДК 621. 31.3. 321.

Варивода Ю. Ю., к. т. н., доцент, **Тимошик А. М.**, к. т. н., доцент ©

*Львівський національний університет ветеринарної медицини
та біотехнологій імені С. З. Гжицького, Україна*

ОЦІНКА І КОНТРОЛЬ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СКЛАДНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ

Розглядаються теоретично-прикладні основи формалізації нечітких та вербальних знань про фізичну суть процесів, які негативно впливають на ресурс складних технологічних систем (СТС). Застосовано модель «чорної скрині» для комп'ютерного симулювання деградації і старіння СТС, на основі чого отримано