

М.: Химия 1980. – 232 с. 5. Aksielrud G.A., Moleczanow A.D. *Rozpuszczanie ciał stałych*. – Warszawa: Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, 1981. – S. 327. 6. Аксельруд Г.А., Альтишлер М.А. *Введение в капиллярно-химическую технологию*. – М.: Химия, 1983. – 264 с.

УДК 628. 54:664

Я.М. Сахневич, О.В. Ковальова, В.В. Дячок  
Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра екології та охорони навколишнього середовища

## ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ВИРОБНИЦТВА ХАРЧОВОЇ ОЛІЇ

© Сахневич Я.М., Ковальова О.В., Дячок В.В., 2010

**Наведені дані експериментальних досліджень очищення кислих стічних вод, що одержуються під час виробництва харчової олії. Встановлені оптимальні режими розділення забруднених стічних вод методом центрифугування та окислення за допомогою гіпохлориту натрію.**

**Data of experimental studies of acidic wastewater treatment process, derived in the production of food oil submitted. The optimum wastewater separation modes by centrifugation and oxidation with sodium hypochlorite set.**

**Постановка проблеми.** Україна – одна з п'яти основних країн-виробників соняшника. Обсяги виробництва цієї культури в нинішньому році перевищили 4 млн. тонн. Останніми роками взаємозв'язок українського та світового ринків олійних культур та продуктів їх перероблення стає все тіснішим, що пов'язано з поглибленням процесів міжнародного поділу праці та входженням України до числа світових лідерів з виробництва насіння соняшника, соняшникової олії та шроту. Однак виробництво соняшника традиційно орієнтувалось на внутрішнє споживання. Сумарна потужність заводів України за умови 100-процентного завантаження дозволяє переробити 3,2 млн. тонн насіння на рік (а саме такий звичайний врожай) і одержати з них близько 1,4 млн. тонн олії. Соняшникова олія, поряд з іншими рослинними оліями, має багато корисних властивостей, що роблять її споживання пріоритетнішим, ніж використання тваринних жирів. Рівень споживання продукту в Україні становить 1,3–1,4 млн. тонн, тобто орієнтовно дорівнює обсягам виробництва. Нині в Україні є близько 80 підприємств, що випускають соняшкову олію та її похідні (рослинні жири і майонез). Найбільші з них розташовані на півдні країни, там, де і вирощують самі соняшники. Тому детальний аналіз особливостей виробництва соняшникової олії, наближення цього виробництва до екологічно чистих технологій, мінімізація відходів виробництва є актуальним завданням.

**Мета роботи** полягає в розробленні технології реагентного очищення стічних вод від органічних речовин із застосуванням окисників. Для досягнення зазначеної мети необхідно було виконати такі завдання: проаналізувати стан стічних вод [1–3] та розробити механізми та методи їх очищення; експериментально дослідити очищення стічних вод від жирових фракцій методом центрифугування та очищення стічних вод реагентним методом – окисленням основних забруднювачів

Для досягнення необхідної якості стічної води виробництва харчової олії, пропонуємо застосовувати таку послідовність методів очищення:

1. На стадії первинного оброблення забрудненої стічної води використовувати механічний метод очищення стічних вод (СВ). Механічне очищення слугує для вилучення зі СВ нерозчинних сполук (жирів та жироподібних речовин). Воно забезпечується за допомогою таких методів, як проціджування, відстоювання, фільтрування та центрифугування. Як найпродуктивніший та безперервний метод доцільно використовувати центрифугування.

2. На другій стадії очищення стічних вод від органічної фракції доцільно застосовувати реагентний метод очищення. Як реагент (окисник) можна застосовувати сполуки мангану, хлору або пероксид водню. Завданням очищення на цій стадії є забезпечення повноти очищення стоків від органічних забруднень, з ціллю досягнення необхідної якості СВ (критерієм ефективності очищення і слугують показники якості очищеної СВ).

**Експериментальна частина.** Для освітлення досліджуваної води центрифугуванням використовувалась лабораторна центрифуга з різною частотою обертання ротора (750; 1500; 3000 об/хв). Пробірки, заповнені досліджуванім СВ, поміщали в центрифугу, встановлювали досліджувану частоту обертання ротора та через кожні 10 хв, зупинивши ротор центрифуги, вимірювали висоту освітленого шару СВ. Встановлено, що ефективним часом центрифугування є одна година, оскільки збільшення часу центрифугування приводить до того, що жирова маса завдяки дії відцентрових сил починає зверху ущільнюватися і згодом частинами опадати на дно пробірки. Це своєю чергою призводить до повторного забруднення СВ. Ціллю досліджень було встановлення оптимальних умов (швидкості обертання ротора центрифуги та часу), за яких досліджувані СВ будуть найкраще розділятися, тим самим очищаючись від органічних речовин. Результати проведених експериментальних досліджень з різною частотою обертання ротора центрифуги наведені на рис. 1. (дискретні точки).

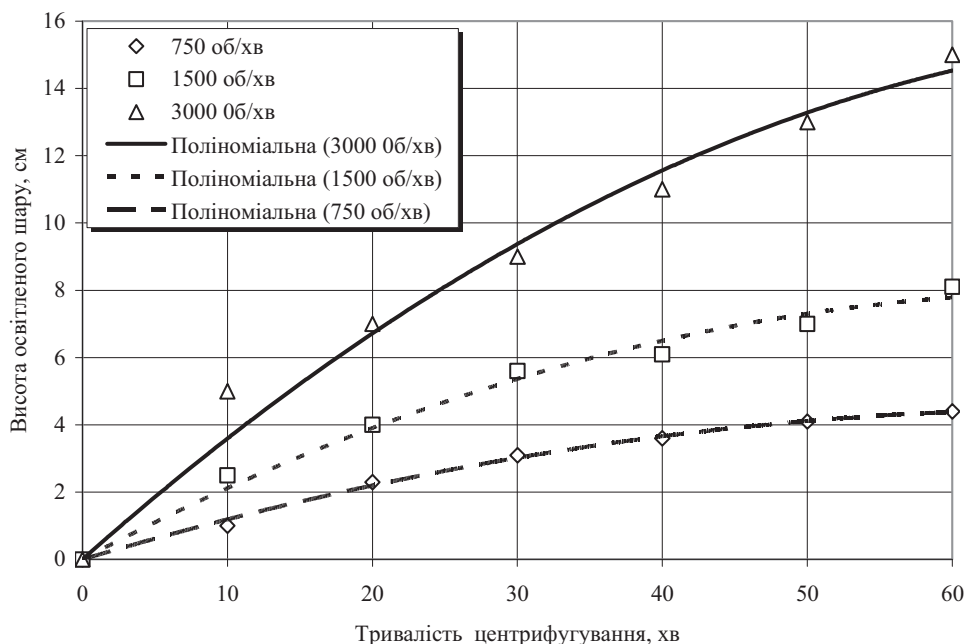


Рис. 1. Залежність висоти освітленого шару від тривалості центрифугування за різних швидкостей обертання ротора центрифуги

Як видно з рис. 1 за швидкості обертання ротора центрифуги 750 об/хв. висота освітленого шару стічної води зі збільшенням часу центрифугування зростає. Через кожні 10 хв центрифугування висота освітленого шару забрудненої стічної води в середньому збільшується на 0,5–1 см та через одну годину досягає 4,4 см. За швидкості обертання ротора центрифуги 1500 об/хв., висота освітленого шару стічної води зі збільшенням часу центрифугування також зростає. Через кожні 10 хв висота освітленого шару зростає на 1,5–2 см. За швидкості обертання ротора центрифуги 3000 об/хв, висота освітленого шару стічної води зі збільшенням часу центрифугування зростає на 2,5–3 см.

Враховуючи аналіз цих експериментів, можемо зробити висновок, що найкращими умовами для проведення центрифугування є частота обертання ротора 3000 об/хв, тому що висота освітленого шару у цьому разі є максимальною та становить після години центрифугування 15см. Але до того ж із збільшенням швидкості обертання ротора збільшуються затрати енергії на центрифугування.

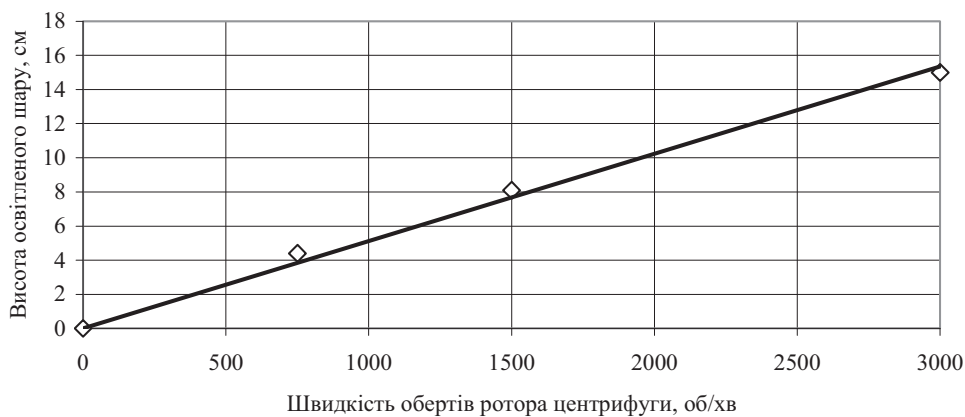
Здійснено апроксимацію експериментальних даних, наведених на рис. 1, біноміальною залежністю зв допомогою програми Microsoft Excel. Дані апроксимації наведені на рис.1, а вид рівнянь, які описують отримані апроксимації, та їхня статистична оцінка – в таблиці.

**Вид рівнянь,  
які описують апроксимації експериментальних даних, та їхня статистична оцінка**

№ з/п	Швидкість обертів ротора центрифуги	Вид рівнянь апроксимації	Коефіцієнт кореляції
1	750	$h = -0,0009t^2 + 0,1283t$	0,9965
2	1500	$h = -0,0016t^2 + 0,2281t$	0,988
3	3000	$h = -0,0023t^2 + 0,3828t$	0,9819

Як видно із даних, наведених у таблиці, для всіх побудованих апроксимацій значенням коефіцієнта детермінації, що більше від нормованого значення коефіцієнта детермінації з достовірністю 99,5 % (0,9754, [4]), підтверджує коректність проведеної апроксимації та можливість використання її для практичних розрахунків.

Становить інтерес встановлення виду залежності висоти освітленого шару за фіксований (максимальний) час центрифугування від швидкості обертів ротора центрифуги. Така залежність побудована на рис. 2.



*Рис. 2. Залежність швидкості обертання ротора центрифуги від максимального значення висоти освітленого шару*

Як видно із рис. 2, досліджувана залежність апроксимується лінійною кореляцією. Коректність побудованої лінеаризації підтверджується значенням коефіцієнта детермінації ( $R^2=0, 0,9949$ ), що більше від нормованого значення коефіцієнта детермінації з достовірністю 99,5 % (0,9897, [4])

Досліджували вплив різної кількості окисника на висоту освітленого шару стічної води. Як окисник для досліджень використовували гіпохлорит натрію, який в попередніх дослідженнях показав себе як ефективний реагент і привабливість якого із економічних позицій обумовлюється тим, що він є багатотоннажним відходом виробництва Калуського ВАТ «Лукор».

Згідно з методикою в реактор з мішалкою заливали 20 мл досліджуваних забруднених стоків та розчин гіпохлориту натрію об'ємом  $V(\text{NaClO}) = 0,5$  мл з концентрацією  $C(\text{NaClO}) = 10$  об. %. Через деякий час спостерігалась зміна забарвлення з темно-коричневого до солом'яно-жовтого та утворення пластівців, як наслідок перебігу процесу на поверхні суміші, які з часом осідають на дно. Дослідження проводили 6 разів, кількість гіпохлориту натрію щоразу збільшували на 0,5 мл. За результатами експериментів будували залежність висоти освітленого шару від відносної величини добавки в розчин гіпохлориту натрію, яка наведена на рис. 3.

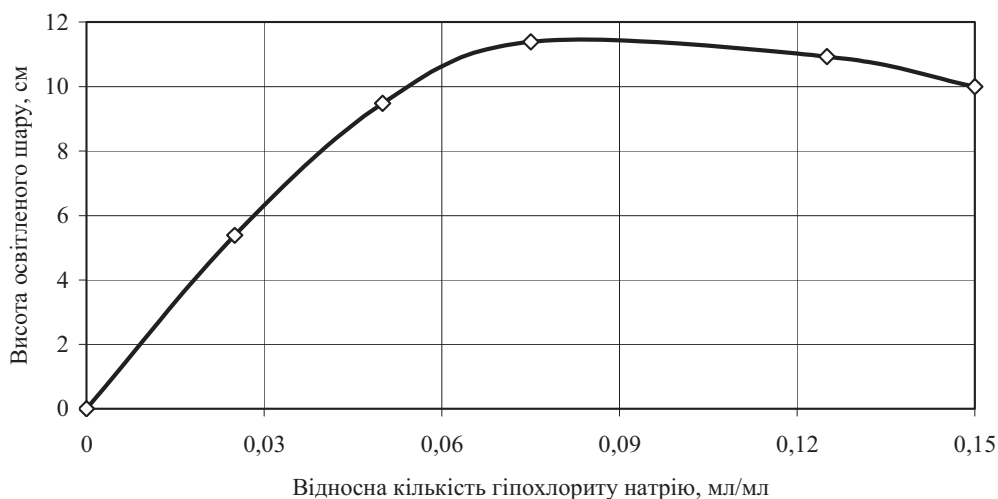


Рис. 3. Залежність висоти освітленого шару від кількості доданого гіпохлориту

Як видно з рис. 3, зі збільшенням кількості гіпохлориту натрію висота освітленого шару зростає, проте за умови додавання до забрудненої стічної води окисника більше 0,075 мл/мл, висота освітленого шару починає зменшуватися, що вказує на надлишкову кількість гіпохлориту натрію. Тому додавання гіпохлориту натрію більше 0,075 мл/мл є недоцільним, оскільки висота освітленого шару зменшується до 11 та 10 см відповідно, а витрата гіпохлориту натрію збільшується.

**Висновки.** Проведено експериментальні дослідження з ціллю встановлення оптимальних режимів розділення забруднених стічних вод методом центрифугування (оптимальною є швидкість обертання ротора 3000 об/хв). Досліджено окислення органічних домішок, які забруднюють стічні води виробництва харчової олії, гіпохлоритом натрію. Встановлено оптимальну витрату гіпохлориту натрію для очищення стоків виробництва харчової олії, яка становить 0,075 мл NaClO на 1 мл води, що підлягає очищенню.

1. Сахневич Я.М., Мальований М.С., Дячок В.В., Мараховська С.Б. Оцінка стану стічних вод виробництв харчової олії // Вісн. Нац. ун-ту "Львівська політехніка". – 2009. – № 644. – С. 206–210.
2. Биологические мембраны. Методы. / Под ред. Дж. Финдлея, У. Эванза. Перевод с англ. – М.: Мир, 1990. – 423 с.
3. Койфман Т.М., Вологовская С.Н. и др. Изучение фракционного состава фосфолипидов льных семян и масла // Тр. ВНИИЖа. – 1974. – № 2. – С. 86–90.
4. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул. М.: Высш. шк., 1988. – 239 с.
5. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Ласков Ю.М., Воронов Ю.В. Очистка производственных сточных вод. – М.: Стройиздат, 1985. – 335 с.
6. Кошель М., Шматко Т. та ін. Ефективне очищення стічних вод // Харчова і переробна промисловість. – 1998. – № 6. – С. 27.