

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
“ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”**

МОЛЬЧЕНКО СВІТЛАНА МИКОЛАЇВНА



УДК 665.11

**ТЕХНОЛОГІЯ БЕЗВІДХОДНОЇ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ ЖИРІВ
ВОДНО-СПИРТОВИМИ РОЗЧИНАМИ КАРБОНАТІВ
ЛУЖНИХ МЕТАЛІВ**

Спеціальність 05.18.06 – технологія жирів, ефірних масел і
парфумерно-косметичних продуктів

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2016

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано на кафедрі технології жирів та продуктів бродіння Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”, м. Харків, Міністерство освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Демидов Ігор Миколайович,
Національний технічний університет
“Харківський політехнічний інститут”,
професор кафедри технології жирів
та продуктів бродіння

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Поліщук Галина Євгенівна,
Національний університет харчових технологій,
м. Київ,
завідувач кафедри технології
молока і молочних продуктів

кандидат технічних наук, доцент
Луценко Марина Василівна,
Дніпропетровський державний
аграрно-економічний університет,
доцент кафедри технології зберігання
та переробляння сільськогосподарської продукції

Захист відбудеться 29 червня 2016 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.050.05 Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут” за адресою: вул. Фрунзе, 21, м. Харків, 61002

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут” за адресою: 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21.

Автореферат розіслано « __ » травня 2016 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
Д 64.050.05



Литвиненко О.А.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Рафіновані жири та олії є високотехнологічною сировиною для харчової промисловості: олійно-жирової, хлібобулочної, кондитерської, консервної, м'ясопереробної та ін. Технологія рафінування жирів є досить трудомістким і багатостадійним процесом. Однією з головних стадій є стадія нейтралізації, яка здійснюється для видалення жирних кислот, надлишкова кількість яких знижує харчову цінність олій та жирів і ускладнює їх подальше перероблення. Водночас, жирні кислоти являють самостійну цінність як сировина для різних галузей промисловості.

Промислові способи лужної нейтралізації, в яких використовується як нейтралізуючий агент гідроксид натрію, обумовлюють досить велику кількість відходів і втрат нейтрального жиру. Крім того, існують екологічні проблеми, пов'язані з переробкою та утилізацією соапстоку – відходу лужного рафінування. Перспективною може бути технологія нейтралізації жирів з використанням як нейтралізуючого агента водно-спиртового розчину карбонатів лужних металів. Такий підхід дозволяє, з одного боку, ефективно переробляти сировину, і крім олії одержувати жирні кислоти, які є товарним продуктом. А з іншого – зменшити негативний вплив відповідного виробництва на довкілля.

У зв'язку з цим створення наукового підґрунтя безвідходної технології, яка забезпечить одержання високоякісної нейтралізованої олії та жирних кислот з показниками, що задовольняють потреби вітчизняних виробників, є актуальним науково-практичним завданням, яке вирішує дисертаційна робота.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано на кафедрі технології жирів та продуктів бродіння НТУ «ХП». Здобувач брав участь у виконанні окремих етапів держбюджетної науково-дослідної роботи НААН України: «Дослідити процес нейтралізації олій та жирів з використанням етанолу і розробити ресурсозберігаючу технологію» (ДР № 0107U002697).

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є наукове обґрунтування і розробка технології безвідходної нейтралізації жирів водно-спиртовими розчинами карбонатів лужних металів, яка забезпечить мінімальні втрати нейтрального жиру і одержання з відходів товарного продукту – жирних кислот.

Для досягнення зазначеної мети поставлені наступні задачі:

– на основі аналізу науково-технічної літератури та патентної інформації сформулювати робочу гіпотезу щодо можливості вилучення жирних кислот з гідратованих олій водно-етанольними розчинами карбонатів лужних металів та перетворення їх в товарний продукт;

– експериментально оцінити вплив обраних нейтралізуючих агентів на ступінь видалення жирних кислот з гідратованих олій та встановити раціональні технологічні параметри нейтралізації олії водно-етанольними розчинами карбонатів натрію та калію;

– визначити кінетичні параметри взаємодії жирних кислот олії з водно-етанольними розчинами карбонату натрію і карбонату калію;

– експериментально визначити фізико-хімічні показники нейтралізованої олії та соапстоку;

– встановити раціональні технологічні параметри одержання жирних кислот з соапстоку під дією діоксиду вуглецю;

– розробити ресурсозберігаючу технологію нейтралізації жирів водно-спиртовими розчинами карбонатів лужних металів, провести її економіко-екологічну оцінку;

– провести промислові випробування і запровадити результати досліджень у навчальний процес.

Об'єкт дослідження – технології нейтралізації соняшникової олії водно-спиртовими розчинами карбонатів лужних металів та перероблення соапстоку в жирні кислоти з використанням діоксиду вуглецю.

Предмет дослідження – технологічні параметри нейтралізації олії водно-спиртовими розчинами карбонатів натрію і калію та перероблення соапстоку; фізико-хімічні показники нейтралізованої олії, жирних кислот та соапстоку.

Методи дослідження. Фізико-хімічні показники продуктів перероблення гідратованої олії визначено за стандартними методиками: кислотне число за ДСТУ ISO 660, визначення масової частки вологи та летких речовин за ДСТУ 4603, визначення мила в олії за ДСТУ 6048, вміст масової частки загального жиру та жирних кислот в соапстоках за ДСТУ 5033. Склад жирних кислот встановлено за допомогою методу газорідинної хроматографії (на газовому хроматографі Hewlett Packard HP-6890). Планування експерименту, обробку експериментальних даних здійснено з використанням програмних пакетів Mathcad, Microsoft Excel.

Наукова новизна одержаних результатів. В дисертаційній роботі вперше:

– підтверджено робочу гіпотезу щодо можливості вилучення жирних кислот з гідратованих олій до нормативних значень водно-етанольними розчинами карбонатів лужних металів і доведено, що використання запропонованих лужних реагентів порівняно з традиційними збільшує вихід нейтрального жиру;

– одержано значення ефективних констант швидкості реакції та енергії активації за кожною стадією взаємодії жирних кислот з водно-етанольними розчинами карбонатів лужних металів;

– отримано кількісні залежності кислотного числа олії в ході нейтралізації жирних кислот водно-спиртовими розчинами карбонатів лужних металів від температури, часу нейтралізації, надлишку, концентрації нейтралізуючого агенту, інтенсивності перемішування;

– встановлено кількісні залежності глибини розщеплення натрієвих і калієвих солей жирних кислот від тиску діоксиду вуглецю, концентрації водного розчину мила, температури;

– з використанням апроксимаційних поліномів визначено раціональні технологічні умови (тиск діоксиду вуглецю, концентрація водного розчину мила, час реакції) одержання жирних кислот.

Практичне значення одержаних результатів для олійно-жирової галузі полягає в удосконаленні технології лужної нейтралізації жирів.

Перспективна технологія безвідходної нейтралізації жирів водно-спиртовими розчинами карбонатів калію або натрію дозволяє суттєво знизити втрати нейтрального жиру у соапсток, а внаслідок, зменшити загальні втрати олії в ході рафінування; уникнути стадію промивання нейтралізованої олії, а також дозволить одержати товарний продукт – жирні кислоти.

Результати дисертаційної роботи щодо застосування як нейтралізуючого агента розчину карбонату натрію в 50 %-ному етанолі перевірено в промислових умовах на підприємстві ПП «Валківський маслоекстракційний завод» (Харківська обл., м. Валки). Після проведення всіх технологічних операцій (навіть, без промивання олії після стадії нейтралізації) рафінована дезодорована соняшникова олія відповідала вимогам ДСТУ 4492 (акт промислових випробувань від 11.11.2015 р.).

Розроблено технологію безвідходної нейтралізації жирів водно-спиртовими розчинами карбонатів лужних металів, яка не потребує специфічного обладнання.

Практична цінність наукових результатів полягає також в розробці проекту технологічної інструкції (ТІ № 10.4-02071180-001:2016) на виробництво олії соняшникової нейтралізованої та жирних кислот; на розроблену технологію подано заявку на патент України на винахід (№ а201602903).

Результати дисертаційної роботи використано в навчальному процесі кафедри технології жирів та продуктів бродіння НТУ «ХП» під час викладання дисциплін «Технологія галузі» і «Сучасні напрями розвитку технології переробляння жирів», в курсовому та дипломному проектуванні, а також науково-дослідній роботі студентів за спеціальністю 7.(8.)05170102 – «Технологія жирів і жирозамінників» (акт про впровадження від 16.12.2015 р.).

Особистий внесок здобувача. Положення і результати, винесені на захист дисертаційної роботи, отримано здобувачем особисто. Серед них: систематизація даних щодо існуючих технологій нейтралізації олій та жирів, способів переробляння соапстоку, виявлення переваг та недоліків цих технологій; експериментально підтверджено робочу гіпотезу щодо можливості вилучення жирних кислот з гідратованих олій до нормативних значень кислотного числа водно-етанольними розчинами карбонатів лужних металів та перетворення їх в товарний продукт; обробка одержаних експериментальних даних, визначення раціональних умов нейтралізації олії та одержання жирних кислот, кінетичних параметрів взаємодії жирних кислот олії з водно-етанольними розчинами карбонату натрію і карбонату калію, фізико-хімічних показників продуктів переробляння нейтралізованої олії, одержаних за запропонованою технологією, узагальнення результатів і формулювання основних висновків.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати дисертаційної роботи представлено на: XXI, XXII, XXIII Міжнародних науково-практичних конференціях «Інформаційні технології: наука, техніка,

технологія, освіта, здоров'я» (м. Харків, 2013, 2014, 2015 р.р.); VII, VIII Міжнародних конференціях «Олійно-жирова галузь: технології та ринок», (м. Київ, 2014, 2015 р.р.).

Публікації. Основні результати дисертаційної роботи опубліковано у 11 наукових працях, з яких 5 статей – у наукових фахових виданнях України (1 – у міжнародній наукометричній базі даних), 1 – у зарубіжному фаховому періодичному виданні, 5 – у матеріалах конференцій.

Структура й обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Загальний обсяг дисертації становить 193 сторінки; з них 26 рисунків по тексту, 1 рисунок на 1 окремій сторінці; 18 таблиць по тексту; список використаних джерел з 165 найменувань на 19 сторінках; 11 додатків на 39 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність та доцільність обраної тематики дисертаційної роботи, сформульовано її мету і задачі, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження, наукову новизну та практичну значущість роботи. Наведено відомості щодо апробації роботи і публікацій, зазначений особистий внесок здобувача.

Перший розділ присвячено аналізу науково-технічних та патентних джерел інформації щодо методів та технологій нейтралізації олій та жирів. Зазначено особливості існуючих технологій та виявлено їх недоліки: утворення відходів, що визначаються захопленням нейтрального жиру у соапсток, омиленням нейтрального жиру гідроксидом натрію, а також екологічні проблеми, пов'язані з переробкою та утилізацією побічного продукту – соапстоку. Детально систематизовано способи переробляння соапстоку та сфери застосування жирних кислот у промисловості та відзначено, що недоліки кислотної обробки соапстоку пов'язані головним чином з корозійною небезпекою процесу і з труднощами при відділенні жирової фази від кислотноводною фази, що призводить до значних втрат жиру і забруднення стічних вод жирами та іншими небезпечними органічними домішками. Сформульовано робочу гіпотезу, згідно з якою видалення жирних кислот з гідратованих олій водно-спиртовими розчинами карбонатів лужних металів забезпечує мінімальні втрати нейтрального жиру у соапсток і дозволяє одержати з відходів товарний продукт – жирні кислоти.

На основі аналізу науково-технічних та патентних джерел інформації визначено основні напрямки досліджень дисертаційної роботи.

У **другому розділі** зазначено загальну схему дисертаційного дослідження (рис. 1), яка визначила основні етапи розробки перспективної технології безвідходної нейтралізації жирів.

Наведено характеристики сировини та допоміжних матеріалів, що використано в роботі, описано методики проведення експериментальних досліджень, методи аналізу отриманих продуктів, алгоритми обробки експериментальних даних, зазначено використане обладнання.



Рисунок 1 – Загальна схема дисертаційного дослідження

Концентрації розчинів карбонату (гідрокарбонату) калію або натрію в водно-етанольному розчині визначали титруванням розчином соляної кислоти. Густина рідких речовин визначено згідно ДСТУ 4633 та пікнометричним методом. Кислотне число, масову частку вологи та летких речовин, вміст мила в олії, вміст неомильних речовин, вміст масової частки загального жиру та жирних кислот в соапстоках визначали згідно з ДСТУ ISO 660, ДСТУ 4603, ДСТУ 6048, ДСТУ 6050, ДСТУ 5033 відповідно. Склад жирних кислот встановлено за допомогою методу газорідинної хроматографії (на газовому хроматографі Hewlett Packard HP-6890). Для планування експерименту,

обробки експериментальних даних застосовували математичні методи з використанням програмних пакетів Mathcad, Microsoft Excel.

У **третьому розділі** наведено результати експериментальних досліджень щодо розробки науково обґрунтованої технології нейтралізації жирів з використанням нейтралізуючого реагенту – водно-спиртового розчину карбонатів лужних металів. Зазначено переваги запропонованого реагенту: безпечність і менша вартість у порівнянні з традиційним – гідроксидом натрію. Під час взаємодії жирних кислот з карбонатами лужних металів не відбувається омилення нейтрального жиру, тому знижуються втрати жирів при нейтралізації. Відомо, що захоплення нейтрального жиру в соапсток на стадії нейтралізації жирних кислот відбувається через поверхнево-активні властивості мильних розчинів. Якщо як розчинник для лужного агента застосовувати не воду, а водний розчин етилового спирту (50–60 % за спиртом), то мило не виявляє поверхнево-активних властивостей і під час нейтралізації жирних кислот не відбувається емульгування жирів, при цьому поділ жиру і соапстоку відбувається значно легше.

В Україні у загальному обсязі виробництва і перероблення олійних культур соняшник займає понад 90 %. Тому як сировину для проведення пробної нейтралізації жирних кислот і розробки перспективної технології обрано саме соняшникову олію.

Залежності зміни кислотного числа під час нейтралізації жирних кислот олії карбонатом натрію і калію в 60 %–му етанолі від часу перебігу нейтралізації наведено на рис. 2, рис. 3. Пробна нейтралізація гідратованої олії проводилася за температур 20, 55, 75 °С при інтенсивному перемішуванні, кількість надлишку нейтралізуючого розчину – 30 %.

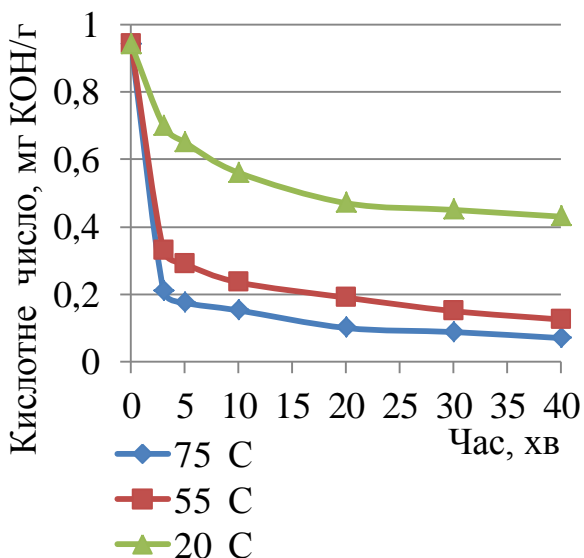


Рисунок 2 – Залежність зміни кислотного числа олії під час нейтралізації жирних кислот водно-етанольним розчином карбонату натрію від часу перебігу нейтралізації

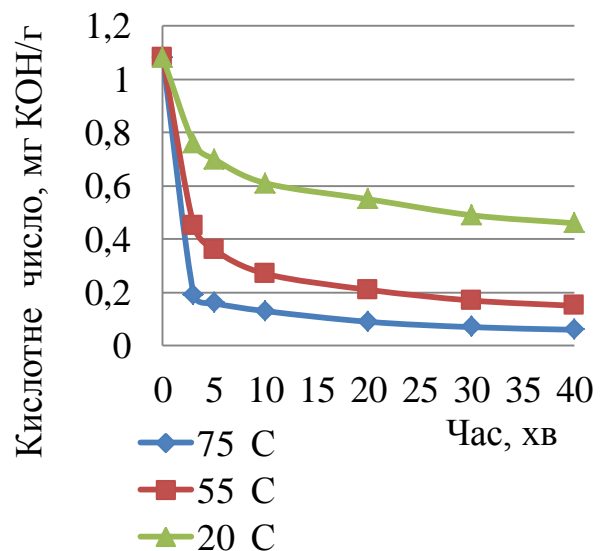


Рисунок 3 – Залежність зміни кислотного числа олії під час нейтралізації жирних кислот водно-етанольним розчином карбонату калію від часу перебігу нейтралізації

Результати досліджень доводять можливість застосування водно-етанольних розчинів карбонатів лужних металів для нейтралізації олії до нормативних значень кислотного числа (менше 0,2 мг КОН/г).

Відмічено, що зниження концентрації етанолу до 50 % не впливає на швидкість реакції, а поділ олії і соапстоку відбувається значно легше, ніж для 60 % розчинів. Тому подальші дослідження проводились карбонатом натрію і калію в 50 %-ному етанолі.

Для визначення раціональних технологічних параметрів нейтралізації жирних кислот олії водно-етанольними розчинами карбонатів лужних металів створено адекватні реальним перетворенням апроксимаційні поліноми, які одержано за планом повного факторного експерименту ($N = 2^3$) з двома паралельними дослідженнями з використанням програмного пакету MathCAD.

Найбільш важливими факторами, які впливають на нейтралізацію олії є температура (t , °C), час перебігу нейтралізації (τ , хв), надлишок ($Над$, %) та концентрація нейтралізуючого агента (c , г/л), інтенсивність перемішування (Re), тому досліджуваними факторами обрано саме ці параметри. Повноту проходження нейтралізації олії водно-етанольними розчинами карбонатів лужних металів оцінювали за кислотним числом ($KЧ$, мг КОН/г).

На основі одержаних експериментальних даних отримано регресійні залежності:

– залежність кислотного числа олії ($KЧ$, мг КОН/г) під час нейтралізації водно-етанольним розчином карбонату натрію від температури (t , °C), часу перебігу нейтралізації (τ , хв), надлишку нейтралізуючого агента ($Над$, %)

$$KЧ = 0,94 - 0,0092 \cdot t - 0,012 \cdot \tau - 0,0044 \cdot Над + 0,00011 \cdot t \cdot \tau + 0,000071 \cdot \tau \cdot Над; \quad (1)$$

– залежність кислотного числа олії ($KЧ$, мг КОН/г) під час нейтралізації водно-етанольним розчином карбонату калію від температури (t , °C), часу перебігу нейтралізації (τ , хв), надлишку нейтралізуючого агента ($Над$, %)

$$KЧ = 0,74 - 0,0072 \cdot t - 0,009 \cdot \tau - 0,0012 \cdot Над + 0,000075 \cdot t \cdot \tau; \quad (2)$$

– залежність кислотного числа олії ($KЧ$, мг КОН/г) під час нейтралізації водно-етанольним розчином карбонату калію від часу перебігу нейтралізації (τ , хв), концентрації нейтралізуючого агента (c , г/л), інтенсивності перемішування (Re)

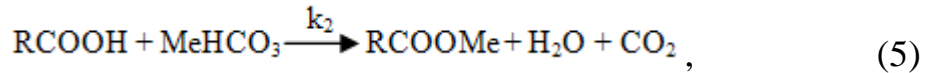
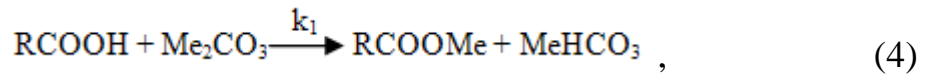
$$KЧ = 0,12 - 0,00064 \cdot \tau + 0,003 \cdot c - 0,0000043 \cdot Re - 0,000057 \cdot \tau \cdot c. \quad (3)$$

Перевірка значущості коефіцієнтів, що проводили за критерієм Ст'юдента з використанням двох паралельних дослідів, засвідчила значимість представлених в поліномах (1–3) коефіцієнтів отриманих рівнянь. Перевірка адекватності рівнянь здійснювалася з використанням критерію Фішера. На

основі залежності (1) та додатковими експериментальними дослідженнями визначено, що для одержання нейтралізованої олії з кислотним числом $< 0,2$ мг КОН/г під час нейтралізації водно-етанольним розчином карбонату натрію раціонально підтримувати наступні технологічні параметри: температура – 75 °С, надлишок розчину карбонату натрію – 15 %, час перебігу нейтралізації – 10 хв, турбулентний ($Re > 3500$) режим перемішування, концентрація карбонату натрію у 50 %-вому етанолі – 8 г/л (це насичений розчин, тому концентрацію не змінювали).

На основі залежностей (2), (3) визначено, що для одержання нейтралізованої олії з кислотним числом $< 0,2$ мг КОН/г під час нейтралізації водно-етанольним розчином карбонату калію раціонально підтримувати наступні технологічні умови: температура – 75 °С, надлишок розчину карбонату калію – 5 %, час перебігу нейтралізації – 5 хв, турбулентний ($Re > 2300$) режим перемішування, концентрація карбонату калію у 50 %-вому етанолі 11 г/л.

Враховуючи те, що нейтралізація жирних кислот розчином Me_2CO_3 відбувається за наступною схемою:



де Me – калій або натрій, то дослідження кінетики нейтралізації жирних кислот проводили для обох реакцій.

Щоб вивчити швидкість витрачання карбонатів натрію і калію, нейтралізацію жирних кислот олії проводили за температур 20 , 55 , і 75 °С. Розраховані ефективні константи швидкості для реакції (4) і (5), наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Розрахункові значення ефективних констант швидкості для реакцій нейтралізації жирних кислот соняшникової олії водно-етанольними розчинами карбонатів (гідрокарбонатів) лужних металів

Температура, °С	Константи швидкості реакцій k_i , л/(моль·с)			
	Na_2CO_3	$NaHCO_3$	K_2CO_3	$KHCO_3$
	k_1	k_2	k_1	k_2
20	0,56	0,06	0,58	0,07
55	3,31	0,26	3,31	0,24
75	9,03	0,43	9,03	0,50

Залежність константи швидкості реакції від температури виражає рівняння Арреніуса

$$k = k_0 \cdot e^{-E/RT}, \quad (6)$$

де k_0 – предекспоненціальний множник, що залежить від фізико-хімічних властивостей реакційної системи; E – енергія активації, Дж/моль; T – температура реакції, К; R – універсальна газова стала ($R = 8,314$ Дж/(моль·К)).

За значенням ефективних констант швидкостей при різних температурах розраховано енергію активації, предекспоненціальний множник та одержано температурні залежності, які наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – Розрахункові значення енергії активації, температурні залежності константи швидкості реакції жирних кислот з водно-етанольними розчинами карбонатів лужних металів

Нейтралізуєчий агент	Енергія активації, E , кДж/моль	Температурні залежності константи швидкості реакції, $k_i = k_0 \cdot e^{-E/RT}$
Na_2CO_3	43,5	$k_1 = 1,3 \cdot 10^8 \exp\left(\frac{-43534}{R \cdot T}\right)$
NaHCO_3	30,2	$k_2 = 1,45 \cdot 10^5 \exp\left(\frac{-30175}{R \cdot T}\right)$
K_2CO_3	43,7	$k_1 = 1,4 \cdot 10^8 \exp\left(\frac{-43677}{R \cdot T}\right)$
KHCO_3	31,6	$k_2 = 2,4 \cdot 10^5 \exp\left(\frac{-31552}{R \cdot T}\right)$

Визначені кінетичні параметри нейтралізації жирних кислот соняшникової олії карбонатами лужних металів стануть в нагоді при конструюванні реакторів-нейтралізаторів для цього процесу, а також дозволяють розрахувати швидкість реакції при різних температурах.

Відзначено, що вміст мила в нейтралізованій олії значно менший нормованого показнику, що дає можливість виключення стадії промивання після нейтралізації олії. Крім цього, аналіз соапстоку показав практично повну відсутність вмісту нейтрального жиру в соапстоці. Це забезпечує суттєве зменшення загальних втрат олії в ході рафінування та зниження забрудненості жиром стічних вод.

У **четвертому** розділі представлено результати експериментальних досліджень щодо розробки науково обґрунтованої технології одержання жирних кислот з соапстоку з використанням діоксиду вуглецю.

Враховуючи те, що при барботуванні діоксиду вуглецю через водний розчин мила, розщеплення соапстоку протікає за рахунок розчиненої карбонатної кислоти і залежить від тиску діоксиду вуглецю, температури і концентрації водного розчину мила, досліджено вплив зазначених параметрів на глибину розщеплення водного розчину мила.

Залежності глибини розщеплення водного розчину мила від тиску діоксиду вуглецю при незмінних значеннях концентрації мила та температури наведені на рис. 4, рис. 5.

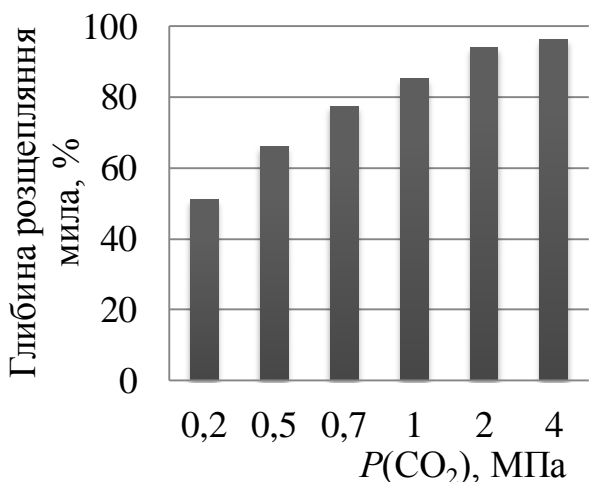


Рисунок 4 – Залежність зміни глибини розщеплення натрієвих солей жирних кислот (мила) від тиску діоксиду вуглецю при концентрації мила 10 % і температурі 20 °С

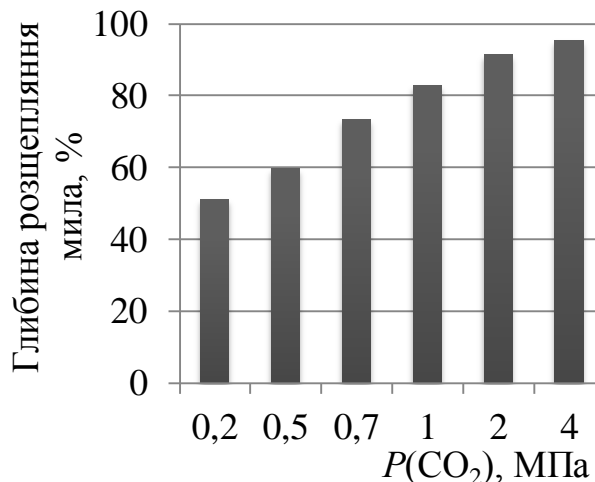


Рисунок 5 – Залежність зміни глибини розщеплення калієвих солей жирних кислот (мила) від тиску діоксиду вуглецю при концентрації мила 10 % і температурі 20 °С

Одержані результати свідчать про те, що доцільно проводити розщеплення соапстоку під тиском діоксиду вуглецю 2–4 МПа. За таким тиском досягається максимальна глибина розщеплення 95–97 % (4 МПа) та 92–94 % (2 МПа). Доведено, що з пониженням тиску діоксиду вуглецю, при тих же значеннях концентрації мила та температури, глибина розщеплення мильних розчинів зменшується внаслідок зниження концентрації карбонатної кислоти.

Досліджено вплив температури на глибину розщеплення водного розчину мила при незмінних значеннях тиску діоксиду (2 МПа) вуглецю та концентрації мила (10 %) (рис. 6, рис. 7).

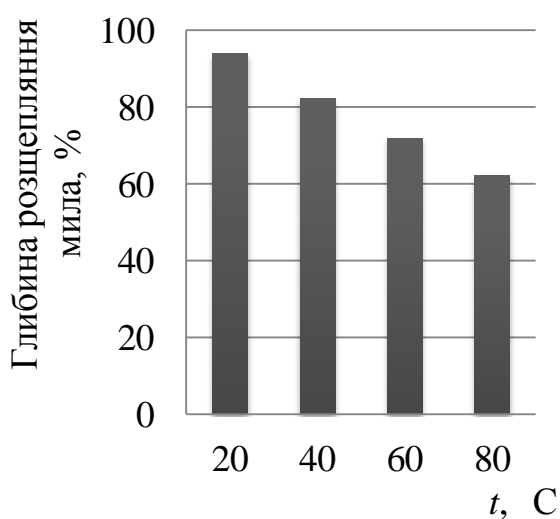


Рисунок 6 – Залежність глибини розщеплення натрієвих солей жирних кислот (мила) від температури

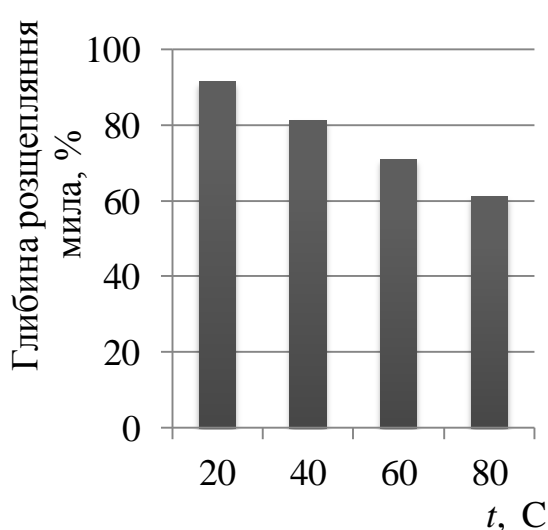


Рисунок 7 – Залежність глибини розщеплення калієвих солей жирних кислот (мила) від температури

Доведено, що при підвищенні температури реакційної суміші понад 20–25 °С знижується вихід жирних кислот через зменшення розчинності карбонатної кислоти. Найкращі результати (глибина розщеплення мила понад 90 %) досягаються при температурі 20 °С.

Встановлені залежності глибини розщеплення водного розчину мила від концентрації водного розчину мила при незмінних значеннях тиску діоксиду вуглецю та температури (рис. 8, рис. 9).

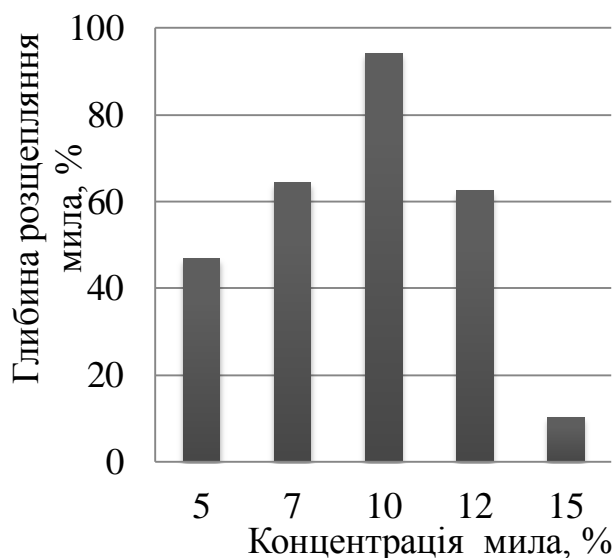


Рисунок 8 – Залежність глибини розщеплення натрієвих солей жирних кислот (мила) від концентрації водного розчину мила при тиску діоксиду вуглецю 2 МПа та температурі 20 °С

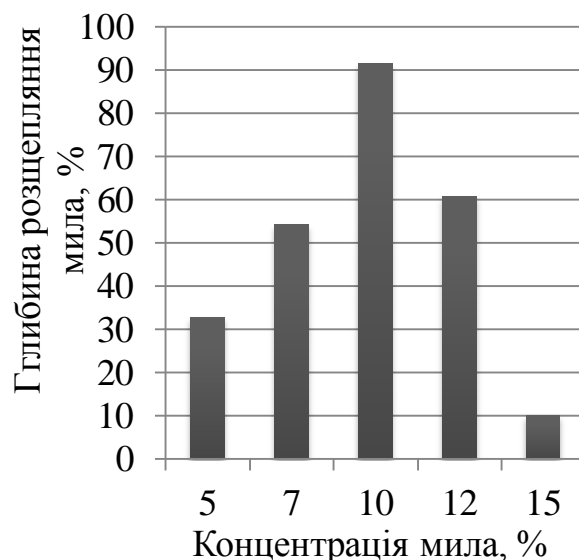


Рисунок 9 – Залежність глибини розщеплення калієвих солей жирних кислот (мила) від концентрації водного розчину мила при тиску діоксиду вуглецю 2 МПа та температурі 20 °С

Аналіз даних свідчить про те, що максимальна глибина розщеплення натрієвих і калієвих солей жирних кислот досягається при розщепленні мильного водного розчину концентрацією 10 %. З підвищенням концентрації мильного водного розчину (понад 10 %) збільшується в'язкість розчину, тому здійснення процесу розщеплення ускладнюється внаслідок дифузійних перешкод, які не дозволяють підвести карбонатну кислоту до молекул мила і не дають їм відшаруватися.

Для прогнозування глибини розщеплення натрієвих або калієвих солей жирних кислот (мил) карбонатною кислотою в залежності від технологічних умов проведення процесу створено адекватні реальним перетворенням апроксимаційні поліноми, які одержано за планом повного факторного експерименту ($N = 2^3$) з двома паралельними дослідями з використанням програмного пакету MathCAD:

– залежність глибини розщеплення натрієвих солей жирних кислот (X_1 , %) від концентрації водного розчину мила (c_m , %), тиску діоксиду вуглецю (P_{CO_2} , МПа), часу перебігу розщеплення мила (τ , хв)

$$X_1 = 17 \cdot c_m + 35 \cdot P_{CO_2} + 5,0 \cdot \tau - 3,4 \cdot c_m \cdot P_{CO_2} - 0,50 \cdot c_m \cdot \tau - 1,2 \cdot P_{CO_2} \cdot \tau + 0,12 \cdot c_m \cdot P_{CO_2} \cdot \tau - 79; \quad (7)$$

– залежність глибини розщеплення калієвих солей жирних кислот (X_2 , %) від концентрації водного розчину мила (c_m , %), тиску діоксиду вуглецю (P_{CO_2} , МПа), часу перебігу розщеплення мила (τ , хв)

$$X_2 = 19 \cdot c_m + 36 \cdot P_{CO_2} + 5,0 \cdot \tau - 3,4 \cdot c_m \cdot P_{CO_2} - 0,49 \cdot c_m \cdot \tau - 1,1 \cdot P_{CO_2} \cdot \tau + 0,11 \cdot c_m \cdot P_{CO_2} \cdot \tau - 107. \quad (8)$$

Перевірка значущості коефіцієнтів, що проводили за критерієм Ст'юдента з використанням двох паралельних дослідів, засвідчила значимість представлених в поліномах (7), (8) коефіцієнтів отриманого рівняння. Перевірка адекватності рівняння здійснювалася з використанням критерію Фішера.

На основі залежностей (7), (8) визначено, що для одержання жирних кислот з соапстоку під дією діоксиду вуглецю необхідно підтримувати наступні технологічні умови: концентрація водних розчинів мила – 10 %; тиск діоксиду вуглецю – 2 МПа; час перебігу розщеплення соапстоку – 3 хв.

Після розщеплення натрієвих і калієвих солей жирних кислот під дією діоксиду вуглецю одержано жирні кислоти світло-коричневого кольору, число нейтралізації ≈ 170 мг КОН/г, вміст неомильних речовин – 0,4 % та 0,6 % відповідно. Хроматографічними дослідженнями встановлено, що склад одержаних жирних кислот після розщеплення натрієвих і калієвих солей жирних кислот під дією діоксиду вуглецю змінюється несуттєво порівняно з початковим складом жирних кислот соняшникової олії.

Отримані експериментальні дані дослідження довели можливість одержання жирних кислот з використанням діоксиду вуглецю. Такий підхід має низку переваг: технологія дозволяє уникнути використання сульфатної кислоти (на відміну від існуючих технологій), що зменшує негативний вплив на навколишнє середовище; використання типового обладнання; швидкість протікання процесу; досить низькі температурні режими (20–25 °С).

В **п'ятому** розділі представлена економіко-екологічна оцінка запропонованої технології безвідходної нейтралізації жирів водно-спиртовими розчинами карбонатів лужних металів.

На підставі встановлених раціональних технологічних параметрів нейтралізації жирних кислот олії водно-етанольним розчином карбонатів лужних металів і розщеплення соапстоку з використанням діоксиду вуглецю розроблено технологічну схему безвідходної нейтралізації жирів (рис. 10).

Для встановлення економічної доцільності впровадження технології розраховано собівартість нейтралізованої соняшникової олії за запропонованою технологією в порівнянні з собівартістю олії, яку нейтралізовано традиційним способом лужної нейтралізації. Отже, виключення стадії промивання з технологічного циклу, практично повна відсутність вмісту нейтрального жиру в соапстоці, а також повернені відходи вплинули на зниження загальних втрат

олії в ході рафінування, що в результаті дає зниження собівартості олії на 108 грн/т в порівнянні з собівартістю олії, яку нейтралізовано традиційним способом.

Зазначено переваги запропонованої технології:

– використання водно-етанольних розчинів карбонатів лужних металів як нейтралізуючого агента при нейтралізації жирних кислот олії дозволяє суттєво знизити втрати нейтрального жиру у соапсток, а внаслідок зменшити загальні втрати олії в ході рафінування;

– виключення стадії промивання нейтралізованої олії, завдяки чому зникає потреба в очищенні промислових стоках рафінаційного відділення, заощаджуються енергоресурси;

– одержання з соапстоку товарного продукту – жирних кислот;

– обробка соапстоку діоксидом вуглецю виключає обробку останнього мінеральними кислотами і електролітом (хлоридом натрію), що, у свою чергу, дозволяє знизити забруднення стічних вод, заощаджувати енергоресурси, тобто підвищити екологічну безпеку виробництва.

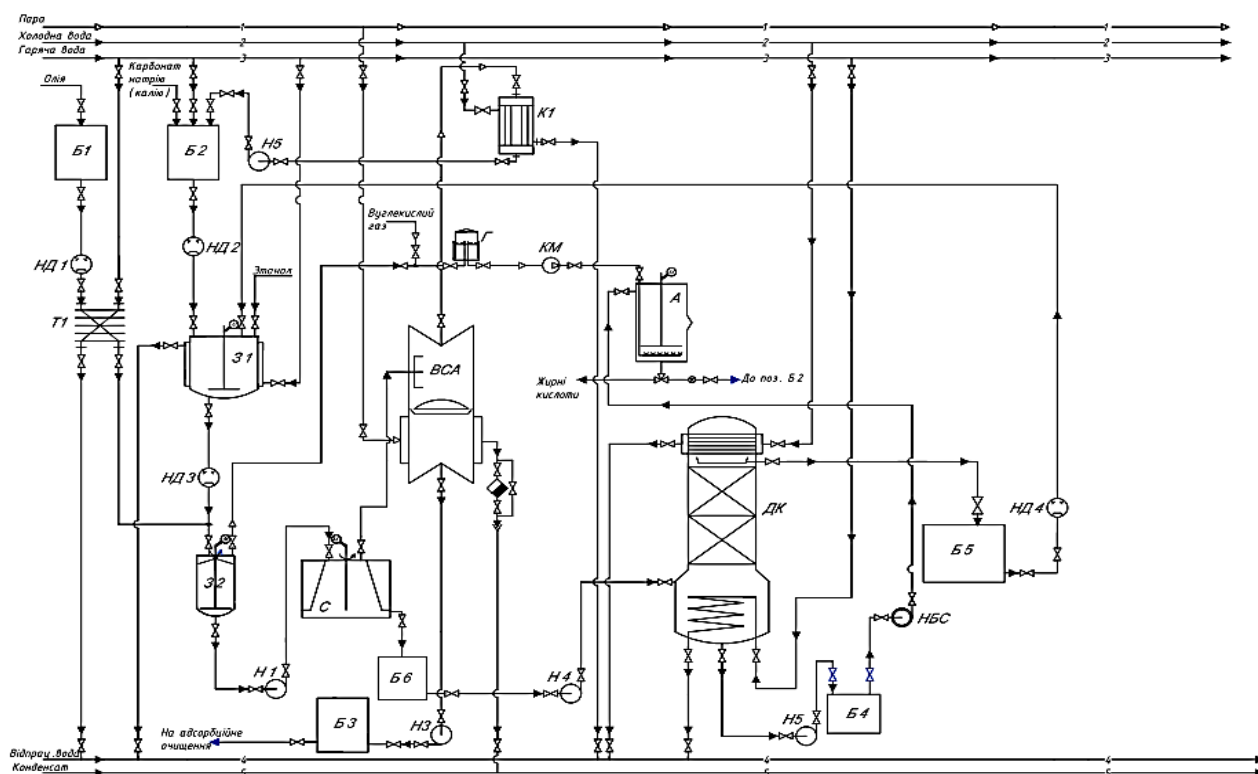


Рисунок 10 – Технологічна схема безвідходної нейтралізації жирів, де потоки: 1 – пара, 2 – холодна вода, 3 – гаряча вода, 4 – відпрацьована вода, 5 – конденсат; апарати: Б1-5 – баки, Т1-2 – теплообмінники, З1-2 – змішувачі, С – сепаратор, ВСА – вакуум-сушильний апарат, К1 – конденсатор, КМ – компресор, Г – газгольдер, А – автоклав, ДК – дистиляційна колона, Н1-5 – насоси, НД1-4 – насоси-дозатори, НБС – насос багатоступеневий

Порівняльні техніко-економічні та технологічні показники запропонованого і промислового способів лужної нейтралізації наведено в табл. 3.

Таблиця 3 – Порівняльні техніко-економічні та технологічні показники запропонованого і промислового способів лужної нейтралізації

Найменування показнику	Спосіб лужної нейтралізації	
	У мильно-лужному середовищі	З використанням водно-етанольних розчинів карбонатів лужних металів
<i>Технологічні параметри:</i>		
– температура, °С	60–80	55–75
– концентрація розчину лужного агенту, г/л	8–30	8–40
– надлишок, %	5–30	5–30
– тривалість обробки, хв.	20–45	5–20
<i>Технологічні показники продуктів лужної нейтралізації:</i>		
– кислотне число нейтралізованої олії, мг КОН/г	< 0,2	< 0,2
– масова частка мила в олії, %	0,01–0,02	0,001–0,005
– масова частка загального жиру в соапстоці, %	8–12	5–10
– співвідношення нейтральний жир : зв'язані жирні кислоти	1:10	1:1000
– відходи під час лужної нейтралізації, В (В = k·x), %, де k – коефіцієнт нейтралізації, x – вміст жирних кислот в гідратованій олії, %	1,25·x	1,05·x
– відходи під час промивання, %	0,2	–
– втрати під час промивання, %	0,2	–
<i>Економічні показники:</i>		
Відпускна ціна нейтралізованої олії, грн/т	19034	18872
Відпускна ціна соапстоку, грн/т	3000	–
Відпускна ціна жирних кислот, грн/т	–	10000

Відзначено, що запропоноване об'єднання двох процесів в єдиний цикл – нейтралізацію і розщеплення мила діоксидом вуглецю, дає певні переваги понад існуючими технологіями. Таке поєднання забезпечує можливість проведення нейтралізації олій без утворення жодних відходів.

У додатках наведено акти промислових випробувань на підприємстві ПП «Валківський маслоекстракційний завод» під час нейтралізації гідратованої соняшникової олії з використанням як нейтралізуючого агенту розчину

карбонату натрію в 50 %-ному етанолі та акт впровадження результатів дисертаційної роботи в навчальний процес кафедри технології жирів та продуктів бродіння НТУ «ХП».

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі представлено розв'язання науково-практичного завдання – створення наукового підґрунтя перспективної технології безвідходної нейтралізації жирів водно-спиртовими розчинами карбонатів лужних металів. На підставі системного аналізу науково-технічних та патентних джерел інформації, узагальнення теоретичних та експериментальних досліджень сформульовано наступні висновки:

1. На основі проаналізованих джерел науково-технічної інформації сформульовано та експериментально підтверджено робочу гіпотезу, згідно з якою вилучення жирних кислот з гідратованих олій водно-етанольними розчинами карбонатів лужних металів забезпечує мінімальні втрати нейтрального жиру у соапсток і дозволяє одержати з відходів товарний продукт – жирні кислоти.

2. Експериментально встановлено, що жирні кислоти олії можуть бути нейтралізовані водно-етанольними розчинами карбонатів лужних металів до нормативних значень кислотного числа ($< 0,2$ мг КОН/г). З використанням апроксимаційних поліномів визначено раціональні технологічні параметри нейтралізації жирних кислот соняшникової олії розчином карбонату натрію у 50 %-ному етанолі, а саме: температура – 75 °С, час перебігу нейтралізації – 10 хв, концентрація розчину карбонату натрію – 8 г/л, надлишок нейтралізуючого агенту – 15 %, турбулентний ($Re \geq 3500$) режим перемішування. Встановлено раціональні технологічні параметри нейтралізації жирних кислот соняшникової олії розчином карбонату калію у 50 %-ному етанолі: температура – 75 °С; час перебігу нейтралізації – 5 хв; концентрація розчину карбонату калію – 11 г/л; надлишок нейтралізуючого агенту – 5 %; турбулентний ($Re \geq 2300$) режим перемішування.

3. Кінетичними дослідженнями визначили значення відповідних ефективних констант швидкості реакції нейтралізації жирних кислот соняшникової олії за температур 20, 55, 75 °С та енергії активації, на підставі того, що взаємодія жирних кислот з карбонатами натрію і калію підкоряється закономірностям реакцій другого порядку. Для Na_2CO_3 : $k_1 = 9,03$ л/(моль·с) при 75 °С, $k_1 = 3,31$ л/(моль·с) при 55 °С, $k_1 = 0,56$ л/(моль·с) при 20 °С, енергія активації – 43,5 кДж/моль; для $NaHCO_3$: $k_2 = 0,43$ л/(моль·с) при 75 °С, $k_2 = 0,26$ л/(моль·с) при 55 °С, $k_2 = 0,06$ л/(моль·с) при 20 °С, енергія активації – 30,2 кДж/моль; для K_2CO_3 : $k_1 = 9,03$ л/(моль·с) при 75 °С, $k_1 = 3,31$ л/(моль·с) при 55 °С, $k_1 = 0,58$ л/(моль·с) при 20 °С, енергія активації – 43,7 кДж/моль; для $KHCO_3$: $k_2 = 0,50$ л/(моль·с) при 75 °С, $k_2 = 0,24$ л/(моль·с) при 55 °С, $k_2 = 0,07$ л/(моль·с) при 20 °С, енергія активації – 31,6 кДж/моль.

4. За результатами фізико-хімічних показників нейтралізованої олії та соапстоку, одержаних за перспективною технологією, показано, що

використання водно-етанольних розчинів карбонатів лужних металів як реагентів для нейтралізації олій та жирів дозволяє до мінімуму (< 0,005 %) знизити втрати нейтрального жиру у соапсток. Вміст мила в нейтралізованій олії складає 0,005 %, що дає можливість виключити стадію промивання.

5. За результатами експериментальних досліджень встановлено можливість одержання жирних кислот з соапстоку дією діоксиду вуглецю за наступних раціональних умов: концентрація водних розчинів мила – 10 %, тиск діоксиду вуглецю – 2 МПа, час перебігу розщеплення соапстоку – 3 хвилини, температура – 20 °С. Показано, що за цих раціональних умов розщеплення натрієвих або калієвих солей жирних кислот чиниться на глибину понад 90 %. Одержано наукові дані щодо кількісних залежностей глибини розщеплення натрієвих і калієвих солей жирних кислот від тиску діоксиду вуглецю, концентрації водного розчину мила, температури. З пониженням тиску діоксиду вуглецю з 4 до 0,2 МПа та підвищення температури реакційної суміші понад 20–25 °С глибина розщеплення мильних розчинів зменшується внаслідок зниження концентрації карбонатної кислоти; з підвищенням концентрації мильного водного розчину (понад 10 %) збільшується в'язкість розчину, тому здійснення процесу розщеплення ускладнюється внаслідок дифузійних перешкод.

6. Розроблено технологію безвідходної нейтралізації жирів водно-етанольними розчинами карбонату натрію або калію з одержанням із соапстоку товарного продукту – жирних кислот, які відповідають вимогам нормативної документації. Економіко-екологічна оцінка розроблених технологічних рішень показала, що застосування перспективної безвідходної технології нейтралізації олій знизить собівартість олії на 108 грн/т в порівнянні з собівартістю олії, яку нейтралізовано традиційним способом, що значно вплине на рентабельність вітчизняних підприємств; замкнутість виробничого циклу, виключення стадії промивання нейтралізованої олії, а також використання діоксиду вуглецю для одержання жирних кислот призводить до зниження забруднення стічних вод, заощадження енергоресурсів, а головне – до підвищення екологічної безпеки виробництва.

7. Запропоновану технологію перевірено в промислових умовах на підприємстві ПП «Валківський маслоекстракційний завод». В ході випробувань перероблено за перспективною технологією нейтралізації партію 10 т соняшникової олії. Розроблено проект технологічної інструкції (ТІ № 10.4-02071180-001:2016) на виробництво олії соняшникової нейтралізованої та жирних кислот, на розроблену технологію подано заявку на патент України на винахід (№ а201602903). Результати дисертаційної роботи впроваджено в навчальний процес кафедри технології жирів та продуктів бродіння НТУ «ХП» під час викладання дисциплін «Технологія галузі» і «Сучасні напрями розвитку технології перероблення жирів».

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Мольченко С.М. Використання водно-спиртового розчину кальцінованої соди для нейтралізації соняшникової олії / С.М. Мольченко,

І.С. Бродюк, І.М. Демидов // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ», 2013. – № 55 (1028). – С. 80–85.

Здобувачем досліджено використання водно-спиртового розчину кальцінованої соди для нейтралізації соняшникової олії.

2. Мольченко С.Н. Нейтрализация растительных масел водно-спиртовым раствором карбоната калия / С.Н. Мольченко, И.Н. Демидов // Современный научный вестник. – Белгород: «Руснауцкнига», 2014. – № 7 (203). – С. 90–95.

Здобувачем досліджено використання водно-спиртового розчину карбонату калію для нейтралізації рослинних олій.

3. Мольченко С.М. Кінетика нейтралізації жирів водно-спиртовими розчинами карбонатів лужних металів / С.М. Мольченко, І.М. Демидов, В.Є. Ведь // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – Одеса: ОНАХТ, 2014. – Вип. 46. – Т. 2. – С. 207–209.

Здобувачем встановлено кінетичні параметри процесу нейтралізації жирних кислот соняшникової олії водно-спиртовими розчинами карбонатів лужних металів.

4. Мольченко С.М. Одержання жирних кислот з соапстоку шляхом розщеплення мила карбонатною кислотою / С.М. Мольченко, І.М. Демидов, В.Є. Ведь // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ», 2015. – № 7 (1116). – С. 76–82.

Здобувачем досліджено спосіб одержання жирних кислот з соапстоку шляхом розщеплення мила карбонатною кислотою.

5. Мольченко С.М. Використання діоксиду вуглецю для одержання жирних кислот з соапстоку / С.М. Мольченко, І.М. Демидов // Східно-Європейський журнал передових технологій. – Харків: «Технологічний центр», 2015. – № 4/6 (76). – С. 50–53.

Здобувачем досліджено використання діоксиду вуглецю для одержання жирних кислот з соапстоку.

6. Мольченко С.М. Застосування карбонатів лужних металів як нейтралізуючого агента при нейтралізації жирів / С.М. Мольченко // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Харків : НТУ «ХПІ», 2015. – № 44 (1153). – С. 38–42.

7. Мольченко С.М. Використання спиртовмісних розчинів для нейтралізації жирів / І.С. Бродюк, С.М. Мольченко, І.М. Демидов / Тези доповідей XXI Міжнародної науково-практичної конференції [«Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я»], 29–31 травня 2013 р., Харків. – Харків: НТУ «ХПІ», 2013. – Ч. II. – С. 285.

Здобувачем одержано нові наукові дані щодо використання спиртовмісних розчинів для нейтралізації жирів.

8. Мольченко С.Н. Разработка ресурсосберегающей технологии нейтрализации жиров / С.Н. Мольченко, И.Н. Демидов / Материалы VII Международной конференции [«Масложировая отрасль: технологии и рынок»], 8–9 октября 2014 г., Киев. – Днепропетровск: «Эксперт Агро», 2014. – С. 47.

Здобувачем запропоновано перспективну ресурсозберігаючу технологію нейтралізації жирів.

9. Мольченко С.М. Використання спиртовмісних розчинів для нейтралізації жирів / С.М. Мольченко, І.М. Демидов / Тези доповідей ХХІІ Міжнародної науково-практичної конференції [«Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я»], 15–17 жовтня 2014 р., Харків. – Харків: НТУ «ХПІ», 2014. – Ч. II. – С. 332.

Здобувачем експериментально встановлено вплив водно-спиртових розчинів на ступінь видалення жирних кислот із гідратованих олій.

10. Мольченко С.М. Одержання жирних кислот з соапстоку олій / С.М. Мольченко, І.М. Демидов / Тези доповідей ХХІІІ Міжнародної науково-практичної конференції [«Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я»], 20–22 травня 2015 р., Харків. – Харків: НТУ «ХПІ», 2015. – Ч. II. – С. 253.

Здобувачем перевірено в експериментальних умовах метод перетворення соапстоку в жирні кислоти під дією діоксиду вуглецю.

11. Мольченко С.Н. Разложение соапстока и получение жирных кислот с использованием диоксида углерода / С.Н. Мольченко, И.Н. Демидов / Материалы VIII Международной конференции [«Масложировая отрасль: технологии и рынок»], 28–29 мая 2015 г., Киев. – Днепропетровск: «Эксперт Агро», 2015. – С. 35.

Здобувачем проведено експериментальні дослідження для встановлення максимального виходу жирних кислот після розщеплення соапстоку з використанням діоксиду вуглецю.

АНОТАЦІЇ

Мольченко С.М. Технологія безвідходної нейтралізації жирів водно-спиртовими розчинами карбонатів лужних металів. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.06. – технологія жирів, ефірних масел і парфумерно-косметичних продуктів. – Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут” Міністерства освіти і науки України, м. Харків, 2016 р.

Дисертаційну роботу присвячено науковому обґрунтуванню перспективної технології безвідходної нейтралізації жирів.

Експериментально підтверджено, що жирні кислоти олії можуть бути нейтралізовані водно-етанольними розчинами карбонатів лужних металів до нормативних значень кислотного числа ($< 0,2$ мг КОН/г). Експериментальним шляхом та з використанням апроксимаційних поліномів визначено раціональні технологічні параметри нейтралізації жирних кислот соняшникової олії водно-спиртовими розчинами карбонатів лужних металів. Розраховано ефективні константи швидкості реакції та енергії активації за кожною стадією взаємодії жирних кислот з водно-етанольними розчинами карбонатів лужних металів. Науково обґрунтовано технологію одержання жирних кислот із соапстоку з

використанням діоксиду вуглецю. За результатами експериментальних досліджень доведено, що розщеплення натрієвих або калієвих солей жирних кислот дією діоксиду вуглецю за визначеними раціональними умовами чиниться на глибину понад 90 %. Запропоновано технологію безвідходної нейтралізації жирів водно-етанольними розчинами карбонату натрію або калію з одержанням із соапстоку товарного продукту – жирних кислот, які відповідають вимогам нормативної документації. Доведено, що водно-етанольні розчини карбонатів лужних металів можуть бути використані як ефективні та економічно доцільні нейтралізуючі агенти в технології лужної нейтралізації жирів.

Ключові слова: нейтралізація жирів, карбонати лужних металів, водно-спиртовий розчин, соапсток, діоксид вуглецю, жирні кислоти.

Мольченко С.Н. Технология безотходной нейтрализации жиров водно-спиртовыми растворами карбонатов щелочных металлов. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.06. – технология жиров, эфирных масел и парфюмерно-косметических продуктов. – Национальный технический университет “Харьковский политехнический институт” Министерства образования и науки Украины, г. Харьков, 2016 г.

Диссертационная работа посвящена научному обоснованию перспективной технологии безотходной нейтрализации жиров.

Экспериментально подтверждено, что жирные кислоты масла могут быть нейтрализованы водно-этанольными растворами карбонатов щелочных металлов до нормативных значений кислотного числа ($< 0,2$ мг КОН/г). Экспериментальным путем и с использованием аппроксимационных полиномов определены рациональные технологические условия нейтрализации жирных кислот подсолнечного масла водно-спиртовыми растворами карбонатов щелочных металлов. Рассчитаны эффективные константы скорости реакции и энергии активации каждой стадии взаимодействия жирных кислот с водно-этанольными растворами карбонатов щелочных металлов. Предложенная технология позволяет существенно снизить потери нейтрального жира в соапсток, а в результате уменьшить общие потери масла в ходе рафинации, исключить из производственного цикла стадию промывки нейтрализованного масла. Это приведет к снижению объема и загрязненности жиром сточных вод. Научно обоснована технология получения жирных кислот из соапстока с использованием углекислого газа. По результатам экспериментальных исследований доказано, что глубина расщепления натриевых или калиевых солей жирных кислот под действием углекислого газа согласно установленным рациональным условиям составляет более 90 %. Установлены количественные зависимости глубины расщепления натриевых и калиевых солей жирных кислот от давления углекислого газа, концентрации водного раствора мыла, температуры. Предложена технология безотходной нейтрализации жиров

водно-этанольными растворами карбоната натрия или калия с получением из soapstock товарного продукта – жирных кислот. Доказана экономическая и экологическая эффективность предложенной технологии. Результаты диссертационной работы по применению в качестве нейтрализующего агента раствора карбоната натрия в 50 %-ном этаноле проверено в промышленных условиях на предприятии ЧП «Валковский маслоэкстракционный завод». В ходе испытаний по перспективной технологии нейтрализации переработано партию 10 т подсолнечного масла. Экспериментально установлено, что после проведения всех последующих технологических операций (без промывки масла после стадии нейтрализации) рафинированное дезодорированное подсолнечное масло соответствует требованиям ДСТУ 4492.

Ключевые слова: нейтрализация жиров, карбонаты щелочных металлов, водно-спиртовой раствор, soapstock, углекислый газ, жирные кислоты.

Molchenko S.M. Non-waste technology of fat neutralization with the water-alcohol solutions of alkali metal carbonates. – Manuscript copyright.

The thesis for the candidate of technical sciences degree in specialty 05.18.06. – Technology of fats, essential oils and perfume-cosmetic products. – National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute” Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkiv, 2016.

The thesis is dedicated to the scientific substantiation of the perspective non-waste fat neutralization technology.

It was confirmed experimentally that oil fatty acids can be neutralized with water-ethanol solutions of alkali metal carbonate to the norms in the acid number (< 0.2 mg KOH/g). Rational technological parameters of sunflower oil fatty acids neutralization with water-alcohol solutions of alkali metal carbonates were defined experimentally and using polynomial approximation. Effective reaction rate constant and the activation energy for each stage of interaction between fatty acids and water-ethanol solutions of alkali metal carbonates were calculated. Technology of fatty acids obtaining from soapstock using carbon dioxide was proved scientifically. The results of experimental studies proved that the sodium or potassium salts of fatty acids decomposition with carbon dioxide in certain rational conditions can exerted at a depth of over 90 %. The technology of non-waste fat neutralization with sodium carbonate or potassium water-ethanol solution with obtaining from soapstock the marketable fatty acids product which meet the requirements of regulatory documents were developed. Alkali metal carbonate water-ethanol solutions were proven to be used as cost-effective neutralizing agents in the technology of alkaline fats neutralization.

Keywords: fats neutralization, alkali metal carbonates, water-alcohol solution, soapstock, carbon dioxide, fatty acids.



Відповідальний за випуск д.т.н, проф. Гладкий Ф.Ф.

Підп. до друку 23.05.16. Формат 60x90/16.
Папір офсетний. Друк – ризографія. Ум. друк. арк. – 0,9.
Гарнітура Times New Roman. Наклад 100 прим. Зам. № 2496456

Надруковано у копії-центрі «МОДЕЛІСТ»
(ФО-П Миронов М.В. Свідоцтво №ВО4№22953)
61002, м. Харків, вул. Мистецтв, 3 літер Б-1
т.: 7-170-354
www.modelist.in.ua
