

УДК 665.3

С. М. МОЛЬЧЕНКО**ЗАСТОСУВАННЯ КАРБОНАТІВ ЛУЖНИХ МЕТАЛІВ ЯК НЕЙТРАЛІЗУЮЧОГО АГЕНТА ПРИ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ ЖИРІВ**

Наведено результати дослідження процесу нейтралізації соняшникової олії водно-спиртовими розчинами карбонатів лужних металів. Встановлено раціональні технологічні параметри процесу нейтралізації, які дозволяють прогнозувати технологічний процес нейтралізації жирів, а саме: температура, концентрація нейтралізуючого агента, час протікання реакції нейтралізації, інтенсивність перемішування. Показано, що використання водно-етанольних розчинів карбонатів лужних металів як реагентів для нейтралізації олій та жирів дозволяє знизити відходи нейтрального жиру у сапостоку.

Ключові слова: жири, нейтралізація, карбонат натрію і калію, водно-спиртовий розчин.

Вступ.

Проблема розробки нових ресурсозберігаючих технологій в харчовій промисловості нашої країни продовжує залишатися однією з основних напрямків розвитку виробництва. Оскільки вітчизняна олійно-жирова промисловість характеризується постійним зростанням виробництва, то кількість відходів постійно збільшується, що негативно впливає на екологічну ситуацію в Україні. Найбільшу шкоду підприємства харчової та переробної промисловості завдають водним ресурсам. Однак діяльність підприємств галузі завдає шкоди також і ґрунту, і повітрю. Для вирішення проблеми необхідна екологізація виробництв, а саме: розробка та впровадження маловодних, безстічних і безвідходних технологічних процесів, замкнених циклів [1–3].

У технології рафінації соняшникової олії особливе місце визначено стадії нейтралізації, яка здійснюється з метою видалення жирних кислот, присутність яких знижує харчову цінність олій та жирів і ускладнює їх подальшу переробку. Водночас, жирні кислоти являють самостійну цінність як сировина для різних галузей промисловості.

У зв'язку з цим створення нової ефективної безвідходної технології нейтралізації олій та жирів, яка забезпечить одержання високоякісної нейтралізованої олії та жирних кислот з показниками, які задовольняють потреби вітчизняних виробників, обґрунтовує необхідність і актуальність проведеного дослідження. Це дозволить, з одного боку, ефективно переробляти сировину, і крім олій одержувати жирні кислоти. А з іншого – зменшити негативний вплив на екологічні системи.

Аналіз останніх досліджень і літератури.

Традиційні способи лужної нейтралізації, що використовують як нейтралізуючий агент гідроксид натрію, обумовлюють високі відходи і втрати нейтрального жиру. При промисловому використанні лужної нейтралізації виникають також екологічні проблеми, пов'язані з очищенням та реалізацією побічного продукту – сапостоку [1, 4, 5].

Останнім часом нерідко використовують процес дистиляційного вилучення жирних кислот, який поєднують з процесом дезодорації [4–6].

Дистиляційна рафінація дозволяє видалити жирні кислоти, а також інші неомилувальні домішки

шляхом відгону з паром, виключаючи утворення сапостоку і знижуючи втрати нейтрального жиру до мінімуму. Однак для видалення небажаних домішок необхідна попередня обробка олій, інакше вони можуть стати причиною зниження якості продукту при нагріванні до температури дистиляції. Недосконалістю способу є використання високих температур (більше 200 °С), що не для всіх жирів може бути застосовано. Найкращий ефект ця технологія дає при переробці висококіслотних рослинних олій, тваринних і гідрованих жирів.

У роботі [7] розроблено спосіб лужної рафінації олій та жирів, що передбачає нейтралізацію олій чи жирів в мильно-лужному середовищі, основою нейтралізуючого розчину якого є вода, етанол і гліцерин. Але за цим способом утворюються відходи, які потребують подальшої переробки. Суміш складна, містить гліцерол, що є коштовним компонентом, і який необхідно виділяти з сапостоку.

Існуюча технологія виділення жирних кислот з сапостоку, які переробляються в низькоякісні жирні кислоти, є достатньо енергоємною та не дозволяє одержувати високоякісний продукт. Крім того така технологія зумовлює наявність викидів у навколишнє середовище шкідливих речовин у вигляді розчину сульфату натрію і водорозчинних органічних домішок, смол, неомилувальних речовин та ін. [4, 8, 9]. Відомі роботи по удосконаленню технології одержання жирних кислот з сапостоку [10–12], але ці способи здійснюються з використанням сульфатної кислоти і взагалі проблема забруднення стічних вод не вирішується. Для зменшення відходів і втрат при нейтралізації олій та жирів було запропоновано як нейтралізуючий агент водно-спиртові розчини карбонатів лужних металів. Переваги запропонованого агента: він більш дешевий і безпечний в порівнянні з лугами, під час реакції не відбувається омилення нейтрального жиру і емульгування.

У попередніх роботах [13, 14] була доведена можливість використання як нейтралізуючого агента карбонатів натрію та калію у 60 %–му етанолі. Але щільність утворених у ході реакції двох фаз має велику різницю, що може призвести до труднощів при їх розподілі. Тому було вирішено дослідити меншу концентрацію етанолу, щоб збільшити щільність водно-спиртового розчину мила.

Мета і основні задачі дослідження.

Метою даної роботи є дослідження процесу нейтралізації соняшникової олії водно-спиртовим розчинами карбонатів лужних металів. Вибір раціональних режимів процесу.

Відповідно до поставленої мети дослідження були сформульовані і вирішені наступні задачі:

– встановити вплив обраних нейтралізуючих реагентів на ступінь видалення жирних кислот з нерафінованої соняшникової олії;

– експериментально визначити раціональні технологічні параметри процесу нейтралізації олії водно-спиртовим розчином карбонатів натрію та калію;

– визначити фізико-хімічні показники нейтралізованої олії та соапстоку, одержаних за розробленою технологією.

Матеріали дослідження.

Для досягнення поставленої мети була проведена реакція нейтралізації жирних кислот соняшникової олії з кислотним числом 1,1 мг КОН/г, 1,2 мг КОН/г та 1,6 мг КОН/г. Як нейтралізуючий агент використовували розчин карбонату натрію та

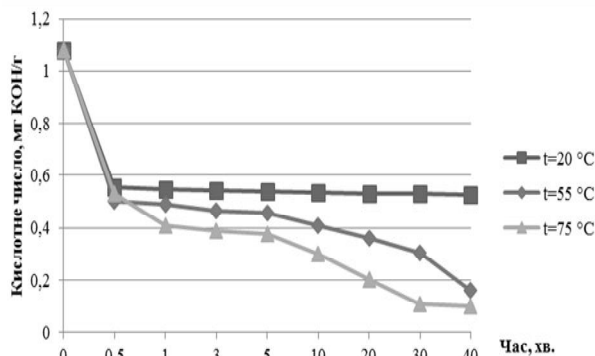


Рис. 1 – Зміна кислотного числа після нейтралізації карбонатом калію в 30 % етанолі від часу процесу нейтралізації

З рис. 1, 2 видно, що при нейтралізації 30%-м водно-спиртовим розчином карбонатів калію і натрію зниження кислотного числа досягається за порівняно великий проміжок часу. Ймовірно, внаслідок гідролізу милу. При температурі 20 °C після 1 хвилини кислотне число практично не змінюється, а найкращі результати досягаються при температурі 75 °C.

Подальші дослідження були спрямовані на проведення нейтралізації карбонатом натрію і калію в 50%-м етанолі при температурі 75 °C за змінної інтенсивності перемішування та концентрації нейтралізуючого агента.

Основними факторами, які впливають на процес нейтралізації є температура, тривалість процесу нейтралізації, концентрація нейтралізуючого агента, та інтенсивність перемішування, яку визначають за критерієм Рейнольдса. Попередніми дослідженнями [13, 14] було встановлено вплив температури, часу та кількості надлишку нейтралізуючого агента, тому далі вивчався вплив інтенсивності перемішування та концентрації нейтралізуючого агента.

карбонат калію у 30 %-му етанолі з концентрацією 0,05 моль/л та насичений розчин карбонату натрію з концентрацією 0,08 моль/л та карбонату калію з концентрацією 0,08 моль/л, 0,18 моль/л, 0,3 моль/л у 50 %-му етанолі.

Нейтралізацію поводити в реакторі з мішалкою при інтенсивному перемішуванні, що добре імітує виробничі умови. Олію нагрівали при перемішуванні до заданої температури в залежності від заданих початкових умов. При досягненні заданої температури, не припиняючи перемішування, вносили розраховану кількість нейтралізуючого агента. Через певні часові проміжки в олії визначали кислотне число за методикою [15], за яким судять про якість проведеної нейтралізації. Кислотне число повинно за показником кислотного числа відповідати [16].

Результати дослідження.

На рис. 1 та 2 відображено зміну кислотного числа після нейтралізації карбонатом калію та натрію в 30 %-му етанолі відповідно від часу процесу за температурою 20, 55 та 75 °C.

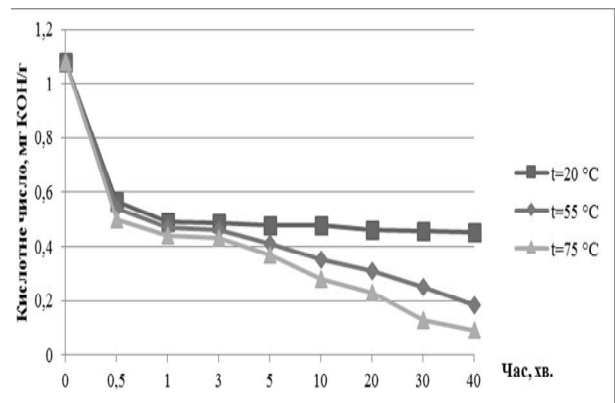


Рис. 2 – Зміна кислотного числа після нейтралізації карбонатом натрію в 30 % етанолі від часу процесу нейтралізації

На рис. 3 відображено залежність кислотного числа після нейтралізації карбонатом натрію у 50 %-му етанолі концентрацією 0,08 моль/л (це насичений розчин, тому концентрацію не змінювали) від часу за змінної інтенсивності перемішування.

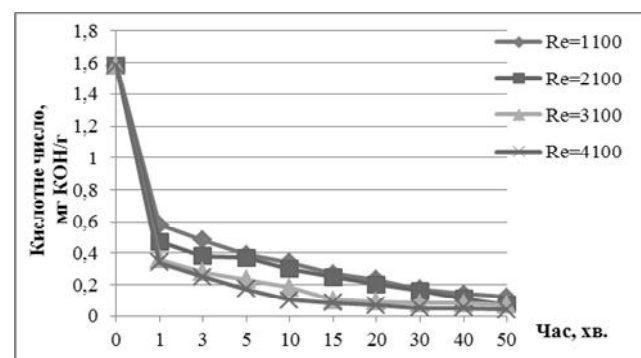


Рис. 3 – Залежність кислотного числа після нейтралізації карбонатом натрію у 50 % етанолі від часу за змінної інтенсивності перемішування.

З одержаних даних (рис. 3) видно, що досягнення граничного допустимого рівня величин кислотного числа можливе при інтенсивності перемішування ($Re=4100$) вже на 5-й хвилині, а на 20-й хвилині – при $Re=1100$.

На рис. 4 відображено залежність кислотного числа після нейтралізації карбонатом калію у 50 %-му етанолі концентрацією 0,08 моль/л від часу за змінної інтенсивності перемішування.

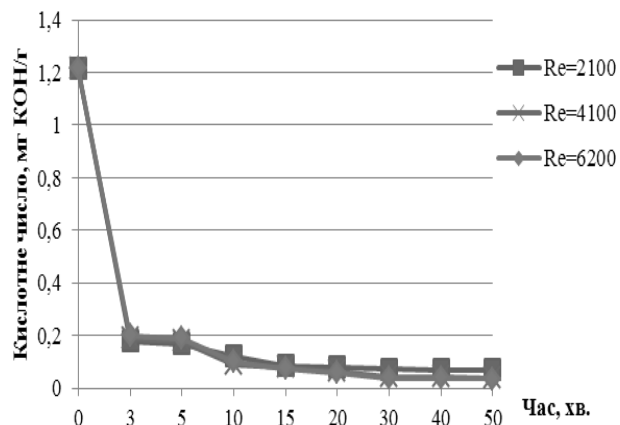


Рис. 4 – Залежність кислотного числа після нейтралізації карбонатом калію у 50 % етанолі концентрацією 0,08 моль/л від часу за змінної інтенсивності перемішування

З графіка (рис. 4) видно, що навіть за 5 хвилин кислотне число зменшується до значення 0,1 мг КОН/г.

На рис. 5 відображено залежність кислотного числа після нейтралізації карбонатом калію у 50 %-му етанолі концентрацією 0,18 моль/л від часу за змінної інтенсивності перемішування.

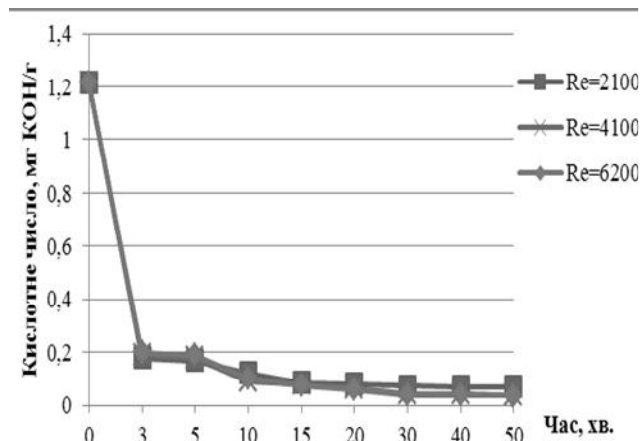


Рис. 5 – Залежність кислотного числа після нейтралізації карбонатом калію у 50 % етанолі концентрацією 0,18 моль/л від часу за змінної інтенсивності перемішування

З рис. 4 видно, що за 5 хвилин кислотне число зменшується до значення 0,17–0,19 мг КОН/г.

На рис. 6 відображено залежність кислотного числа після нейтралізації карбонатом калію у 50 %-му етанолі концентрацією 0,3 моль/л від часу за змінної інтенсивності перемішування.

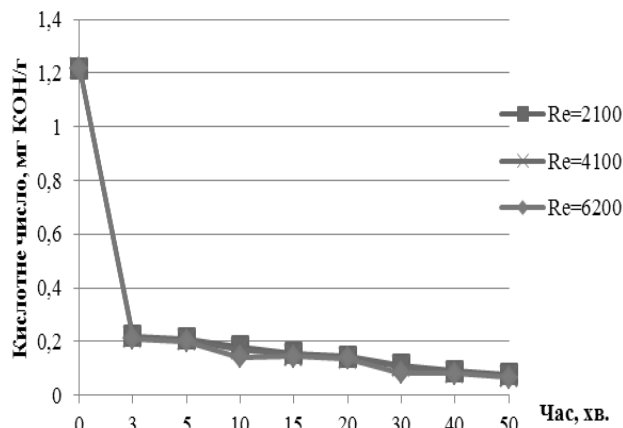


Рис. 6 – Залежність кислотного числа після нейтралізації карбонатом калію у 50 %-му етанолі концентрацією 0,3 моль/л від часу за змінної інтенсивності перемішування

З одержаних результатів (рис. 4–6) витікає, що використання карбонату калію як нейтралізуючого агента забезпечує одержання нейтралізованої олії з кислотним числом нижче за 0,2 мг КОН/г. Разом з тим необхідно підкреслити те, що інтенсивність перемішування при значеннях критерію Рейнольдсу 2100–6200 впливає несуттєво, це говорить про те, що за таким режимом реакція протікає в кінетичній області.

Наступні дослідження були направлені на встановлення раціональних технологічних параметрів процесу нейтралізації карбонатом калію у 50 %-му етанолі. Для цього проведено повний факторний експеримент першого порядку за планом $N = 2^3$, де досліджуваними факторами були:

x_1 – тривалість процесу з інтервалом варіювання від 3 до 50 хв;

x_2 – концентрація водно-спиртового розчину карбонату калію з інтервалом варіювання від 0,08 до 0,3 моль/л;

x_3 – критерій Рейнольдсу з інтервалом варіювання від 2100 до 6200.

Функцією відгуку у було кислотне число, мг КОН/г. Температура процесу залишалася незмінною (75 °С).

За результатами експериментів отримано адекватне рівняння регресії, що пов'язує кислотне число (y) з вищенаведеними параметрами:

$$y = 0,13 - 0,00034 \cdot x_1 + 0,32 \cdot x_2 - 0,0000067 \cdot x_3 - 0,0078 \cdot x_1 \cdot x_2$$

Перевірка значущості коефіцієнтів, що проводили за критерієм Ст'юдента з використанням паралельних дослідів, засвідчила значимість коефіцієнтів отриманого рівняння. Перевірка адекватності рівняння здійснювалася з використанням критерію Фішера.

Для планування експерименту та обробки даних у графічному та математичному вигляді були застосовані методи математичної статистики з використанням програмних пакетів Mathcad та Microsoft Excel. Для визначення раціональних технологічних параметрів одержання жирних кислот на основі отриманого рівняння регресії побудували поверхню відгуку, яка наведена на рис. 7.

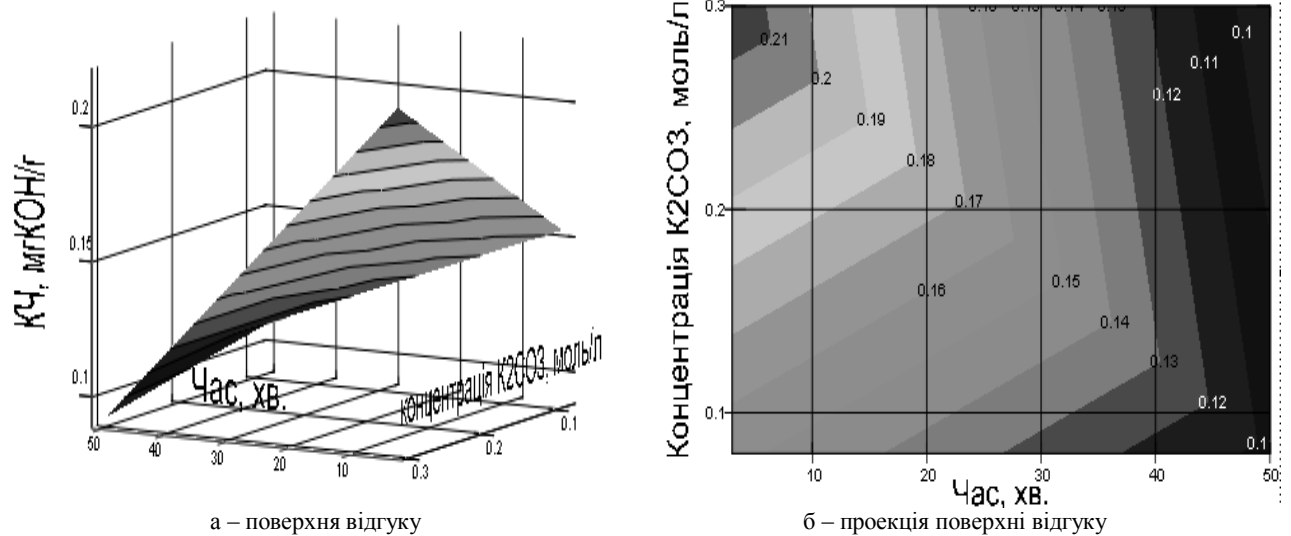


Рис. 7 – Залежність кислотного числа від часу нейтралізації та концентрації водно-спиртового розчину K_2CO_3 :

а – поверхня відгуку; б – проекція поверхні відгуку

З одержаних даних визначені раціональні технологічні параметри процесу нейтралізації, які дозволяють прогнозувати технологічний процес нейтралізації жирів а саме:

- температура $75^{\circ}C$;
- концентрація карбонату калію у 50 % водно-спиртовому розчині – 0,08 моль/л;
- час протікання процесу нейтралізації – 5 хв;
- інтенсивність перемішування (критерій Рейнольдса) – 2100.

Для перевірки збіжності результатів розрахунку та експерименту було відтворено досліди у центрі плану. Одержали значення кислотного числа олії 0,128 мг КОН/г, при розрахунковому за рівнянням регресії – 0,125 мг КОН/г, що говорить про гарну збіжність результатів розрахунку і експерименту.

В дослідженні також визначено фізико-хімічні показники нейтралізованої олії та сапостоку.

Одержали олію з такими показниками: кислотне число – 0,13 мг КОН/г, вміст мила – 0,005 %.

Важливо відзначити, що вміст мила в нейтралізованій олії значно менший нормованого показнику, що дає можливість виключення стадії промивки після процесу нейтралізації.

Вміст нейтрального жиру у сапостоку – 0,005 %.

З такого сапостоку можна одержувати жирні кислоти шляхом вуглекислотного розкладання їх мил [17, 18].

Обробка сапостоку діоксидом вуглецю виключає обробку останнього мінеральними кислотами і електролітом (хлоридом натрію), що, у свою чергу, призведе до зниження забруднення стічних вод та екологічної безпеки виробництва.

Висновки.

1. Експериментально доведено, що жирні кислоти олії можуть бути нейтралізовані водно-спиртовими розчинами карбонатів лужних металів на

значну глибину (до значення кислотного менше 0,2 мг КОН/г).

2. Встановлено раціональні технологічні параметри процесу нейтралізації, які дозволяють прогнозувати технологічний процес нейтралізації жирів а саме: температура, концентрація карбонатів відповідних металів у водно-спиртовому розчині, час протікання реакції нейтралізації та інтенсивність перемішування.

3. Визначені фізико-хімічні показники нейтралізованої олії та сапостоку, одержаних за розробленою технологією: кислотне число, вміст мила нейтралізованої олії; вміст нейтрального жиру у сапостоку. Показано, що використання водно-етанольних розчинів карбонатів лужних металів як реагентів для нейтралізації олій та жирів дозволяє знизити відходи нейтрального жиру у сапосток. Вміст мила в нейтралізованій олії значно менший нормованого показника, що дає можливість виключення стадії промивки після процесу нейтралізації.

4. На основі технології нейтралізації олії водно-спиртовими розчинами карбонатів калію або натрію може бути створена безвідходна технологія нейтралізації олій та жирів.

Список літератури: 1. Паронян В. Х. Технология жиров и жирозаменителей [Текст] / В. Х. Паронян. – М: ДеЛи принт, 2006. – 760 с. 2. Kovari K. Seed crushing, oil refining and environmental problem [Text] / K. Kovari, J. Denise, J. Hollo // Olaj. Szap. – Kozmet. 2006. – Vol. 45, Issue 2. – P. 45–52. 3. Weber K. New concepts of environmental, protection in the production of fat [Text] / K. Weber // Inform. Int. News Fats, Oils and Relat. Mater. – 2004. – Vol. 4. – P. 512–515. 4. Арутюнян Н. С. Рафинация масел и жиров. Теоретические основы, практика, технология, оборудование [Текст] / Н. С. Арутюнян, Е. П. Корнена, Е. А. Нестерова. СПб.: ГИОРД, 2004. – 288 с. 5. О'Брайен Р. Жиры и масла. Производство, состав и свойства, применение [Текст] / Р. О'Брайен: пер. с англ. 2-го изд. В. Д. Широкова, Д. А. Бабеиной, Н. С. Селивановой, Н. В. Магды – СПб.:

Профессия, 2007. – 752 с. **6.** Пат. 2145339 РФ, МПК C11B3/00 Способ рафинации растительных масел и жиров [Текст] / *Веселов В. П., Боквикова Т. Н., Артеменко И. П. и др.*; заявитель и патентообладатель Учебно-научно-производственная фирма «Липиды». – № 98120967/13. заявл. 23.11.1998, опубл. 10.02.2000. **7.** Пат. 81222 Украина, МПК C 11 B 3/06. Спосіб лужної рафінації олій та жирів [Текст] / *Петік І. П., Гладкий Ф. Ф., Петік П. Ф. та ін.*; заявник та патентовласник Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут». – № 201214827; заявл. 24.12.2012; опубл. 25.06.2013; Бюл. № 12. **8.** Пат. RU 2048511 Российская Федерация, МПК C11B3/00. Способ получения жирных кислот из soapstokov растительных масел [Текст] / *Дроздов А. С., Диденко З. В., Волкова Л. Д. и др.* – заявитель и патентообладатель Волгодонский филиал Научно-производственного объединения синтетических поверхностно-активных веществ. – № 5064258/13; заявл. 08.10.1992; опубл. 20.11.1995. **9.** Пат. RU 2064739 Российская Федерация, МПК C11B3/00. Способ получения жирных кислот из soapstokov растительных масел [Текст] / *Самойлов Г. И., Сунгатуллина И. Х., Зиятдинова Ф. С. и др.* – заявитель и патентообладатель *Самойлов Г. И., Сунгатуллина И. Х., Зиятдинова Ф. С. и др.* – № 95102976/13; заявл. 02.03.1995; опубл. 27.07.1996. **10.** *Mag, T. K.* Continuous Acidulation of Soapstock and Recovery of Acid Oil [Text] / *T. K. Mag, D. H. Green, A. T. Kwong* // Journal of the American Oil Chemists' Society. – 1998. – Vol. 60, Issue 5. – P. 1008–1011. doi: 10.1007/bf02660217. **11.** *Шаврак Е. И.* Выделение жирных кислот из отходов пищевой промышленности [Текст] / *Е. И. Шаврак, Л. М. Рабинович, В. А. Кудряшов* // Экологические системы и приборы. – 2004. – № 10. – С. 17–21. **12.** Пат. 20140135515 США, МКИ C11B 3/04 Method to recover free fatty acids from fats and oils [Text] / *Mohan Prasad A., Dasari, Kidron Joel Knox.* – № 14/079059; заявитель и патентообладатель Riverhead Resources, Llc; заявл. 13.11.2013; опубл. 15.05.2014. **13.** *Мольченко С. М.* Використання водно-спиртового розчину кальцинованої соди для нейтралізації соняшникової олії [Текст] / *С. М. Мольченко, І. С. Бродюк, І. М. Демидов* // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ», 2013. – № 55 (1028). – С. 80–85. **14.** *Мольченко С. Н.* Нейтралізація растительных масел водно-спиртовым раствором карбоната калия [Текст] / *С. Н. Мольченко, И. Н. Демидов* // Современный научный вестник. – Белгород: «Руснаучкнига», 2014. – № 7 (203). – С. 90–95. **15.** DSTU ISO 660:2009. Жири тваринні та рослинні й олії. Метод визначення кислотного числа та кислотності (ISO 660:1996, IDT). **16.** Олія соняшникова. Технічні умови: ДСТУ 4492:2005. – [Чинний від 2007–01–01]. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2007. – 22 с. **17.** *Мольченко С. М.* Одержання жирних кислот з soapstoku шляхом розкладання мила карбонатною кислотою [Текст] / *С. М. Мольченко, І. М. Демидов, В. Є. Ведь* // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ», 2015. – № 7 (1116). – С. 76–82. **18.** *Мольченко С. М.* Використання діоксиду вуглецю для одержання жирних кислот з soapstoku [Текст] / *С. М. Мольченко, І. М. Демидов* // Східно-Європейський журнал передових технологій. – Х.: «Технологічний центр», 2015. – № 4/6 (76). – С. 50–53.

Bibliography (transliterated): **1.** Paronyan, V. H. *Tehnologiya zhirov i zhirozameniteley*. Moscow: DeLi print, 2006. Print. **2.** Kovari, K., Denise, J., Hollo, J. Seed crushing, oil refining and environmental problem. *Olej. Szap. Kozmet*, 2006. 45 (2), 45–52. Print. **3.** Weber, K.. New concepts of environmental, protection in the production of fat. *Inform. Int. News Fats, Oils and Relat. Mater.* 2004. 4, 512–515. Print. **4.** Arutyunyan, N. S., Kornena, E. P., Nesterova, E. A. *Rafinatsiya masel i zhirov. Teoreticheskie osnovy, praktika, tehnologiya, oborudovanie*. St. Petersburg: GIORD, 2004. Print. **5.** O'Brayen, R. *Zhiryi i masla. Proizvodstvo, sostav i svoystva, primenenie*. per. s angl. 2-go izd. V. D. Shirokova, D. A. Babeykinoy, N. S. Selivanovoy, N. V. Magdyi. St. Petersburg: Professiya, 2007. Print. **6.** Veselov, V. P., Bokovikova, T. N., Artemenko, I. P. et. al. *Pat. 2145339 RU*, MPK C11B3/00. Sposob rafinatsii rastitelnykh masel i zhirov. 98120967/13. 2000. **7.** Petik, I. P., Gladkiy, F. F., Petik, P. F. et. al. *Pat. 81222 Ukrayina*, MPK C11B3/06. Sposib luzhnoyi rafinatsiyi oliy ta zhiriv. 201214827, 2013. **8.** Drozdov, A. S., Didenko, Z. V., Volkova, L. D. et. al. *Pat. RU 2048511 Rossiyskaya Federatsiya*, MPK C11B3/00. Sposob polucheniya zhirnykh kislot iz soapstokov rastitelnykh masel, 5064258/13, 1995. **9.** Samoylov, G. I., Sungatullina, I. H., Ziatdinova, F. S. et. al. *Pat. RU 2064739 Rossiyskaya Federatsiya*, MPK C11B3/00. Sposob polucheniya zhirnykh kislot iz soapstokov rastitelnykh masel, 95102976/13, 1996. **10.** Mag, T. K., Green, D. H., Kwong, A. T. Continuous acidulation of soapstock and recovery of acid oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 1998. 60 (5), 1008–1011. Print. doi: 10.1007/bf02660217. **11.** Shavrak, E. I., Rabinovich, L. M., Kudryashov, V. A. Vydelenie zhirnykh kislot iz othodov pischevoy promyshlennosti. *Ekologicheskije sistemy i pribory*, 2004. 10, 17–21. Print. **12.** Mohan, Prasad, A., Dasari, Kidron Joel Knox. *Pat. 20140135515 US*, CPC C11B 3/04 Method to recover free fatty acids from fats and oils, 14/079059, 2014. **13.** Molchenko, S. M., Brodyuk, I. S., Demidov, I. M. Vykorystannya vodno-spyrtovogo rozchynu kal'cynovanoyi sody dlya nejtralizaciyi sonyashnykovoyi oliyi. *Visnik Natsional'nogo tehničnogo universitetu «HhPI»*. Kharkiv: NTU «HhPI», 2013. 55 (1028). 80–85. Print. **14.** Molchenko, S. N., Demidov, I. M. Neytralizatsiya rastitelnykh masel vodno-spyrtovym rastvorom karbonata kaliya. *Sovremennyiy nauchnyiy vestnik*. Belgorod: «Rusnauchkniga», 2014. 7 (203). 90–95. Print. **15.** DSTU ISO 660:2009. Zhiri tvarinnl ta roslinnl y oliyi. Metod viznachennya kislotnogo chisla ta kislotnostl (ISO 660:1996, IDT). **16.** Oliya sonyashnikova. Tehnichni umovi: DSTU 4492:2005. Kiyiv.: DP «UkrNDNTS», 2007. 22. Print. **17.** Molchenko, S. M., Demidov, I. M., Ved', V. E. Oderzhannya zhirnih kislot z soapstoku shlyahom rozkladannya mila karbonatnoy kislotoy. *Visnik Natsional'nogo tehničnogo universitetu «HhPI»*. Kharkiv: NTU «HhPI», 2015. 7 (1116), 76–82. Print. **18.** Molchenko, S. M., Demidov, I. M. Viktorystannya dioksidu vugletsyu dlya oderzhannya zhirnih kislot z soapstoku. *Shidno-Evropeyskiy zhurnal peredovih tehnologiy*. Kharkiv: «Tehnologichniy tsentr», 2015. 4/6 (76). 50–53. Print.

Надійшла (received) 26.10.2015

Мольченко Світлана Миколаївна – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», аспірант; тел.: (050) 686-71-86; e-mail: molchenko_sv@mail.ru.

Molchenko Svitlana Mikolayivna – National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Postgraduate student; tel.: (050) 686-71-86; e-mail: molchenko_sv@mail.ru.