

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

ВІСНИК

**НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
«ХПІ»**

Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів

№ 7 (1116) 2015

Збірник наукових праць

Видання засноване у 1961 р.

Харків
НТУ «ХПІ», 2015

Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ». – 2015. – № 7 (1116). – 212 с.

Державне видання
Свідоцтво Держкомітету з інформаційної політики України
КВ № 5256 від 2 липня 2001 року

Збірник виходить українською та російською мовами.

Вісник Національного технічного університету «ХПІ» внесено до «Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук», затвердженого Постановою президії ВАК України від 26 травня 2010 р., № 1 – 05/4 (Бюлетень ВАК України, № 6, 2010 р., с. 3, № 20).

Координаційна рада: Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, д-р техн. наук, проф. (голова);
К.О. Горбунов, канд. техн. наук, доц. (секретар);
А.П. Марченко, д-р техн. наук, проф.; Є.І. Сокол, д-р техн. наук, чл.-кор. НАН України;
Є.Є. Александров, д-р техн. наук, проф.; А.В. Бойко, д-р техн. наук, проф.;
Ф.Ф. Гладкий, д-р техн. наук, проф.; М.Д. Годлевський, д-р техн. наук, проф.;
А.І. Грабченко, д-р техн. наук, проф.; В.Г. Данько, д-р техн. наук, проф.;
В.Д. Дмитриєнко, д-р техн. наук, проф.; І.Ф. Домнін, д-р техн. наук, проф.;
В.В. Єпіфанов, канд. техн. наук, проф.; Ю.І. Зайцев, канд. техн. наук, проф.;
П.О. Качанов, д-р техн. наук, проф.; В.Б. Клепіков, д-р техн. наук, проф.;
С.І. Кондрашов, д-р техн. наук, проф.; В.М. Кошельник, д-р техн. наук, проф.;
В.І. Кравченко, д-р техн. наук, проф.; Г.В. Лісачук, д-р техн. наук, проф.;
О.К. Морачковський, д-р техн. наук, проф.; В.І. Ніколаєнко, канд. іст. наук, проф.;
П.Г. Перерва, д-р екон. наук, проф.; В. А. Пуляєв, д-р техн. наук, проф.;
М.І. Рищенко, д-р техн. наук, проф.; В.Б. Самородов, д-р техн. наук, проф.;
Г.М. Сучков, д-р техн. наук, проф.; Ю.В. Тимофієв, д-р техн. наук, проф.;
М.А. Ткачук, д-р техн. наук, проф.

Редакційна колегія серії:

Відповідальний редактор: Л.М. Ульєв, д-р техн. наук, проф.

Відповідальний секретар: С.І. Бухкало, канд. техн. наук, проф.

Члени редколегії: Ф.Ф. Гладкий, д-р техн. наук, проф.; О.В. Горелий, канд. техн. наук, проф.; О.В. Григоров, д-р техн. наук, проф.; А.Г. Гурін, д-р техн. наук, проф.; І.Ф. Домнін, д-р техн. наук, проф.; О.В. Єфімов, д-р техн. наук, проф.; П.О. Капустенко, канд. техн. наук, проф.; С.І. Кондрашов, д-р техн. наук, проф.; О.С. Куценко, д-р техн. наук, проф.; В.І. Мілих, д-р техн. наук, проф.; М.І. Рищенко, д-р техн. наук, проф.; В.Б. Самородов, д-р техн. наук, проф.; М.А. Ткачук, д-р техн. наук.

*У квітні 2013 р. Вісник Національного Технічного Університету «ХПІ», серія «Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів», включений у довідник періодичних видань бази даних **Ulrich's Periodicals Directory (New Jersey, USA)**.*

Рекомендовано до друку Вченою радою НТУ «ХПІ»
Протокол № 2 від 24. 02. 2015 р.

© Національний технічний університет «ХПІ», 2015

БУХКАЛО С.І., канд. техн. наук, проф., НТУ «ХП»

ОСНОВНІ СКЛАДОВІ КОМПЛЕКСНИХ ПІДПРИЄМСТВ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МІКСУ

У роботі розглянуті питання дослідження хіміко-технологічних задач розробки науково-обґрунтованої концепції інтегрованих процесів комплексних підприємств енергетичного міксу з метою утилізації полімерних відходів як частини твердих побутових відходів. Показані можливості вирішення цих задач із застосуванням методів математичного моделювання процесів і урахуванням зміни фізико-хімічних, молекулярних, хімічних і структурно-механічних характеристик полімерних матеріалів при експлуатації. Основна мета розробки – вибір екологічно безпечних енергоефективних і ресурсозберігаючих способів виробництва полімерної продукції нового асортименту з вторинної полімерної сировини, проектування ефективного обладнання для реалізації її випуску. При цьому вказані можливі напрямки утилізації полімерних відходів які не підлягають повторній переробці.

Ключові слова: енергетичний мікс, утилізація, полімерні відходи, термін експлуатації, ідентифікація, критерії оцінювання, науково-обґрунтовані технологічні процеси

Вступ. Основні складові концепції комплексних підприємств енергетичного міксу зв'язані, перш за все, з намаганнями переходу до балансу сталого розвитку України (англ. *Sustainable development*); вони стосуються також усвідомлення необхідності встановлення балансу між задоволенням сучасних потреб людства і захистом інтересів майбутніх поколінь, включаючи їх потребу в безпечному і здоровому довкіллі. Ряд теоретиків і прихильників сталого розвитку вважають енергетичний мікс перспективною ідеологією 21 століття і навіть усього третього тисячоліття, яка, з поглибленням наукової обґрунтованості, витіснить усі наявні світоглядні ідеології, як такі, що є фрагментарними, неспроможними забезпечити збалансований розвиток цивілізації. Основою необхідності керованості сталого розвитку є системний підхід та сучасні технології промисловості, які дозволяють дуже швидко моделювати різні варіанти напрямків розвитку, з високою точністю прогнозувати їх результати та вибрати найбільш оптимальний [1, 2].

Досягти сталого розвитку регіонів надзвичайно важко, адже близьке сусідство з іншими державами формує загрозу екологічної небезпеки, а глобалізація, що стрімко набрала обертів, сприяє утворенню та загостренню економічних та соціальних небезпек, що зрештою торкаються регіонального розвитку.

З екологічної точки зору, сталий розвиток має забезпечувати цілісність біологічних і фізичних природних систем. Особливе значення має життєздатність екосистем, від яких залежить глобальна стабільність всієї біосфери. Основна увага приділяється збереженню можливостей до самовідновлення і динамічної адаптації таких систем до змін, а не збереження їх у деякому «ідеальному» статичному стані. Можлива втрата різновидів природних ресурсів, забруднення навколишнього середовища і втрата біологічного розмаїття скорочують здатність екологічних систем до самовідновлення [3–5].

Аналіз останніх досліджень та літератури. Тема енергоносіїв, їх роль у світовій політиці та економіці є об'єктом підвищеної уваги вже близько 40 років. Дослідження енергетичних ринків та енергетичної політики представлені в роботах Дж. Бизанта, Т. Густафсона, Д. Єргіна, Я. Куммінс, У. Леві, Дж. Мітчела, А. Самсона, Дж. Силовича, Д. Ягер, В.І. Калюжного, М. Клера, А.Ф. Клименко, Б.С. Лукшина, А.Г. Москвіна, С.А. Караганова, К.В. Симонова, М. Сімурдіча, Е.А. Телегіної, І.Р. Томберг та інших. При написанні цієї роботи були використані матеріали та наукові статті, присвячені аналізу енергетичних інтересів і геополітичних стратегій учасників світового енергетичного ринку, а також проблемам та перспективам енергетичної політики. Особливо слід виділити літературу, присвячену аналізу геостратегічної та геоекономічної ролі України в новітній історії [5–10]. Важливе значення для дослідження представляли праці інших фахівців. В основі робіт цих авторів лежить комплексний підхід до вивчення причин ігнорування, щодня зростаючого на сотні тисяч тон кількості твердих побутових відходів, без чого розуміння ситуації енергетичного дефіциту в світі було б не повним, а можливо навіть і не вірним. Найбільш значущими для розуміння процесів, що відбуваються в світі і тісно пов'язаних з енергетичною політикою України, виявилися роботи вітчизняних дослідників – і інших.

Окремі аспекти енергетичного міксу, проблеми та перспективи енергетичної політики України аналізуються в роботах таких вітчизняних вчених, як Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, П.О. КАПУСТЕНКО, О.Г. БУРДО, А.А. ДОЛИНСЬКИЙ, Г.Г. ГЕЛЕТУХА, В.Г. БУРЛАКА, Б.А. ТРОШЕНЬКІН та ін [11–18]. Незважаючи на наявність ряду цінних праць з проблем, так чи інакше пов'язаних з окремими питаннями енергетичного міксу, необхідно відзначити, що в них немає комплексного узагальнюючого дослідження конкретних прикладних технологій взаємодії уряду і регіональних влад з провідними науковими співробітниками України. У вже існуючих роботах з проблем енергетичного міксу недостатньо уваги приділено способам і методам просування утилізації твердих побутових відходів. У той же час дане дослідження відрізняється тим, що спрямоване саме на вивчення питань місця, ролі і значення технологій енергетичного міксу в реалізації енергетичних проектів України, що робиться вперше.

Слід зазначити, що ступінь наукової розробленості теми енергетичного міксу представляється недостатньою, а значить, спроба узагальнюючого дослідження даної проблематики є необхідною.

Актуальність та своєчасність дослідження. Обрана тема дослідження представляється значущою для науки і практичної політики держав у галузі забезпечення енергоресурсами промислових галузей і регіональних муніципальних підприємств, що особливо помітно на пострадянському просторі:

1) це пов'язано із зростаючою роллю енергетичного фактора в сучасних технологіях і процесах в умовах посилення конкуренції і навіть конфронтації на енергетичних ринках;

2) питання взаємодії в енергетичній сфері є не тільки предметом наукових дискусій, але й реальної політики, що серйозним чином актуалізує проблематику дослідження питань енергетичного міксу;

3) в умовах глобалізації та розвитку високотехнологічного суспільства для просування конкретних енергетичних проектів виявляється вже недостатньо використання традиційних енергетичних ресурсів;

4) зростання конкуренції за енергоресурси та енергетичні ринки вимагає від учасників цього процесу реалізації не лише формальних процедур, а й нових технологічних рішень;

5) успіх енергетичної політики в сучасному світі залежить не тільки від міжурядових угод, нормативних актів, уточнюючих підписаних домовленостей, а також діяльності спільних підприємств;

6) просування інтересів енергетичних компаній і країн, які вони представляють, вже неможливо без активного використання комплексу технологічних прийомів і методів, здатних формувати сприятливий для компанії і конкретного енергетичного проекту клімат не тільки в політичному і громадському середовищі тієї чи іншої країни, а й на рівні наднаціональних інститутів.

Все вищесказане найбезпосереднішим чином відноситься до енергетичної політики України. Актуальність заявленої теми дослідження визначена значущою геополітичною роллю України в сучасному світі. Енергетична політика України в контексті забезпечення національної безпеки повинна стати незалежною від змін складу уряду та бути основним стратегічним пріоритетом для влади. Таку думку висловили експерти в рамках круглого столу в УНІАН на тему «Криза в Україні: джерела її виникнення та шляхи подолання», організованого Європейською економічною палатою в Україні спільно з Інститутом еволюційної економіки. За словами директора Інституту еволюційної економіки Ігоря Макаренка, чинна влада з незрозумілих причин не залучає науковий потенціал України для реформування енергосистеми [19].

Але, на превеликий жаль, енергоефективні технології розглядають, в основному, як нові способи освітлення (наприклад, плазмові світильники), в опаленні (інфрачервоне опалення, теплоізоляційні матеріали), а не з точки зору використання нових видів енергетичних ресурсів, отриманих з ТПВ на комплексних підприємствах енергетичного міксу.

Матеріали та результати дослідження. Характерною ознакою комплексних підприємств енергетичного міксу може бути інтегрований показник енергоефективності, що означає ефективне (раціональне) використання усіх енергетичних ресурсів – з урахуванням твердих побутових відходів (ТПВ) у якості вторинних енергетичних ресурсів. Таким чином, можна переходити до використання меншої кількості первинних енергетичних ресурсів для того ж рівня енергетичного забезпечення будівель або технологічних процесів на виробництві.

Ця галузь знань перебуває на стику технології та інженерії, економіки, юриспруденції і соціології. Навідміну від енергозбереження (заощадження, збереження енергії), головним чином спрямованого на зменшення енергоспоживання, енергоефективність (корисність енергоспоживання) – корисне (ефективне) витрачання енергії.

Об'єктом дослідження є концепції енергетичного міксу на основі аналізу пріоритетів утилізації ТПВ конкретно в кожному регіоні України, вивчення основних напрямків утворення ТПВ та процесу поділу на складові, з метою вибору науково-обґрунтованих методів їх використання як вторинної сировини. Предмет дослідження – технології, методи і способи, що застосовуються різними компаніями з утилізації ТПВ; розробка методів контролю властивостей та ідентифікації ТПВ з метою забезпечення якості отриманої з них вторинної сировини; вибір і розробка технологічних схем і технічних механізмів реалізації комплексних проектів утилізації ТПВ для розширення процесів ресурсозбереження та енергоефективності.

Таким чином, аналіз технологій енергетичного міксу і їх застосування в енергетичному співробітництві представляє не лише наукову, а й практичну проблему, безпосередньо пов'язану з національними інтересами нашої країни, що в свою чергу визначає важливість та актуальність обраної теми дослідження. Але найголовніше – Україні необхідно мати свій власний стратегічний план. Регіональні рамки та обґрунтування вибору казусів дослідження визначені самою постановкою проблеми – аналізом технологій енергетичного міксу України.

В останні роки наукова спільнота приділяє належну увагу технологіям енергетичного міксу як способам просування інтересів різних авторів в енергетичній політиці. Однак, незважаючи на наявність деякої кількості досліджень з різних аспектів проблемних областей, узагальнюючих наукових робіт, присвячених аналізу технологій комплексних енергетичних проектів реальних результатів в області технологій енергетичного міксу доки немає. Існуючий дуже малочисельний масив літератури, дозволяє досліджувати проблематику заявленої теми, яку доцільно розділити на три групи. Першу складає група праць, присвячених можливим теоретичним аспектам формування і розвитку технологій енергетичного міксу.

Друга група включає літературу з проблем взаємодії у сфері світової енергетики і зокрема енергетичного міксу. До третьої групи відносяться література з проблем сучасного розвитку енергетичного міксу, а також з різних питань – політичних, економічних, екологічних, але аж ніяк не технологічних, енергетичного міксу, та ще й на комплексних підприємствах різних галузей промисловості.

В той же час, оскільки дослідження технологій, що використовуються в країнах ЄС, в рамках даної роботи не представляється можливим, на тлі загального аналізу технологічного забезпечення енергетичної політики України. Конкретними казусами вивчення ролі енергетичного міксу в процесі енергетичної взаємодії обрані регіони України. Справа в тому, що без встановлення чітких і довгострокових відносин з промисловими підприємствами регіонів України, неможлива реалізація значущого на найближчі роки проекту енергетичного міксу. У той же час розвиток практичної взаємодії викликає найбільші труднощі як в економічному, так і в технологічному сенсі, що змушує приділяти особливу увагу новим технологіям, застосовуваним в просуванні енергетичної політики України в цілому.

Основна мета даної роботи полягає в аналізі можливих технологічних засобів, методів і особливостей взаємодії підприємств енергетичного міксу з науковими, державними, громадськими та бізнесовими структурами України у сфері ресурсозбереження та енергоефективності. Досягнення поставлених цілей вимагало вирішення наступних завдань концепції утилізації ТПВ:

- проаналізувати теоретичні аспекти та концептуальні засади вивчення складових енергетичного міксу і застосування нових технологій;
- охарактеризувати з точки зору нових технологій пріоритетні напрямки та особливості енергетичного міксу сучасної України з урахуванням особливостей промислового розвитку регіонів;
- вивчити специфіку енергетичного міксу, насамперед, в якості системного підходу до дослідження енерготехнологічних проблем – економічний і екологічний баланси ефективного використання ресурсів і достатньо комфортного проживання населення;
- узагальнити можливості зниження енергетичної кризи, пов'язані з вкрай нерівномірним розподілом енергоносіїв між країнами – ТПВ виробляють все;

- визначити комплекс дієвих технологій енергетичного міксу з метою означення національних інтересів України у сфері підвищення енергоефективності використання різновидів енергетичних ресурсів.

Основна наукова гіпотеза дослідження. Комплексні підприємства енергетичного міксу в період високих цін на енергоносії представляють для України важливу й актуальну проблему державного значення, що безпосередньо пов'язана із впровадженням ресурсозберігаючих технологій, ефективним використанням енергоресурсів, запобіганням екологічних катастроф. Концепція енергетичного міксу сприяє посиленню наукового потенціалу, отримання нових знань, здійсненню наукових досліджень щодо пошуку, розвідки та видобутку нетрадиційних джерел енергії з метою розвитку промисловості, покращення доступу місцевого населення до енергетичних ресурсів, здійснення екологічного моніторингу і впливу на довкілля (інституційна спроможність). Успішний розвиток концепції енергетичного міксу є неможливим без активізації традиційної та впровадження інноваційної, науково-обґрунтованої діяльності, а також застосування широкого спектру енергоефективних технологій, інформаційно-комунікативних загальних і регіональних методів, спрямованих на надання впливу на осіб, що приймають рішення.

Наукова новизна дослідження полягає в тому, що дана робота є одним з наукових досліджень ролі і значення технологій енергетичного міксу з використанням ТПВ, їх ідентифікації з точки зору енергоносіїв та практиці енергетичної взаємодії різновидів джерел енергії. Застосування енергоефективного підходу в поєднанні з аналізом інноваційних технологій для дослідження енергетичного міксу в такому стратегічно важливому регіоні, як Україна, також свідчить про наукову новизну роботи.

Проведене нами дослідження вносить певний внесок у вивчення технологій енергетичного міксу з участю ТПВ, що може бути застосованим в процесі реалізації енергетичної політики України. Ряд положень і висновків проведеної роботи може стати основою для подальших теоретичних і прикладних досліджень в галузі енергетичної політики, енергоефективності, ресурсозбереження і розвитку регіонів. Теоретичні положення даної роботи можуть сприяти вдосконаленню методики вивчення комплексних технологій енергетичної взаємодії.

Теоретичне осмислення проблем енергетичного дефіциту, з яким постійно стикається Україна при організації нової промислової політики розвитку регіонів, дозволить, зокрема, позначити шляхи розширення ринку енергоносіїв майбутнього. Крім того, проведені дослідження дозволили виявити поки не використані ресурси ТПВ, технології та технологічні методи посилення позицій України на енергетичному ринку ЄС і США. Використання твердих побутових відходів (ТПВ) відноситься до питань, які сформувалися в актуальну проблему ще в 70–80 рр. минулого сторіччя, що було викликано наступними причинами:

1) Екологічна складова – забруднення середовища проживання людини значними кількостями ТПВ.

2) Технологічна складова – можливість багаторазового використання більшості ТПВ різного походження.

3) Енергетична складова – зниження запасів енергоносіїв у всьому світі, які є одночасно і сировиною для ряду галузей промисловості.

Але, вже дуже скоро ця проблема поповнилася новими складовими, які малися на увазі і раніше в пунктах 2 і 3 наведеної вище класифікації, тому її можна продовжити:

1) Ресурсозбереження, яке можна представити у вигляді складових для ТПВ: ресурсовміст, ресурсоемність, ресурсоекономічність і утилізованих, що означає – з одного боку, збереження первинних ресурсів, та їх економія, з іншого боку.

2) Енергоефективність, насамперед, у вигляді енергозберігаючих технологій для виробництва продукції з раціональним використанням енергії, які дають можливість одночасно зменшити енергетичне навантаження на навколишнє середовище і істотно знизити кількість відходів, одержуваних при виробництві сировини та виробів або експлуатації різного виду продукції.

Енергоефективність в даний час один з пріоритетів політики будь-якого підприємства або компанії, що працюють у різних сферах виробництва. І це обумовлено, насамперед, тим, що питомі енерговитрати на виробництво основних видів продукції в Україні значно вищі, ніж у західноєвропейських країнах. Однією з основних причин такого стану є застарілі технології, обладнання та прилади.

Уже перша спроба формулювання поняття тверді побутові відходи (виключаючи промислові відходи, перероблені відразу після їх утворення) навіть з точки зору інженера-технолога, дозволяє сказати наступне:

- відходи – це речовини, вироби і напівфабрикати продукції, що пройшли стадію експлуатації і вибули з неї в результаті втрати визначених нормативними документами якостей;

- а також вони легко розділяються на складові компоненти і суміші перерахованих вище видів відходів, визнані непридатними для подальшого використання в рамках розглянутих технологій.

Слід зазначити, що ці дві групи відходів вимагають багатостадійної і багатопланової взаємозалежної класифікації за різними ознаками, яка обов'язково повинна корелювати з питаннями накопичення і розміщення відходів: збирання, використання, знешкодження, транспортування та розміщення, тобто з питаннями поводження з відходами. Головна мета такої класифікації – оптимізація вибору науково-обґрунтованих спрямованих методів енергоефективності та ресурсозбереження, переробки максимальної кількості відходів, а не їх захоронення, спалювання, піроліз або інші методи знищення, посилюючі навантаження на навколишнє середовище. Слід зазначити, що спалювання та піроліз повинні мати місце для певної групи відходів, але це мають бути науково-обґрунтовані методи, що вимагають своєї особливої класифікації та нормативної бази.

Найбільш поширена класифікація відходів в літературних джерелах, спрямованих на використання різних видів відходів, може бути представлена наступною узагальненою схемою:

1. За походженням – відходи виробництва та відходи споживання;
2. За агрегатним станом – тверді, рідкі та газоподібні;
3. По класу небезпеки для навколишнього природного середовища – надзвичайно небезпечні; високо небезпечні; помірно небезпечні; мало-небезпечні і практично безпечні.

У ряді держав існує класифікатор відходів, в якому кожному виду відходів залежно від джерела його походження привласнюється ідентифікаційний номер.

Відходи виробництва (промислові відходи) це тверді, рідкі та газоподібні відходи виробництва, отримані в результаті хімічних, термічних,

механічних та інших перетворень матеріалів природного та антропогенного походження. Відходи певної продукції – невживані залишки сировини та/або такі, що виникають в ході технологічних процесів речовини і енергії, що не піддаються утилізації.

Частина відходів, яка може бути використана в тому ж виробництві, називається зворотними відходами. Сюди входять залишки сировини та інших видів матеріальних ресурсів, що утворилися в процесі виробництва товарів (виконання робіт, надання послуг). Через часткові втрати деяких споживчих властивостей, зворотні відходи можуть використовуватися в умовах зі зниженими вимогами до продукту, або з підвищеною витратою, іноді вони не використовуються за прямим призначенням, а лише в підсобному виробництві. При цьому залишки сировини та інші матеріальні цінності, які передаються в інші підрозділи як повноцінна сировина, у відповідності з технологічним процесом, а також попутна продукція, що отримується в результаті здійснення технологічного процесу, не відносяться до зворотних відходів.

Відходи, які в рамках даного виробництва не можуть бути використані, але можуть застосовуватися в інших виробництвах або є цільовими об'єктами для утворення складових енергетичного міксу, можна назвати вторинною сировиною. Відходи, які на даному етапі технічного та економічного розвитку переробляти недоцільно утворюють безповоротні втрати сировини, їх попередньо знешкоджують в разі небезпеки і захоплюють на спецполігонах.

Відходи споживання утворюються в промисловості і в побуті, а побутові відходи – це тверді відходи, утворені в результаті побутової діяльності людини. При поводженні з відходами необхідні відповідні Законодавчі акти та нормативно-правові документи, що регламентують поводження з відходами, які поділяються на: закони, Кодекси та Постанови Уряду; санітарні норми і правила; будівельні норми і правила; стандарти і технічні умови; норми і правила щодо поводження з небезпечними речовинами та по роботі на небезпечних об'єктах. До таких документів можна віднести: нормування утворення, використання та розміщення відходів.

Промислові відходи раніше просто вивозили на звалища, направляли у відвали і сховища. В даний час відходи розміщують переважно на

спеціально спроектованих і обладнаних полігонах. Частина промислових відходів тимчасово накопичується на підприємствах, відповідно до встановленими лімітами на утворення та накопичення відходів. Деякі відходи вимагають знешкодження перед розміщенням на звалищах, полігонах або у відвалах. Одні з найбільш об'ємних промислових відходів – це відходи вуглецьутримуючі матеріали. Нафтовидобувна і нафтопереробна промисловість, вугледобувна та інші види промисловості є джерелами небезпечних відходів також містять вуглець. Для їх знешкодження використовують різні методи і технології.

Сучасні наукові розробки дозволяють знешкоджувати більшу частину промислових відходів, зменшувати їх обсяг і забезпечити максимальну безпеку. Сьогодні знешкодження небезпечних відходів можна провести термічними, фізико-хімічними, хімічними та іншими способами. Так, наприклад, за допомогою методів, окислювально-відновних реакцій, реакцій заміщення відбувається перехід різних токсичних і небезпечних сполук в нерозчинну форму.

Але, слід відзначити, що кількість відходів виробництва і споживання зростає так швидко, що утворення відходів стало важливою проблемою великих міст і великих виробництв. Небезпека відходів визначається їх фізико-хімічними властивостями, а також умовами їх зберігання або розміщення в навколишньому середовищі.

Для відходів необхідним, на наш погляд, є складання паспорта відходів, визначення класу небезпеки та лімітів на розміщення відходів у навколишньому середовищі, лімітів на накопичення на підприємстві та інших документів.

Алгоритм виконання завдання для вирішення питань ідентифікації та математичного моделювання задач комплексного проекту енергетичного міксу досить складний, його рішення вимагає спеціальної професійної підготовки в цілому з урахуванням останніх досягнень в інноваційному напрямку проекту (рис. 1). Комп'ютерне моделювання дає можливості врахування великої кількості факторів, які мають вплив на протікання реальних процесів і забезпечують високу точність передбачення їх поведінки при розрахунках.

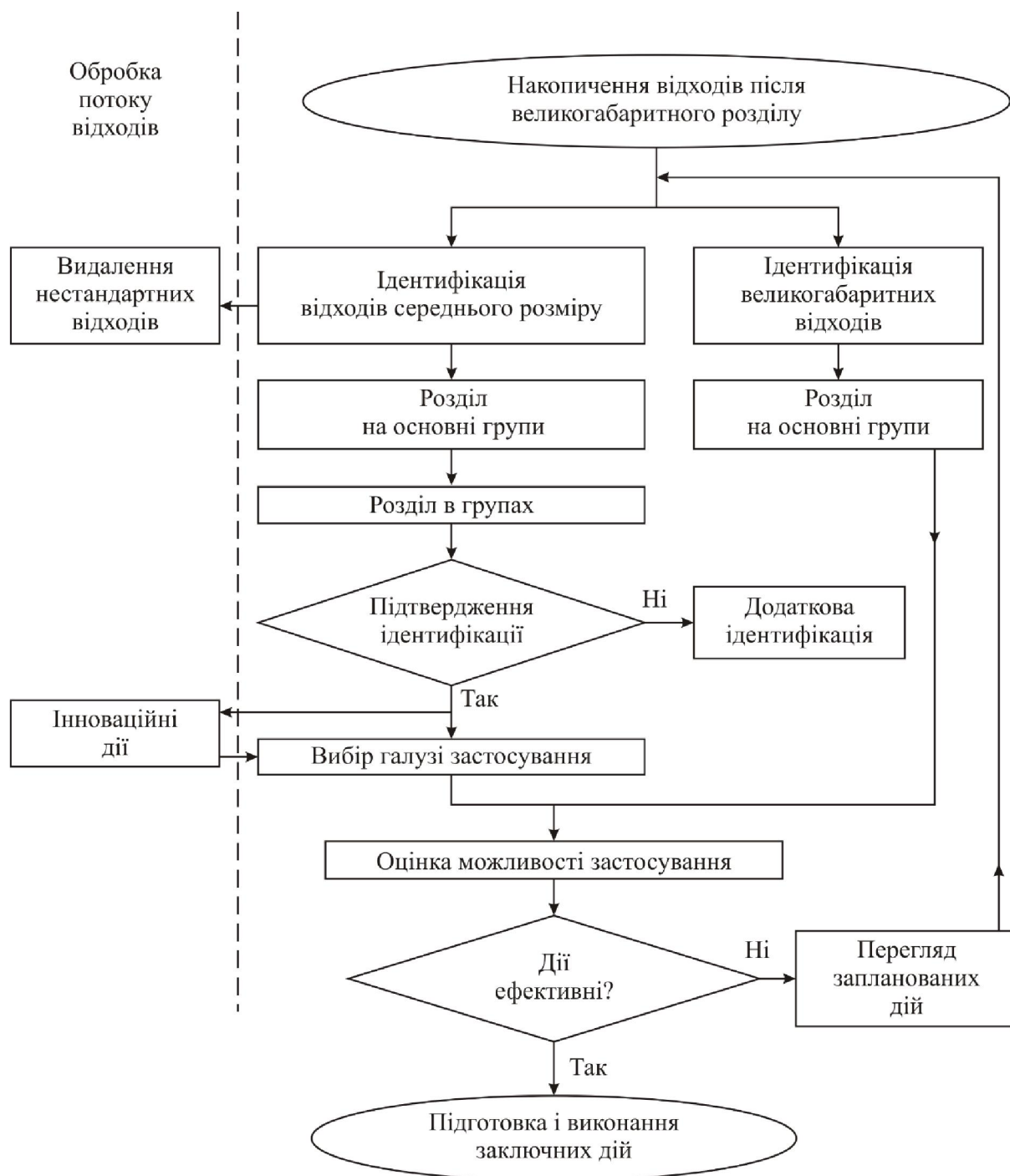


Рис. 1. Алгоритм процесів ідентифікації полімерних відходів

Для оцінки параметрів технологічних процесів виробництва, спроектованих раніше, які працюють і зараз, необхідно провести критичний аналіз і, можливо, перерахунок за багатьма складовими проєктів з урахуванням результатів сучасної методології комп'ютерного моделювання. При побудові фізико-хімічних і фізико-механічних моделей ми розроби-

ли модельні уявлення про механізм реальних процесів хімічної технології [1–4, 6]. Методологічні принципи утворення таких моделей в основі мають визнання того факту, що різні хіміко-технологічні процеси базуються на однакових законах фізики і хімії, наприклад, на вивченні процесів гідродинаміки, масо- і теплопередачі, хімічної кінетики, процесів фазових переходів та ін.

Варіативність результатів функціонування комплексних інноваційних проектів з урахуванням технологічних та інших процесів виробництва залежить від великої кількості факторів, але ключовими з них можна відзначити: особливості інфраструктури, тип і стан всіх складових проекту – від технології до кваліфікації персоналу. Поряд з цим для кожної ланки окремої операції існує свій індивідуальний набір особливостей на основі яких можна спрогнозувати можливі відхилення і дії з інноваційної корекції. Технологічні процеси здатних до переробки полімерних відходів (рис. 2) включають в себе стадію їх ідентифікації за властивостями вторинної полімерної сировини; попередньої підготовки, яка полягає в подрібненні (операції 2 і 5) і очищенні сировини (операції 1, 3, 4) [1–4, 6] і подальшої переробки у вироби нового асортименту.

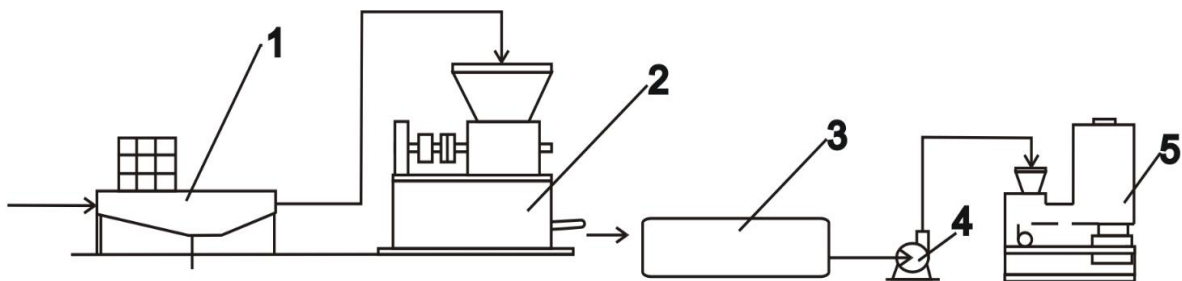


Рис.2. Технологічна схема попередньої підготовки відходів

Проведені нами дослідження якісного та кількісного складу кисневісних і ненасичених груп, а також молекулярної рухливості вторинного поліетилену, отриманого, наприклад, з поліетиленової плівки різної тривалості експлуатації [4, 20, 21], показують, що основними напрямками модифікації з метою підвищення технологічних властивостей і міцності вторинного матеріалу повинні бути методи, що враховують ступінь його окислення.

1. Введення в невеликих кількостях стабілізаторів, змазок та інших добавок для модифікації властивостей виробів нового призначення, наприклад, тари для хімічної продукції, миючих речовин та інших;
2. Створення композицій для переробки шляхом суміщення з іншими термопластами і еластомерами, як первинними, так і вторинними;
3. Просторове зшивання вторинної полімерної сировини у процесі переробки – формування виробу, наприклад, кришки для люків різного призначення властивостей та форми;
4. Створення композицій для спінювання та отримання виробів, наприклад, будівельного призначення зі спінених полімерів;
5. Введення хімічних добавок в процесі переробки вторинної полімерної сировини у вироби, що руйнують гельфракцію і тим самим підвищують продуктивність обладнання та якість виробів;
6. Створення наповнених полімерних композицій з метою зниження ціни виробів, наприклад, будівельного призначення.

В даний час з перерахованих методів використання полімерних відходів, найбільш перспективними з точки зору ресурсозбереження є напрямки отримання доброякісних виробів із вторинних полімерів, зокрема з поліетиленової плівкової упаковки [4, 20, 21]. Це дозволить розширити сировинну базу для виробництва виробів і підвищити ефективність використання сировини з урахуванням властивостей відходів різного походження, їх складу і можливості організованого збору.

Необхідно враховувати, що введені у вторинні полімери добавки, повинні коригувати нові придбані в результаті експлуатації властивості і полегшувати їх переробку. Тобто функція введення інгредієнтів для вторинних полімерів дещо інша, ніж для первинних полімерів – це науково-обґрунтована корекція властивостей нових матеріалів з урахуванням умов і термінів попередньої експлуатації.

Слід відзначити, що фактично в Україні зараз з об'єктивних обставин не має наукових, науково-технічних (НТР) та дослідно-конструкторських робіт (ДКР), спрямованих на модернізацію існуючого та створення і впровадження у виробництво нового обладнання, розроблення і освоєння нових технологій енергетичного міксу, але такі наукові об'єднання за участю вищих навчальних закладів у якості експертів та співвиконавців конче необхідні зараз. При цьому загальні обсяги фінан-

сування НТР та ДКР у розрахунку на одного виконавця у 50–80 разів нижчі ніж у провідних країнах світу [19].

Для досягнення необхідного рівня науково-технічного забезпечення з утворення підприємств енергетичного міксу та подальшого підвищення рівня його розвитку за вимогами світового науково-технічного поступу необхідно здійснити невідкладні і перспективні багатопланові заходи, основними з яких є такі:

1) збільшення фінансування НТР, що виконуються державними вищими навчальними (ВНЗ) та по суті мають кадровий науковий потенціал, а тобто і статус наукового навчального закладу згідно з пріоритетними напрямками розвитку галузей енергетичного міксу;

2) започаткування для оцінки НТР нових форм комплексної багаторівневої експертної організації ВНЗ на безкоштовній основі, яка може отримати свої кошти тільки на етапі промислового впровадження їх результатів;

3) започаткування мережі вітчизняних комплексних інноваційно-технологічних та інформаційно-аналітичних консультативних центрів на основі ВНЗ до роботи у яких треба залучати провідних науковців і фахівців за новими критеріями відбору, а не за наявності ступеня доктора наук, але це не менеджери як зараз – це, наприклад, інженери-технологи вищої кваліфікації за наявності ступеня кандидата наук;

4) надання пільг для зменшення учбового навантаження та іншого відповідного статусу викладачам ВНЗ, які займаються розвитком нетрадиційних конкретних комплексних інноваційних систем підготовки кадрів, в тому числі, наукових кадрів вищої кваліфікації, що відповідає вимогам та пріоритетам розвитку галузей енергетичного міксу;

5) розвиток матеріально-технічної бази ВНЗ, оснащення їх сучасним обладнанням та приладами науково-дослідних інститутів та центрів енергетичного профілю;

6) створення центрів для роботи на основі міжнародної кооперації, що дасть можливість для вивчення та використання світового досвіду розвитку техніки і технологій в енергетичних галузях, зокрема в напрямках пошуку нових джерел і методів отримання енергії;

7) ефективне планування на основі науково-обґрунтованих ідей та координація діяльності з науково-інженерної та проектно-конструкторської підтримки шляхом заключення госпдоговірних робіт;

8) відтворення систем підготовки та перепідготовки спеціалістів основних професій у галузях інноваційних комплексних підприємств енергетичного міксу;

9) розширення участі України у виконанні міжнародних наукових і науково-технічних програм, активізація діяльності в міжнародних енергетичних організаціях з метою поступового просування до більш складних організаційних форм міжнародної кооперації;

10) створення на базі провідних українських ВНЗ організацій міжнародних енергетичних науково-технічних центрів, перш за все для розв'язання проблемних питань розвитку енергоефективності на інноваційних комплексних підприємствах енергетичного міксу;

11) забезпечення державної підтримки розповсюдження інформації щодо нових перспективних вітчизняних проектів, розробок і технологій серед світового співтовариства з метою розширення їх впровадження в Україні та за кордоном;

12) формування сучасних технологій підготовки і прийняття політичних та економічних рішень у сфері енергоефективності на інноваційних комплексних підприємствах енергетичного міксу, впровадження нових форм співпраці уряду і законодавчої влади з науковими та професійними асоціаціями ВНЗ;

13) забезпечення активної участі наукових і консультаційних центрів ВНЗ у розробленні економічно обґрунтованих механізмів реалізації енергоефективності на інноваційних комплексних підприємствах енергетичного міксу;

14) створення механізмів контакту інноваційних структур ВНЗ з метою забезпечення органів державної влади усіх рівнів достовірною і повною інформацією про стан справ з енергозабезпечення країни і регіонів та із забезпечення цивільного захисту у сфері техногенної безпеки.

Для забезпечення науково-технічної підтримки розвитку галузей енергетичного міксу необхідно організувати тісну та ефективну взаємодію академічної, галузевої й вузівської науки (яка ще має на даний мо-

мент великий науковий потенціал), перш за все це національні політехнічні університети та їх співпрацю з енергетичними компаніями.

Висновки даного дослідження і перспективи подальших досліджень в даному напрямку. Виходячи з поставлених цілей і сформульованої гіпотези, основні висновки та рекомендації складені зокрема, на підставі проведеного аналізу технологій енергетичного міксу як сукупності засобів, методів і особливостей взаємодії на енергетичному ринку з урахуванням використання усіх складових ТПВ. З одного боку, енергетичний чинник для України є способом і механізмом її розвитку та подальшого підвищення науково-технічного забезпечення за вимогами світового науково-технічного поступу. З іншого – надає можливість успішного енергетичного співробітництва з країнами ЄС з застосуванням широкого спектра технологій енергетичного міксу.

Можна виділити основні специфічні можливості енергоефективних та ресурсозберігаючих процесів в технології ідентифікації полімерних відходів ТПВ для оптимально організованого комплексного інноваційного проекту енергетичного міксу:

1) високий ступінь компетентності в ідентифікаційних процесах ТПВ ще на початкових стадіях виготовлення виробів і, як правило, достатній практичний і теоретичний досвід з питань вирішення нестандартних рішень утилізації полімерних відходів;

2) напрямком отримання вторинних полімерів на комплексних підприємствах із залученням методів математичного моделювання для оптимізації процесів є найбільш перспективним з точки зору ресурсозбереження, що дозволить розширити сировинну базу для виробництва виробів і підвищить ефективність використання сировини на основі вивчення властивостей відходів різного походження, їх складу, можливості організованого збору і спрямованої модифікації;

3) у пропорованих комплексних системах можливе створення безвідходних оптимальних технологічних процесів на існуючих підприємствах хімічної промисловості, які в даний час завантажені на 30%;

4) систему утилізації ТПВ і, зокрема, полімерних відходів, не можна розглядати як чисто технологічну, намагаючись аналізувати і враховувати в еволюції її розвитку логіку, яка підпорядковується міркуванням виключно технологічної або техніко-економічної доцільності;

5) необхідно зазначити, що система утилізації полімерних відходів і вибір промислових об'єктів для реалізації цих процесів є найважливішим важелем соціальної політики в руках регіональних органів влади, які формують якість життя населення і зобов'язані займатися екологічними питаннями в тому чи іншому регіоні.

Список літератури: 1. Герасимчук З.В. Стимулювання сталого розвитку регіону: теорія, методологія, практика: Монографія / Герасимчук З.В., Поліщук В.Г. – Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2011. – 516 с. 2. Гринів Л.С. Екологічно збалансована економіка: проблеми теорії: Монографія. – Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2001. – 240 с. 3. Білорус О. Г. Глобальна перспектива і сталий розвиток: / О.Г. Білорус, Ю.М. Мацейко. – К.: МАУП, 2005. – 492 с. 4. Бухкало С.І. Екологічна безпека як складова концепції утилізації відходів для комплексних підприємств енергетичного міксу // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». 2014. – № 49. С. 42–56. 5. Energy efficient cities : assessment tools and benchmarking practices / World Bank ; ed. R.K. Bose. - Washington : The World Bank, 2010. - XVIII, 227 p. 6. Energy resources, energy policy and democratic development in the Baltic Sea region / ed. M.-B. Schartau, – Gdansk : Wydaw. Uniw. Gdanskiego ; Berlin : Nordeuropa-Inst. der Humboldt-Univ. zu Berlin, 2004. – 59 p. 7. Winds of change : East Asia's sustainable energy future / Xiaodong Wang [et al.] ; World Bank. – Washington : The World Bank, 2010. – XVII, 154 p. 8. Gromadzki, G. Energy game ; Ukraine, Moldova and Belarus between the EU and Russia /G, Gromadzki, W, Kononczuk; Stefan Batory Found. – Warsaw: Stefan Batory Found., 2007. 47 p. 9. Бурдо О.Г. Энергетический мониторинг пищевых производств - Одесса: Полиграф, 2008. – 244 с. 10. Мешалкин В.П., Товажнянский Л.Л., Капустенко П.А. Основы теории ресурсосберегающих интегрированных химико-технологических систем : Учебн. пособие. – Х.: НТУ «ХПИ». 2006. 412 с. 11. Эффективные компоненты теплообменных систем для процессов конверсии техногенных отходов / Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, П.А. КАПУСТЕНКО, С.И. БУХКАЛО, А.Ю. ПЕРЕВЕРТАЙ-ЛЕНКО, О.П. АРСЕНЬЕВА // Вестн. НТУ «ХПИ». – Х.: НТУ «ХПИ». 2011. № 21. С. 3–12. 12. Долинский А.А., Гелетуша Г.Г. Возможности замещения природного газа в Украине за счет местных видов топлива // Энергетическая политика Украины. № 3–4. 2006. 60–65 с. 13. Бурдо О.Г., Энергетические парадоксы в экономике // Problemele energeticii regionale. Termoenergetică. 1(21). 2013. 82–92 p. 14. Гелетуша Г.Г., Железная Т.А., Борисов И.И., Халатов А.А. Перспективы использования в Украине современных технологий термохимической газификации и пиролиза биомассы // Промышленная теплотехника. 1997. – т. 19, № 4–5, с. 115–120. 15. Гелетуша Г.Г., Железная Т.А. Обзор технологий газификации биомассы // Экологические и ресурсосбережение. 1998. № 2, с.21–29. 16. Гелетуша Г.Г., Марценюк З.А. Обзор технологий добычи и использования биогаза на свалках и полигонах твердых бытовых отходов и перспективы их развития в Украине // Экологические и ресурсосбережение. 1999. № 4, с.6–14. 17. G.G. Geletukha, T.A. Zhelyezna, S.V. Tishayev. Strategy of Bioenergy Development in Ukraine. Proceedings of the First World Conference and Exhibition on Biomass for Energy and Industry. Sevilla, Spain, 5-9 June 2000, vol. II, p.1260-1263. 18. Железная Т.А., Гелетуша Г.Г. Современные технологии получения жидкого топлива из биомассы быстрым пиролизом. Обзор. Часть 1и 2. // Промышленная Теплотехника, №4–5, 2005, с. 79–100. 19. Україна, агенство УНІАН. Энергетическая политика Украины должна стать независимой от изменений состава правительства / опубликовано на сайте: 2014-12-03. 20. Бухкало С.И.,

Гардер С.Е., Ольховская О.И. и др. Регулирование эффективности ресурсо- и энергосбережения на комплексных предприятиях по переработке отходов // *Вісник НТУ «ХПІ»*. – Х.: НТУ «ХПІ». 2012. – № 10. – с. 72–80. **21.** *Бухкало С.И.* Деякі властивості полімерних відходів у якості сировини для енерго- і ресурсозберігаючих процесів // *Інтегровані технології та енергозбереження*. – Х.: НТУ «ХПІ». 2014. – № 4. – с. 29–33.

Bibliography (transliterated): **1.** *Gerasimchuk Z.V.* Stimuljuvannja stalogo rozvitku regionu: teorija, metodologija, praktika: Monografija / *Gerasimchuk Z.V., Polishhuk V.G.* – Luc'k: RVV LNTU, 2011. – 516 p. **2.** *Griniv L.S.* Ekologichno zbalansovana ekonomika: problemi teorii: Monografija. – L'viv: LNU im. I. Franka, 2001. – 240 p. **3.** *Bilorus O. G.* Global'na perspektiva i stalij rozvitok: / O.G. Bilorus, Ju.M. Macejko. – Kyiv: MAUP, 2005. – 492 p. **4.** *Bukhhalo S.I.* Ekologichna bezpeka jak skladova koncepcii utilizacii vidhodiv dlja kompleksnih pidpriemstv energetichnogo miksu // *Visnik NTU «KhPI»*. – Kharkov.: NTU «KhPI». 2014. – No. 49, p. 42–56. **5.** Energy efficient cities : assessment tools and benchmarking practices / World Bank ; ed. R.K. Bose. – Washington : The World Bank, 2010. – XVIII, 227 p. **6.** Energy resources, energy policy and democratic development in the Baltic Sea region / ed. M.-B. Schartau, – Gdansk : Wydaw. Uniw. Gdanskiego ; Berlin : Nordeuropa-Inst. der Humboldt-Univ. zu Berlin, 2004. – 59 p. **7.** Winds of change : East Asia's sustainable energy future / Xiaodong Wang [et al.] ; World Bank. – Washington : The World Bank, 2010. – XVII, 154 p. **8.** *Gromadzki, G.* Energy game ; Ukraine, Moldova and Belarus between the EU and Russia /G, *Gromadzki, W, Kononczuk; Stefan Batory Found.* – Warsaw: Stefan Batory Found., 2007. 47 p. **9.** *Burdo O.G.* Jenergeticheskij monitoring pishhevych proizvodstv – Odessa: Poligraf, 2008. – 244 p. **10.** *Meshalkin V.P., Tovazhnjans'kij L.L., Kapustenko P.A.* Osnovy teorii resursoberegajushhijh integrirovannyh himiko-tehnologicheskijh sistem : Uchebn. posobie. – Kharkov : NTU «KhPI». 2006. – 412 p. **11.** Jeftektivnye komponenty teploobmennyh sistem dlja processov konversii tehnogennyh othodov / *L.L. Tovazhnjans'kij, P.A. Kapustenko, S.I. Bukhhalo, A.Ju. Perevertajlenko, O.P. Arsen'eva* // *Visnik NTU «KhPI»*. – Kharkov : NTU «KhPI». 2011. – No. 21, p. 3–12. **12.** *Dolinskij A.A., Geletuha G.G.* Vozmozhnosti zameshhenija prirodnoho gaza v Ukraine za schet mestnyh vidov topliva // *Jenergeticheskaja politika Ukrainy*. No. 3–4. 2006. 60–65 p. **13.** *Burdo O.G.*, Jenergeticheskie paradoksy v jekonomike // *Problemele energeticii regionale. Termoenergetica*. 1(21). 2013. 82–92 p. **14.** *Geletuha G.G., Zheleznaja T.A., Borisov I.I., Halatov A.A.* Perspektivy ispol'zovanija v Ukraine sovremennyh tehnologij termohimicheskoy gazifikacii i piroliza biomassy // *Promyshlennaja teplotehnika*. 1997. – t. 19, No. 4–5, p. 115–120. **15.** *Geletuha G.G., Zheleznaja T.A.* Obzor tehnologij gazifikacii biomassy // *Jekotehnologii i resursosberezhenie*. 1998. No. 2, p.21–29. **16.** *Geletuha G.G., Marcenjuk Z.A.* Obzor tehnologij dobychi i ispol'zovanija biogaza na svalkah i poligonah tverdyh bytovykh othodov i perspektivy ih razvitija v Ukraine // *Jekotehnologii i resursosberezhenie*. 1999. No. 4, p. 6–14. **17.** *G.G. Geletukha, T.A. Zhelyezna, S.V. Tishayev.* Strategy of Bioenergy Development in Ukraine. Proceedings of the First World Conference and Exhibition on Biomass for Energy and Industry. Sevilla, Spain, 5–9 June 2000, vol. II, p.1260–1263. **18.** *Zheleznaja T.A., Geletuha G.G.* Sovremennye tehnologii poluchenija zhidkogo topliva iz biomassy bystryim pirolizom. Obzor. Chast' I i 2. // *Promyshlennaja Teplotehnika*, No. 4–5, 2005, p. 79–100. **19.** Ukraina, agenstvo UNIAN. Jenergeticheskaja politika Ukrainy dolzhna stat' nezavisimoj ot izmenenij sostava pravitel'stva / opublikovano na sajte: 2014-12-03. **20.** *Bukhhalo S.I., Garder S.E., Ol'hovskaja O.I. i dr.* Regulirovanie jeftektivnosti resurso- i jenergosberezhenija na kompleksnyh predpriyatijah po pere-rabotke othodov // *Visnik NTU «KhPI»*. – Kharkov.: NTU «KhPI». 2012. – No. 10. – p. 72–80. **21.** *Bukhhalo S.I.* Dejaki vlastivosti polimernih vidhodiv u jakosti sировини dlja energo- i resur-sozberigajuchijh procesiv // *Integrovani tehnologii ta energozberezhenija*. – Kharkov : NTU «KhPI». 2014. – No. 4. – p. 29–33.

Надійшла (received) 21.01.2015

Л.М. УЛЬЕВ, д-р техн. наук, проф. НТУ «ХПИ»;

А. МААТОУК, аспирант, НТУ «ХПИ»

ЭКСТРАКЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПРОЦЕССОВ РАЗДЕЛЕНИЯ ШИРОКОЙ ФРАКЦИИ ЛЕГКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ И ПРОПАН-ПРОПИЛЕНОВОЙ ФРАКЦИИ

Потенциал энергосбережения в процессах стабилизации ППФ, разделения ППФ и разделения ШФЛУ, исследуется в данной работе. Определены все технологические потоки, которые необходимы для интеграции процессов. Для уточнения теплофизических данных потоков, построена компьютерная модель процесса в программе UniSim. На основании анализа технологической схемы, собраны теплофизические данные технологических потоков, которые систематизированы и занесены в потоковую таблицу.

Ключевые слова: технологическая схема, пинч-анализ, потоковая таблица, легкие углеводороды, UniSim Design.

Введение. Эффективное энергосбережение является одной из наиболее распространенных проблем на химических и нефтехимических заводах. Несмотря на то, что процессы синтеза теплообменных сетей были тщательно изучены за последние полвека, большинство из них имеют ограничения, как по времени вычисления, так и в связи с их математической сложностью. Таким образом, они непрактичны для больших промышленных задач [1]. Потенциал энергосбережения в процессах разделения легких углеводородов на установках газодифракционирования и компримирования (ГиК) анализируется в данной работе.

На украинских НПЗ большая часть технологических установок строилась в 60-х и 70-х годах, когда цена энергоресурсов была очень низкая и экономии энергии не придавалось большого значения [2]. В последующие годы энергосберегающих мероприятий практически не производили. Поэтому энергопотребление в основных процессах нефтепереработки и нефтехимии на 30–60 % выше, чем в современных зарубежных установках. Сейчас, когда цены на энергоресурсы существенно выросли, вопрос энергоэффективности для данных производств является исключительно важным.

© Л.М. Ульев, А. Маатоук. 2015

Краткое описание технологической схемы производственного процесса разделения легких углеводородов. В данной работе с помощью метода пинч-анализа [3,4] анализируется энергопотребление в процессах стабилизации и разделения пропан-пропиленовой фракции (ППФ) и процесс разделения широкой фракции легких углеводородов (ШФЛУ) на установке газодифракционного и компримирования (рис. 1).

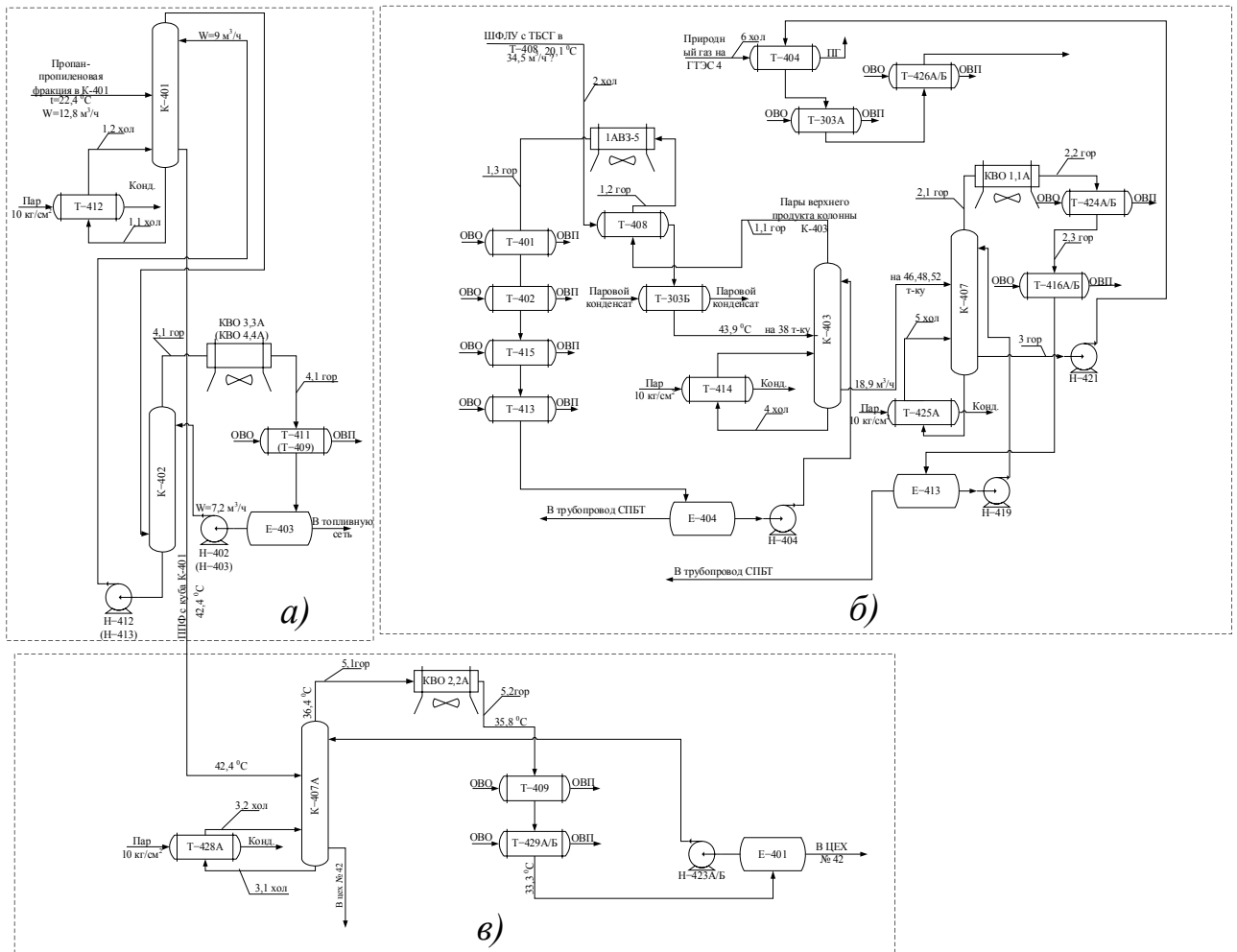


Рис. 1. Технологическая схема разделения легких углеводородов: а) – узел стабилизации ППФ; б) – разделение ППФ на ГИК; в) – разделение ШФЛУ на ГИК

ППФ подается в колонны K401, K402 (рис. 1а) с товарно-сырьевой базы. K401, K402 работают как одна колонна и предназначены для разделения пропан-пропиленовой фракции на фракцию легких углеводородов (C1, C2) и стабилизированную пропан-пропиленовую фракцию с после-

дующей её подачей в колонну К407А (рис. 1в), где происходит разделение ППФ на пропановую и пропиленовую фракции.

Пропан-пропиленовая фракция поступает в колонну К401. Пары с верха колонны К401 поступают в нижнюю часть К402.

Кубовый продукт колонны К402 подается на орошение верха колонны К401

Верхний продукт колонны К402 конденсируется в конденсаторах воздушного охлаждения и холодильниках КВО3,3А, Т411 и КВО4,4А, Т409 (рис. 1а), работающих параллельно, и поступает в рефлюксную емкость Е403.

Флегмовая жидкость из емкости Е403 подается на орошение колонны К402.

Стабилизированная пропан-пропиленовая фракция из Т412 подается на питание колонн К407А (рис. 1в).

Широкая фракция легких углеводородов (ШФЛУ) подается с товарной базы сжиженных газов. Разделение осуществляется в ректификационных колоннах К403, К407 (рис. 1в).

Депропанизатор К403 предназначен для выделения СПБТ из ШФЛУ. ШФЛУ подается в трубное пространство теплообменника Т408 (рис. 1б), где подогревается парами верхнего продукта колонны К403. Далее поток поступает в межтрубное пространство теплообменника Т303Б (рис. 1б), где подогревается паровым конденсатом, и с температурой 43,9 °С подается в среднюю часть колонны К403.

Пары СПБТ (смесь пропана и бутана технических) из колонны К403 поступают в межтрубное пространство теплообменника Т408, где часть тепла отдается ШФЛУ. В аппарате воздушного охлаждения 1АВЗ–5 пары конденсируются, конденсат охлаждается последовательно в холодильниках Т401, Т402, Т415, Т413 оборотной водой и поступает в приемный резервуар Е404 (рис. 1б). СПБТ из приемного резервуара Е404 подается на орошение в колонну К403.

Для поддержания температурного режима в колонне К403 предусмотрен рибойлер Т414.

Балансовое количество кубового продукта колонны К403 откачивается с коррекцией по уровню в рибойлере Т414 на загрузку в колонну К407 (рис. 1б).

Дебутанизатор К407 (рис. 1б) предназначен для разделения кубового продукта колонны К403 на технический бутан и пентан – гексановую фракцию.

Сырье – кубовый продукт колонны К403 подается в среднюю часть колонны К407. Пары технического бутана с верха колонны К407 конденсируются в конденсаторе воздушного охлаждения КВ0-1,1А, поступают в холодильники Т424 А,Б, далее в холодильники Т416 А,Б, где охлаждаются оборотной водой и поступают в приемный резервуар Е413.

Технический бутан из приемного резервуара Е413 подается на орошение верха колонны К407.

Для поддержания температурного режима в колонне К407 предусмотрен ребойлер Т425А.

Нижний продукт колонны К407 (фракция пентан–гексановая) через клапан регулятора уровня в ребойлере Т425А поступает в межтрубное пространство теплообменника Т404, где часть тепла отдается природному газу, поступающему на газотурбинную электростанцию ГТЭС 4, и после охлаждения оборотной водой в теплообменниках Т303А и Т426А,Б поступает в цех № 42.

Анализ существующего процесса. Анализ технологической схемы ХТС начинается с определения источников теплоты (горячие потоки) и стоков теплоты (холодные потоки). Технологическая схема разделения легких углеводородов (рис. 1) имеет пять горячих и шесть холодных потоков, которые могут принимать участие в теплообмене.

Для уточнения теплофизических данных материальных потоков и тепловых нагрузок была создана компьютерная модель процессов разделения легких углеводородов в программе «UniSim Design.» [5] (рис. 2).

Компьютерная модель процесса. В основу универсальной системы моделирования «UniSim Design» заложены общие принципы расчетов материально-тепловых балансов технологических схем. Как правило, любое производство состоит из стадий (элементов), на каждой из которых производится определенное воздействие на материальные потоки и превращение энергии. Последовательность стадий обычно показывается с помощью технологической схемы, каждый элемент которой соответствует определенному технологическому процессу, т.е. UniSim модель на рисунке 2, полностью по-

вторяет техпроцесс, показанный на рисунке 1. Соединения между элементами технологической схемы соответствуют материальным и энергетическим потокам, которые моделируются в «UniSim Design» с помощью заложенной математической модели. В целом моделирование технологической схемы основано на применении общих принципов термодинамики к отдельным элементам схемы и к системе в целом [5].

Уравнения состояния, Пенга-Робинсона [6] выбрано как метод расчета термодинамических свойств, поскольку при моделировании разделения легких углеводородов важны коэффициенты фазового равновесия.

При расчете системы взаимосвязанных аппаратов в «UniSim Design» последовательность расчета элементов определяется автоматически (или может быть задана пользователем). При наличии рециклов создается итерационная схема, в которой рецикловые потоки разрываются, и создается последовательность сходящихся оценочных значений. Эти значения получают замещением величин, рассчитанных при предыдущем просчете схемы или путем применения специальных методов ускорения расчета рециклов – Вегштейна (Wegstein) и Бройдена (Broyden). В исследуемом процессе есть пять операций рецикла, которые обозначены латинскими буквами: «RCY» (рис. 2).

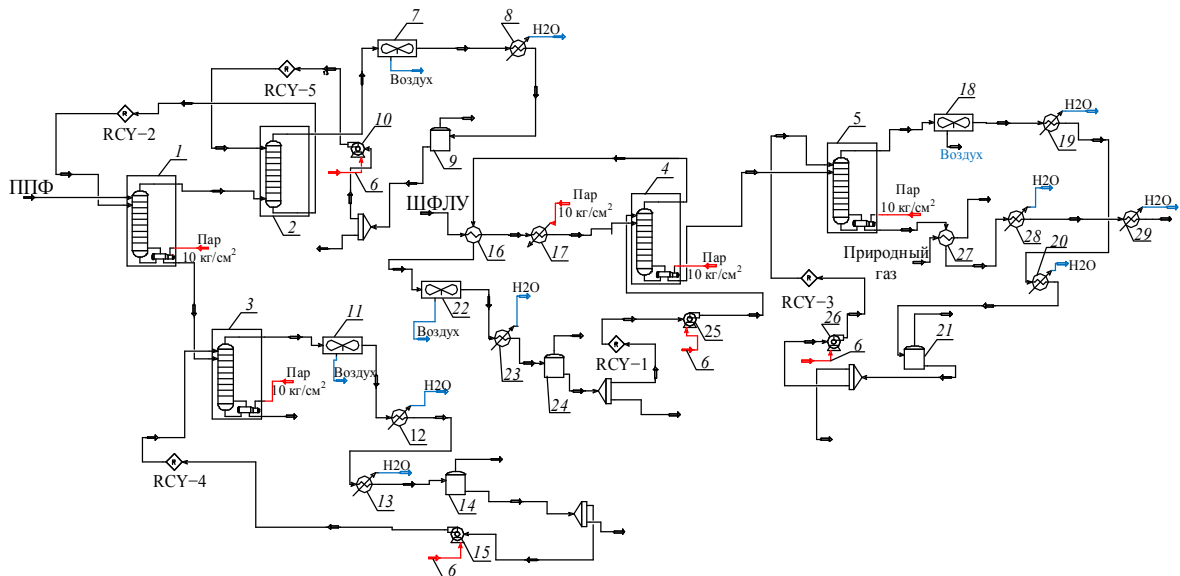


Рис. 2. UniSim модель процесса разделения легких углеводородов: 1–5 – колонны; RCY1–5 – операция рецикла; 6,15,17,25,26 – насосы; 7,11,18,22 – воздушные охладители, 8,12,13,17,19,20,23,28,29 – утилитные теплообменники; 9,14,21, 24 – емкости

Компьютерная модель в программе «UniSim Design» позволила проверить данные, собранные на установке и определить недостающие расходы потоков, теплоемкость и скрытую теплоту фазового перехода исследуемых потоков (табл. 1).

Таблица 1 – Поточковая таблица для существующего процесса (рис. 1).

№	Название потока	Тип	T_s , °C	T_T , °C	C , кДж/(кг·град)	r , (кДж/кг)	W , кг/с	CP , кВт/К	ΔH , кВт
1,1	Пары верхнего продукта колонны К403	гор	38,7	35,3	2	–	45,6	91,2	310,1
1,2	Конденсация пара верхнего продукта К403	гор	35,3	35,3	–	352,5	45,6	–	16074
1,3	Охл конд. верхнего продукта К403	гор	35,3	25,5	2,8		45,6	127,7	1251,3
2,1	Конденсация паров бутана с верха К407	гор	53	53	–	323	30,8	–	9948,4
2,2	Охл конд технического бутана с верха К407	гор	53	26,7	2,42	–	30,8	74,5	1960,3
3	Нижний продукт колонны К407	гор	92,3	24,1	2,79	–	9,1	25,4	1731,5
4,1	Конд. пара пропиленовой фракции с верха К402	гор	39,9	39,9	–	310,2	18,17	–	5636,3
4,2	Охл. конд. пара с верха К402	гор	39,9	21,1	2,74	–	18,17	49,8	935,9
5,1	Конд. пара пропиленовой фракции с верха К407А	гор	36,4	36,4	–	313,3	91,08	–	28535,4
5,2	Охл. конд. пропиленовой фракции с верха К407А	гор	36,4	33,3	2,94	–	91,08	267,8	830,1
6,1	Подогрев куба К – 401	хол	48,9	49,1	3,37	–	23,65	79,7	15,9
6,2	Испарение в кубе К401	хол	49,1	49,1	–	282,4	23,65	–	6678,7
7	ШФЛУ с ТБСГ в К403	хол	20,1	43,9	2,43	–	34,5	83,8	1995,3
8,1	Подогрев куба К407А	хол	44,8	46,2	3,2	–	98,02	313,6	439,1
8,2	Испарение в кубе К407А	хол	46,2	46,2	–	299,7	98,02	–	29376,6
9,1	Подогрев куба К403	хол	101,8	105,7	3,17	–	67,8	214,9	838,2
9,2	Испарение в кубе К403	хол	105,7	105,7	–	276,4	67,8	–	18739,9
10,1	Подогрев куба К407	хол	104,1	106,8	2,78	–	30,05	83,5	225,5
10,2	Испарение в кубе К407	хол	106,8	106,8	–	325	30,05	–	9766,2
11	Природный газ на ГТЭС4	хол	20	44,8	2,25	–	9,8	21,8	543,4

Собранные теплофизические данные технологических потоков, систематизированы и занесены в поточковую таблицу [3, 4], которая является

ся цифровым образом системы технологических потоков и основой для их интеграции (табл. 1).

Выводы. Процессы стабилизации пропан-пропиленовой фракции и процессы разделения пропан-пропиленовой фракции и широкой фракции легких углеводородов на установке газофракционирования и компримирования были проанализированы в данной статье. Для проверки собранных с установки и получения недостающих данных, создана компьютерная модель процесса в программе «UniSim Design». Моделирование показало хорошую сходимость расчетов. Были получены уточненные данные технологических потоков в процессах, что позволило составить потоковую таблицу данных, которая в дальнейшем послужит основой для их теплоэнергетической интеграции.

Список литературы: 1. *Angsutorn N.* Heat Exchanger Network Synthesis on Gas Separation Plant No.2 (GSP2) in Thailand / *N Angsutorn, P. Saikhaw, R. Chuvaree, S. Kitipat* // *Chemical Engineering Transaction* – 2014 – vol. 39 – P. 1471–1476. 2. *Степанов А.В.* Рациональное использование сырьевых и энергетических ресурсов при переработке углеводородов / *А.В. Степанов, Н.И. Сульжик, В.С. Горюнов.* – Киев: Техника, 1989. – 170 с. 3. *Смит Р.* Основы интеграции тепловых процессов / *Р. Смит, Й. Клемеш, Л. Л. Товажнянский и др.* – Х.: ХГПУ, 2000. – 457 с. 4. *Kemp, Ian C.* Pinch analysis and process integration A user guide on process integration for the efficient use of energy (2nd Ed.) / *Ian C. Kemp.* – Elsevier Ltd, 2007. – 415 p. 5. *Seider W.D.* Product and process design principles synthesis, Analysis, and Evaluation / *W. D. Seider, J.D. Seader, D.R. Lewin.* – Second Edition. – San Francisco: Wiley, 2003. – 1122 p. 6. *Peng, D.Y.* A new two – constant equation of state / *D.Y. Peng, D.B. Robinson* // *Industrial & Engineering Chemistry Fundamentals.* – 1976. – Vol. 15. – P. 59–64.

Bibliography (transliterated): 1. *Angsutorn N.* Heat Exchanger Network Synthesis on Gas Separation Plant No.2 (GSP2) in Thailand / *N Angsutorn, P. Saikhaw, R. Chuvaree, Kitipat S.* // *Chemical Engineering Transaction.* 2014 – vol. 39 – P. 1471–1476. 2. *Stepanov A.V.* Razionalnoe ispolzovanie serievix i energeticheskix resursov pri pererabotke uglevodorodov / *A.V. Stepanov, N.I. Sulzhik, B.C. Goryunov.* – Kiev: Tehnika, 1989. – 170 с. 3. *Smith R.* Osnovyi integratsii teplovyih protsessov / *R. Smith, Y. Klemesh, L. L. Tovazhnyanskiy i dr.* – Kharkov: NTU «KhPI», 2000. – 457 p. 4. *Kemp, Ian C.* Pinch analysis and process integration A user guide on process integration for the efficient use of energy (2nd Ed.) / *Ian C. Kemp.* – Elsevier Ltd, 2007. – 415 p. 5. *Seider W.D.* Product and process design principles synthesis, Analysis, and Evaluation / *W. D. Seider, J.D. Seader, D.R. Lewin.* – Second Edition. – San Francisco: Wiley, 2003. – 1122 p. 6. *Peng, D.Y.* A new two – constant equation of state / *D.Y. Peng, D.B. Robinson* // *Industrial & Engineering Chemistry Fundamentals.* 1976. – Vol. 15. – P. 59–64.

Поступила (received) 27.02.15

А.О. НЕТРЕБА, асп. НТУ «ХП»;

Ф.Ф. ГЛАДКИЙ, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХП»;

О.А. ЛИТВИНЕНКО, к.т.н., доц., НТУ «ХП»;

Г.В. САДОВНИЧИЙ, ген. директор ТОВ ІК «ХТ «Соняшник»,
Харків;

І.В. ЛЕВЧУК, к.т.н., начальник науково-методичної лабораторії
хроматографічних досліджень ДП «Укрметртестстандарт», Київ;

В.А. КИЩЕНКО, к.т.н., заступник начальника науково-дослідного
центру випробувань продукції ДП «Укрметртестстандарт», Київ

НОВІ ПЕРСПЕКТИВИ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИДАЛЕННЯ ВОСКОПОДІБНИХ РЕЧОВИН ІЗ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ

Розглянуто можливість створення вдосконаленої технології виморожування соняшникової олії, а саме поліпшення технологічних стадій кристалізації воскоподібних речовин і фільтрування суспензії за допомогою волокнистих фільтруючих матеріалів на основі полісульфону. Інтенсифікацію всіх технологічних стадій процесу виморожування здійснено за рахунок електромагнітної обробки соняшникової олії, що йде за принципом прилипання негативно заряджених частинок воскоподібних речовин до позитивно заряджених волокон полімерного фільтрматеріалу. Таке впровадження відкриває шляхи до скорочення тривалості кристалізації воскоподібних речовин, спрощення процесу фільтрування суспензії та дозволяє отримати олію вищого ґатунку. Розроблено технологічну схему та фільтрапарат для вилучення воскоподібних речовин. Ефективність видалення воскоподібних речовин підтверджено методом високотемпературної газорідинної хроматографії.

Ключові слова: соняшникова олія, виморожування, кристалізація, фільтрування, електромагнітне поле, хроматографія.

Вступ. Розробка нового підходу до вирішення проблеми вилучення воскоподібних речовин із олії постає перед багатьма вченими [1–8]. Враховуючи складнощі, що постають в процесі виморожування олії необхідним є питання не тільки отримання високоякісного конкурентоспроможного продукту, призначеного для безпосереднього вживання в їжу, але і забезпечення раціональних технологічних режимів подальшої переробки соняшникової олії.

Будь-які технології, засновані на тих чи інших принципах, мають певні межі вдосконалення. У зв'язку з цим виникає необхідність розробки та вдосконалення технологій, заснованих на нових, нетрадиційних, фізичних принципах та їх комплексне застосування на різних стадіях олієжирового виробництва. Одним з таких нових підходів є використання електрофізичних та електромагнітних методів впливу на органічні речовини і матеріали [7, 8].

Постановка проблеми та методи її вирішення. Оскільки технологія видалення воскоподібних речовин із соняшникової олії характеризується значною тривалістю процесу кристалізації, низькою продуктивністю в процесі фільтрування, необхідністю використання допоміжних матеріалів, труднощами очищення фільтруючої перегородки від осаду, великими енерговитратами, недостатнім ступенем виведення воскоподібних речовин і утворенням значної кількості олієвмісних відходів, тому задача щодо необхідності її вдосконалення є актуальною.

Поставлена задача вирішується за рахунок удосконалення стадії кристалізації та фільтрування суспензії олія-воскоподібні речовини, що забезпечує отримання соняшникової олії високої якості та зниження витрат допоміжних речовин і тривалості технологічного процесу.

Створення вдосконаленої технології видалення воскоподібних речовин із соняшникової олії. Першим етапом створення удосконаленої технології виморожування соняшникової олії є інтенсифікація кристалізації воскоподібних речовин, яка заснована на інтенсивному охолодженні олії із застосуванням електромагнітної обробки. Процес кристалізації воскоподібних речовин в соняшниковій олії під впливом електромагнітного поля вивчено за допомогою фотометричного методу. Дослідження проводили на приладі КФК-2 при довжині хвилі $\lambda = 440$ нм в кюветі 10 мм. За результатами випробувань встановлено, що ефективний час електромагнітної обробки суспензії становить 2 секунди при напруженості електромагнітного поля $1,9 \cdot 10^5$ А/м і магнітній індукції 0,25 Тл.

Найкращий температурний режим електромагнітної обробки становить 40 – 45 °С, що підтверджує дані про залежність сумарної полярності воскоподібних речовин від температури.

Охолодження олії від температури 95–105 °С до 12–15 °С здійснювали за 60 – 80 хв. без електромагнітної обробки та за 40–60 хв. після електромагнітної обробки.

Такий темп охолодження сприяє утворенню дрібних кристалів воскоподібних речовин, які неможливо вловлювати під час фільтрування. Але використання волокнистих фільтруючих матеріалів на основі полісульфону дає змогу видаляти з олії не тільки воскоподібні речовини, але й інші супутні речовини без використання додаткових матеріалів.

Наявність електричного заряду на волокнах полімерних фільтрматеріалів відкриває широкі можливості для їх ефективного використання в технології виморожування, оскільки фільтрування йде за принципом прилипання негативно заряджених частинок воскоподібних речовин до позитивно заряджених волокон фільтрматеріалу. В результаті проведених досліджень встановлено, що при кристалізації воскоподібні речовини набувають електростатичного заряду, який сприяє поліпшенню процесу фільтрування.

Суттєва відмінність волокнистих фільтрматеріалів перед традиційними полягає в тому, що їх можна використовувати відразу не створюючи намівного фільтруючого шару, що призводить до зменшення часу та циклу фільтрації.

Оскільки встановлено позитивний ефект від використання електромагнітної обробки на підвищення ефективності технологічних стадій кристалізації та фільтрування в технології виморожування соняшникової олії, то було розроблено удосконалену технологію очищення соняшникової олії від воскоподібних речовин з використанням електромагнітного поля, що представлена на рис. 1 Для цього було розроблено конструкцію фільтрувального апарату ФОРМ КТЖ-П, який виконано у вигляді металевого подвійного циліндру, усередині якого встановлено перфорований металевий фільтр-елемент, на який зверху вдягнуто волокнисту фільтруючу тканину. Для входу і виходу олії та воскоподібного продукту використовуються патрубки діаметром 57 мм, а також два патрубки для входу пари та виходу конденсату діаметром 1\2".

В просторі між циліндрами подається пара, яка нагріває фільтр для створення умов виплавлення воскоподібного осаду, що відбувається в

атмосфері гарячого повітря. Тобто пара не контактує з воскоподібним продуктом, що дозволяє запобігти його псуванню та обводненню.

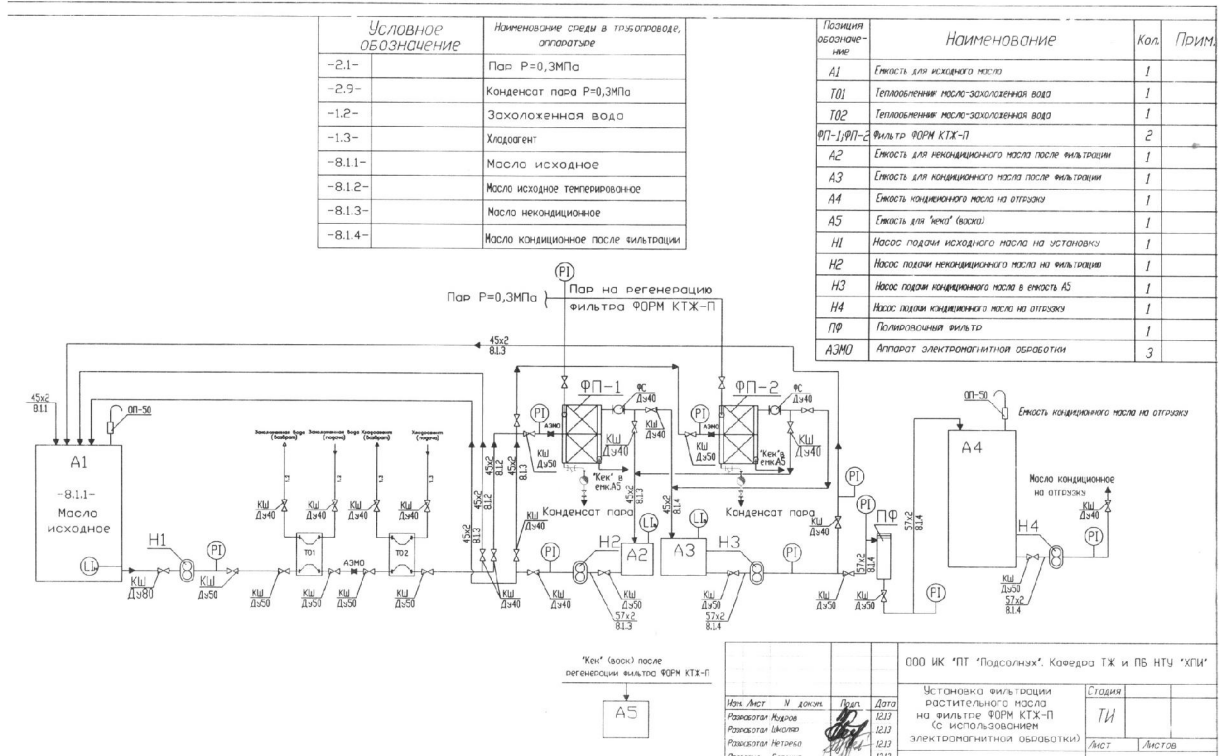


Рис. 1. Технологічна схема удосконаленої технології виморожування соняшникової олії

Нова технологія дозволяє поліпшити якість олії (таблиця 1), техніко-економічні показники та отримати воскоподібні речовини, як самостійний товарний продукт.

Таблиця 1. Показники соняшникової олії після фільтрування

Показники	Соняшникова олія до фільтрування	Соняшникова олія після фільтрування через бавовняні фільтрматеріали	Соняшникова олія після фільтрування через волокнисті фільтрматеріали
Кислотне число, мг КОН/г	0,23	0,23	0,14
Пероксидне число, ½ O ммоль/кг	6,5	6,5	3,5
Колірне число, мг J ₂	15	15	5
Масова частка вологи та летких речовин, %	0,24	0,24	0,12

Підтвердження ефективності нової технології виморожування соняшникової олії з використанням обробки суспензії в електромагнітному полі в порівнянні з традиційною технологією виморожування визначали за допомогою високотемпературної газорідинної хроматографії. Воскоподібні речовини вилучали з соняшникової олії за допомогою колонкової хроматографії з використанням набивних колонок із силікагелем. Визначали воскоподібні речовини методом капілярної газової хроматографії з внутрішнім стандартом (гексатриоктаном), який завчасно додавали до рослинної олії. Склад підготовлених проб досліджували методом високотемпературної газорідинної хроматографії (ГРХ). Для обробки експериментальних даних застосовано програмні пакети Galaxie, Agilent Technologies Chemstation, Microsoft Office Excel. Хроматографічне визначення воскоподібних речовин проведено на газовому хроматографі CP 3800 виробництва фірми Varian. Детектор полум'яно-іонізаційний (ПІД): температура – 420 °С; потік водню – 30 мл/хв; потік повітря – 350 мл/хв; допоміжний потік – 20 мл/хв; допоміжний газ-носії – азот. Об'єм введеної проби – 1,5–3,0 мкл. Капілярна колонка VF-5HT з нерухомою неполярною фазою – (5%–феніл)-диметилполісилоксаном: довжина 15 м, діаметр 0,32 мм, товщина плівки 0,1 мкм, високотемпературна (максимальна температура – 400 °С). Інжекційна система з діленням потоку (split): температура – 410 °С; коефіцієнт ділення потоку (split ratio) – 1:100. Результати визначення воскоподібних речовин методом газової хроматографії представлено на рис. 2 – 4.

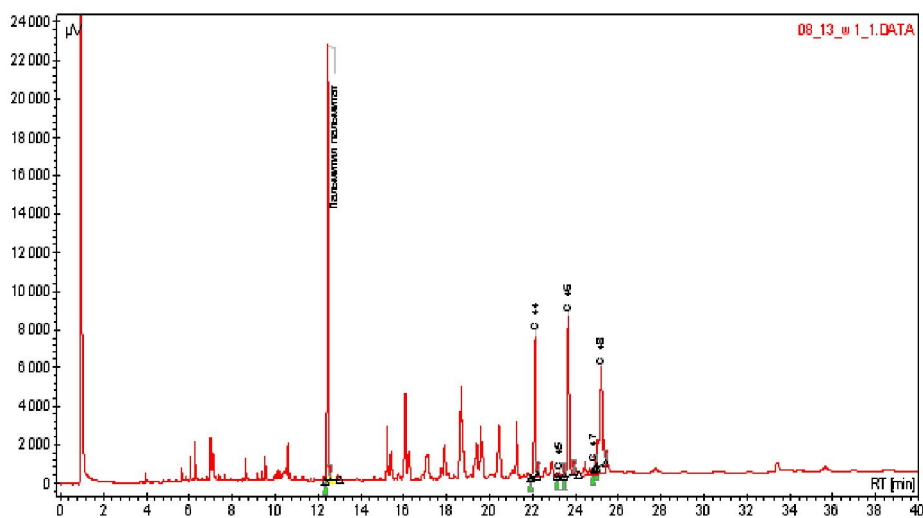


Рис. 2. Хроматограма рафінованої невимороженої соняшникової олії (вміст воскоподібних речовин – 678,7 мг/кг)

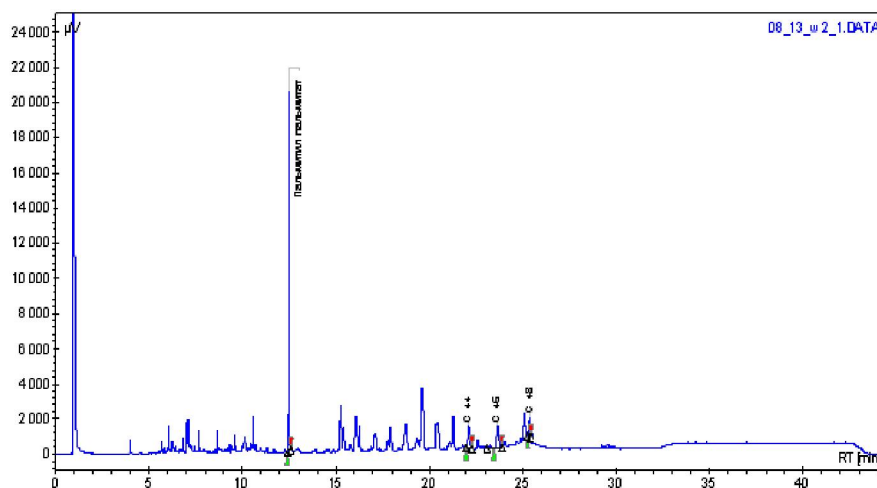


Рис. 3. Хроматограма рафінованої вимороженої соняшникової олії за традиційною технологією (вміст воскоподібних речовин – 126,3 мг/кг)

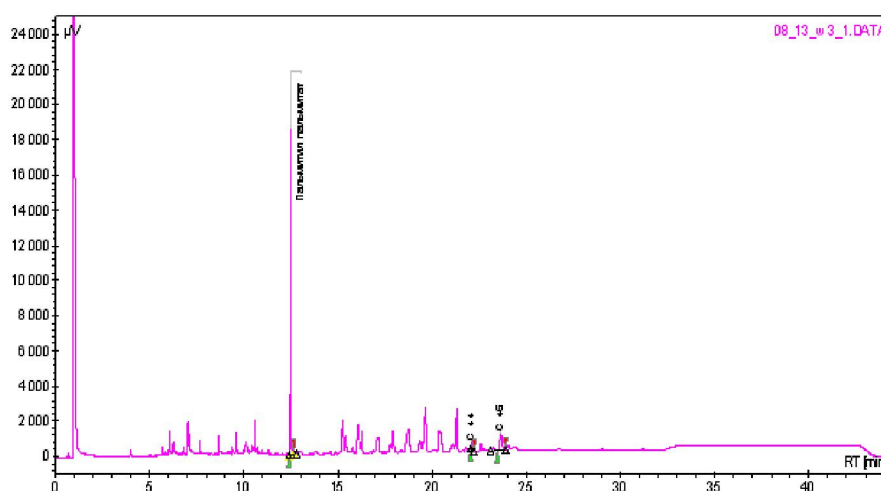


Рис. 4. Хроматограма рафінованої вимороженої соняшникової олії за новою технологією з використанням електромагнітного поля (вміст воскоподібних речовин – 67,6 мг/кг)

Нова технологія вилучення воскоподібних речовин (рис. 2–4) із соняшникової олії з використанням обробки суспензії в електромагнітному полі набагато ефективніше видаляє воскоподібні речовини із олії.

Висновки. На основі науково-практичного обґрунтування результатів, отриманих в лабораторних і промислових умовах, можна зробити висновок, що реалізація технології виморожування соняшникової олії із застосуванням електромагнітного поля дозволяє не тільки повністю вивести воскоподібні речовини, але й отримати соняшкову олію вищого ґатунку.

Обробка суспензії в електромагнітному полі сприяє покращенню, як процесу кристалізації воскоподібних речовин, так і процесу фільтрування утвореної суспензії. Ефективність нової технології підтверджено методом газової хроматографії.

Список літератури: 1. *Герасименко, Е.О.* Ресурсосберегающая технология рафинации подсолнечных масел / *Е.О. Герасименко, В.В. Сорокина, И.М. Юхвид, В.В. Еременко* // Успехи современного естествознания. 2005. – № 8. – С. 33–34. 2. *Илларионова В.В.* Разработка технологии выведения воскоподобных веществ из масел современных сортов семян подсолнечника: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.18.06 «Технология жиров, эфирных масел и парфюмерно-косметических продуктов» / *В.В. Илларионова*. – Краснодар, 1997. – 25 с. 3. *Ливинская, С.А.* Удаление восков из растительных масел фракционной кристаллизацией / *С.А. Ливинская, Н.Л. Меламуд* // Масложировая промышленность. 2009. – № 2. – С. 37–39. 4. *Эфендиев, А.А.* Разработка малоотходной технологии выделения восков из рафинированного подсолнечного масла: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.18.06 «Технология жиров, эфирных масел и парфюмерно-косметических продуктов» – С-Петербург, 1996. – 35 с. 5. *Земсков, В.И.* Ресурсосберегающая технология рафинации растительных масел / *В.И. Земсков, Г.М. Харченко* // Ползуновский Вестник. 2012. – № 1/1. – С. 95–98. 6. *Топилин, Г.* Исследование процессов фильтрации подсолнечного масла физическими методами / *Г. Топилин, В. Шерстобитов, И. Кедь* // Масложировой комплекс. 2008. – № 1. – С. 39–41. 7. *Мартовицук, Е.В.* Извлечение восков в электрическом поле / *Е.В. Мартовицук, Н.С. Арутюнян, В.М. Копейковский и др.* // Масложировая пром-ть. 1980. – № 6. – С. 13–16. 8. *Вагабова, Ф.А.* Разработка методов и аппаратуры для магнитной обработки растительных масел и жиров с целью повышения их стабильности при хранении: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.18.06 «Технология жиров, эфирных масел и парфюмерно-косметических продуктов». – С-Петербург, 2000. – 23 с.

Bibliography (transliterated): 1. *Gerasimenko, E.O.* Resursosberegayuschaya tehnologiya rafinatsii podsolnechnykh masel / *E.O. Gerasimenko, V.V. Sorokina, I.M. Yuhvid, V.V. Eremenko* // Uspehi sovremennogo estestvoznaniya. 2005. – No. 8. – P. 33–34. 2. *Illarionova, V.V.* Razrabotka tehnologii vyvedeniya voskopodobnykh veschestv iz masel sovremennykh sortov semyan podsolnechnika: avtoref. dis. na soiskanie uchenoy stepeni kand. tehn. nauk: spets. 05.18.06 «Tehnologiya zhirov, efirnykh masel i parfyumerno-kosmeticheskikh produktov». – Krasnodar, 1997. – 25 p. 3. *Livinskaya, S.A.* Udalenie voskov iz rastitelnykh masel fraktsionnoy kristallizatsiei / *S.A. Livinskaya, N.L. Melamud* // Maslozhirovaya promyshlennost. 2009. – No. 2. – P. 37–39. 4. *Efendiev A.A.* Razrabotka maloohodnoy tehnologii vyideleniya voskov iz rafinirovannogo podsolnechnogo masla: avtoref. dis. na soiskanie uchenoy stepeni kand. tehn. nauk: spets. 05.18.06 «Tehnologiya zhirov, efirnykh masel i parfyumerno-kosmeticheskikh produktov». – Sankt-Peterburg, 1996. – 35 p. 5. *Zemskov, V. I.* Resursosberegayuschaya tehnologiya rafinatsii rastitelnykh masel / *V.I. Zemskov, G.M. Harchenko* // Polzunovskiy Vestnik. 2012. – No. 1/1. – P. 95–98. 6. *Topilin, G.* Issledovanie protsessov filtratsii podsolnechnogo masla fizicheskimi metodami / *G. Topilin, V. Sherstobitov, I. Ked* // Maslo-zhirovoy kompleks. 2008. – No. 1. – P. 39–41. 7. *Martovschuk, E.V.* Izvlechenie voskov v elektricheskom pole / *E.V. Martovschuk, N.S. Arutyunyan, V.M. Kopeykovskiy.* // Maslozhirovaya promyshlennost. 1980. – No. 6. – P. 13–16. 8. *Vagabova F.A.* Razrabotka metodov i apparatury dlya magnitnoy obrabotki rastitelnykh masel i zhirov s tselyu povyishe-niya ih stabilnosti pri hranenii: avtoref. dis. na soiskanie uchenoy stepeni kand. tehn. nauk: spets. 05.18.06 «Tehnologiya zhirov, efirnykh masel i parfyumerno-kosmeticheskikh produktov». – Sankt-Peterburg, 2000. – 23 p.

Надійшла (received) 18.02.2015

Т.Г. БАБАК, доц., НТУ «ХПИ»;

И.Б. РЯБОВА, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ»;

А.Н. ОРОБЕЙ, специалист, НТУ «ХПИ»

ОБСЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ВЫПАРНОЙ УСТАНОВКИ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ САХАРНОГО СОКА

С целью повышения энергоэффективности сахарного производства был проведен анализ процесса утилизации тепла на установке выпаривания осветлённого сахарного сока. Были идентифицированы усредненные данные тепловых потоков, участвующих в рекуперации тепловой энергии, и обследованы режимы работы теплообменных аппаратов. Полученные данные были обработаны с помощью методов пинч-анализа. В статье показано, что вследствие наличия перекрестного теплообмена нарушается минимальная температурная разность в теплообменных аппаратах, достаточная для рекуперации данного количества тепла, что свидетельствует о завышении поверхности теплообмена в существующей схеме. Учитывая, что полученное значение минимальной температурной разности велико, сделан вывод о возможности модернизации схемы рекуперации с целью уменьшения потребления утилит.

Ключевые слова: выпарная установка, пинч-технология, составные кривые, мощность рекуперации, минимальная разность температур.

Введение.

Традиционная для Украины отрасль – производство сахара из сахарной свеклы, представляет собой сложную технологию, включающую в себя взаимозависимые тепловые процессы, такие как нагревание, многокорпусное выпаривание, варка, кристаллизация, сушка, а также отбеливание, дефекацию, сатурацию, фильтрацию и прочие. Ядром тепловой системы производства сахара является установка выпаривания, греющим агентом которой является ретурный пар и вторичные пары выпарных корпусов. Кроме того, каждый корпус выпарки отдает конденсат пара, который предполагает охлаждение до заданной температуры.

Анализ последних исследований и литературы.

Практическому и теоретическому обследованию работы тепловой схемы сахарного завода и его выпарной установки посвящено достаточно много фундаментальных [1–3] и прикладных исследований.

© Т.Г. Бабак, И.Б. Рябова, А.Н. Оробей. 2015

Следует отметить, что в последнее время появилось множество работ, посвященных уменьшению тепловых затрат при использовании многокорпусных выпарных установок [4–6]. При оценке тепловой эффективности используются различные пакеты прикладных программ, такие как ASPEN, Chemcad, HYSYS и другие, позволяющие производить оценку степени рекуперации выпарной установки, в том числе с использованием методов пинч-анализа [7, 8]. Зарубежные публикации в большинстве случаев рассматривают процесс получения тростникового сахара при использовании в качестве оборудования выпарных аппаратов с падающей пленкой. Специфика отечественных сахарных заводов состоит в использовании выпарных аппаратов Роберта и трубчатых многосекционных скоростных подогревателей. В этих условиях еще более важным становится требование максимальной энергоэффективности и рекуперации тепла.

Постановка задачи и цель работы.

Рассматривается работа выпарной установки сахарного завода с расходом осветленного сока 21,7 кг/с (рис. 1).

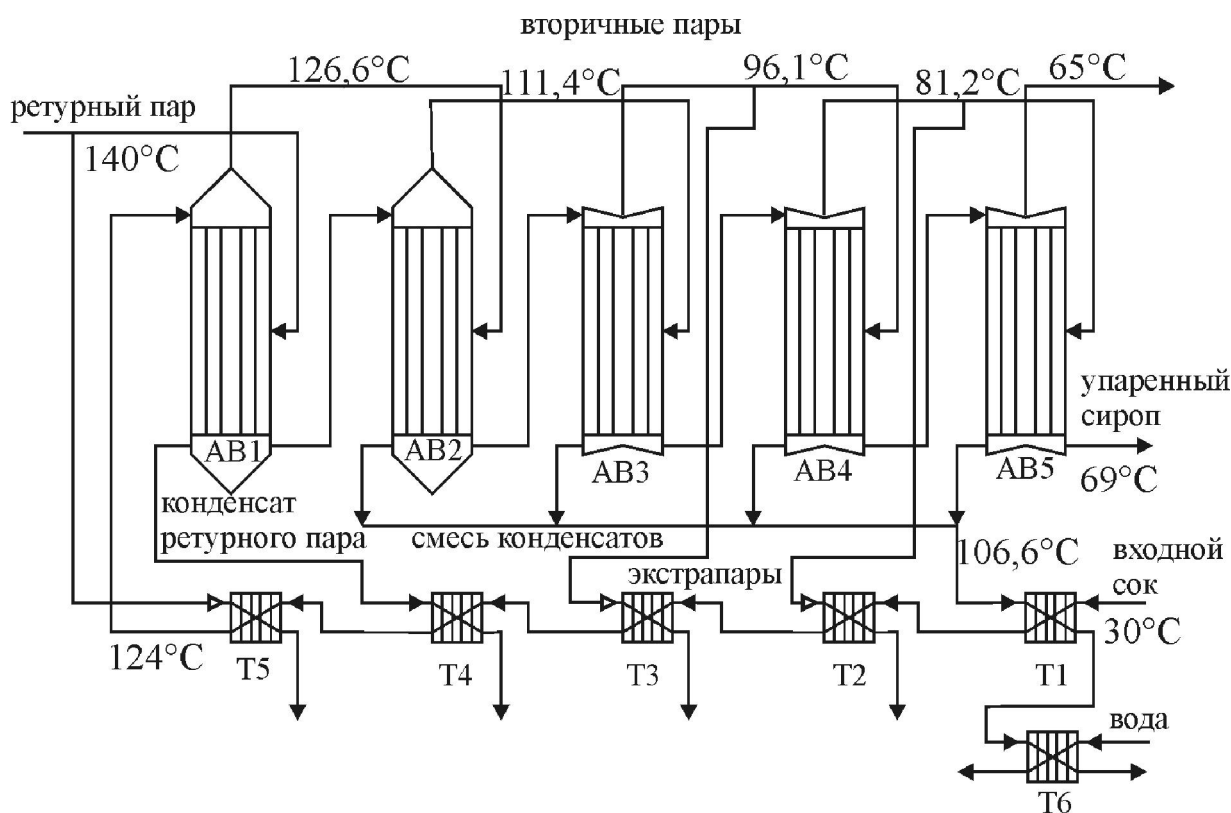


Рис. 1. Принципиальная схема выпарной установки сахарного завода

Входной осветленный сок концентрации 15% подогревается с температуры 30 °С до 124 °С, проходя через систему последовательно установленных теплообменных аппаратов Т1 – Т5. Греющими агентами в этих аппаратах являются следующие потоки: смесь конденсатов со 2-го по 5-ый корпус, экстрапар 4-го корпуса, экстрапар 3-го корпуса, конденсат ретурного пара из первого корпуса и, наконец, ретурный пар.

Таким образом, в схеме подогрева имеются четыре рекуперативных теплообменника и один нагреватель, использующий внешнюю утилиту – ретурный пар. Последовательная схема установки теплообменников является традиционной для процесса получения концентрированного сахарного сиропа [1]. Сама выпарная станция состоит из пяти корпусов, из которых два первых работают под давлением, а три следующих – под разрежением. Упаренный сироп на выходе из 5-го корпуса имеет концентрацию 50% и температуру 69 °С.

Данные о потоках, участвующих в рекуперации, представлены в табл. 1

Таблица 1. Характеристика потоков, участвующих в рекуперации тепла

№	Название потока	Тип	T_s	T_T	G	c	r	CP	ΔH
1	Конденсат ретурного пара	гор.	140	90	3,54	4,24	–	15	750,4
2	Экстрапар 3-го корпуса	гор.	96,1	96,1	0,71	–	2267	–	1598,4
3	Экстрапар 4-го корпуса	гор.	81,2	81,2	0,81	–	2306	–	1870
4	Смесь конденсатов	гор.	106,6	50	10,7	4,2	–	45,1	2551,9
5	Входной сок	хол.	30	124	21,7	3,947	–	85,66	8051,6

В табл. 1 использованы принятые в пинч-технологии обозначения, то есть начальные температуры потоков обозначены T_s , (°С); а конечные или целевые T_T (°С). Здесь G – массовый расход, кг/с; c – удельная теплоемкость, кДж/кг·°С; r – удельная теплота конденсации, кДж/кг; CP – потоковая теплоемкость, кВт/°С; ΔH – изменение теплосодержания потока, кВт.

Сведения об установленных рекуперативных теплообменниках приведены в табл. 2.

Таблица 2. Данные теплообменного оборудования

Т/О	Нагрузка, кВт	$G_{гор}$	$T_{гор, вх}$	$T_{гор, вых}$	$G_{хол}$	$T_{хол, вх}$	$T_{хол, вых}$
T1	956,6	10,7	106,6	85,4	21,7	30	41,2
T2	1870	0,81	81,2	81,2	21,7	41,2	63
T3	1598,4	0,71	96,1	96,1	21,7	63	81,7
T4	750,4	3,54	140	90	21,7	81,7	90,4

Если просуммировать значения нагрузки теплообменников из табл. 2, получим мощность рекуперации тепловой энергии в системе 5175,4 кВт.

Целью работы является анализ тепловой эффективности существующей схемы утилизации энергии выпарной установки.

Определение основного алгоритма работы.

Для анализа существующей схемы рекуперации энергии воспользуемся принципами пинч-анализа [9]. Для этого надо построить на температурно-энтальпийной плоскости составные кривые технологических потоков, участвующих в теплообмене (табл. 1). Расстояние между составными кривыми горячих и холодных потоков по оси ординат (ось температуры) должно быть таким, чтобы область на оси абсцисс, расположенная под обеими составными кривыми была равна мощности рекуперации. При этом проекция части холодной составной кривой, лежащей вне области горячей покажет нам значение мощности горячей утилиты – пара, необходимой для нагревания холодного потока, а проекция части горячей составной кривой, лежащей вне области холодной – значение мощности холодной утилиты – холодной воды, необходимой для охлаждения горячих потоков.

На основании составных кривых может быть построена сеточная диаграмма и размещены существующие в данный момент теплообменники, связывающие технологические потоки.

Анализ энергоэффективности существующей схемы рекуперации.

В соответствии с принципами пинч-анализа были построены составные кривые для тепловых потоков, участвующих в рекуперации энергии.

Эти составные кривые были расположены так, чтобы область перекрытия горячей составной кривой и холодной составной кривой по энтальпийной оси была равна мощности рекуперации 5175,4 кВт (рис. 2).

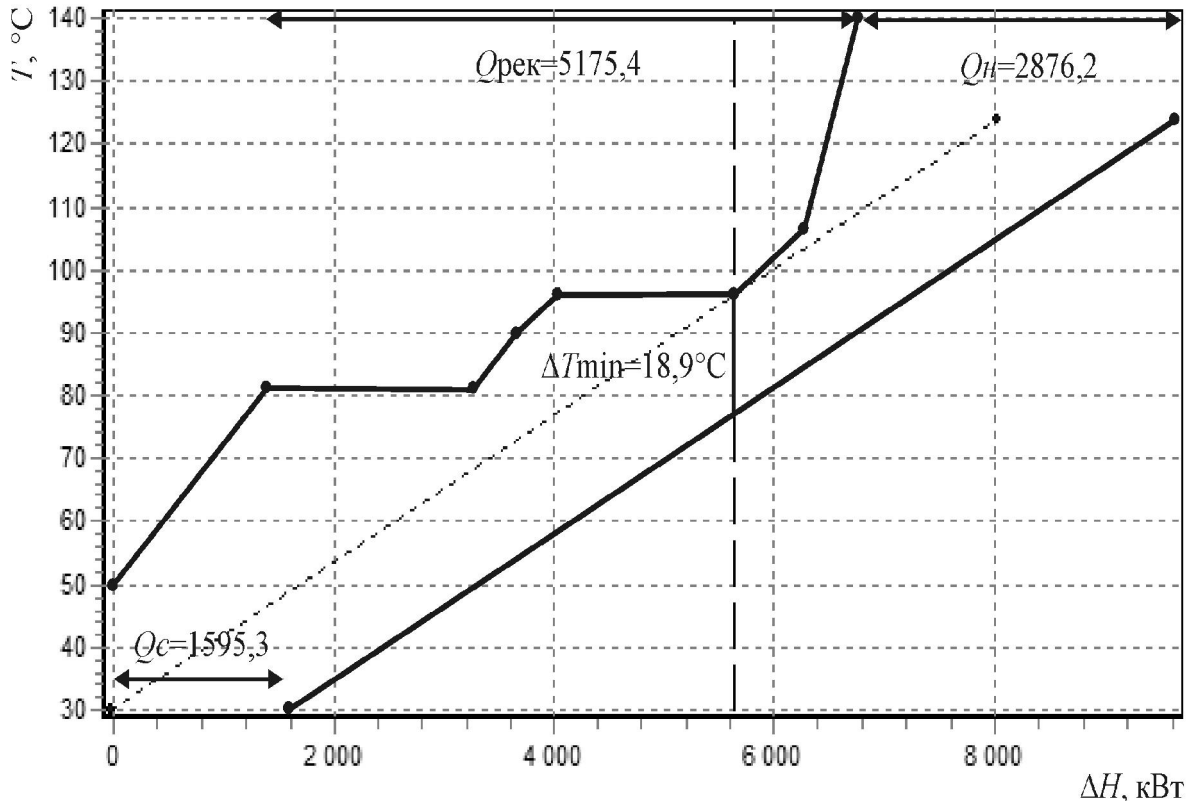


Рис. 2. Составные кривые тепловых потоков, участвующих в рекуперации тепла

Следует заметить, что минимальная разность температур в теплообменном оборудовании, необходимая для получения существующей мощности рекуперации, равна приблизительно $18,9^\circ\text{C}$.

Для того чтобы выявить недостатки организации теплообмена между используемыми технологическими потоками, построим сеточную диаграмму и расположим на ней теплообменные аппараты (рис. 3).

Вследствие наличия перекрестного теплообмена нарушается минимальная температурная разность $18,9^\circ\text{C}$ в теплообменных аппаратах, достаточная для рекуперации 5175,4 кВт тепла, то есть поверхность теплообмена в существующей схеме завышена.

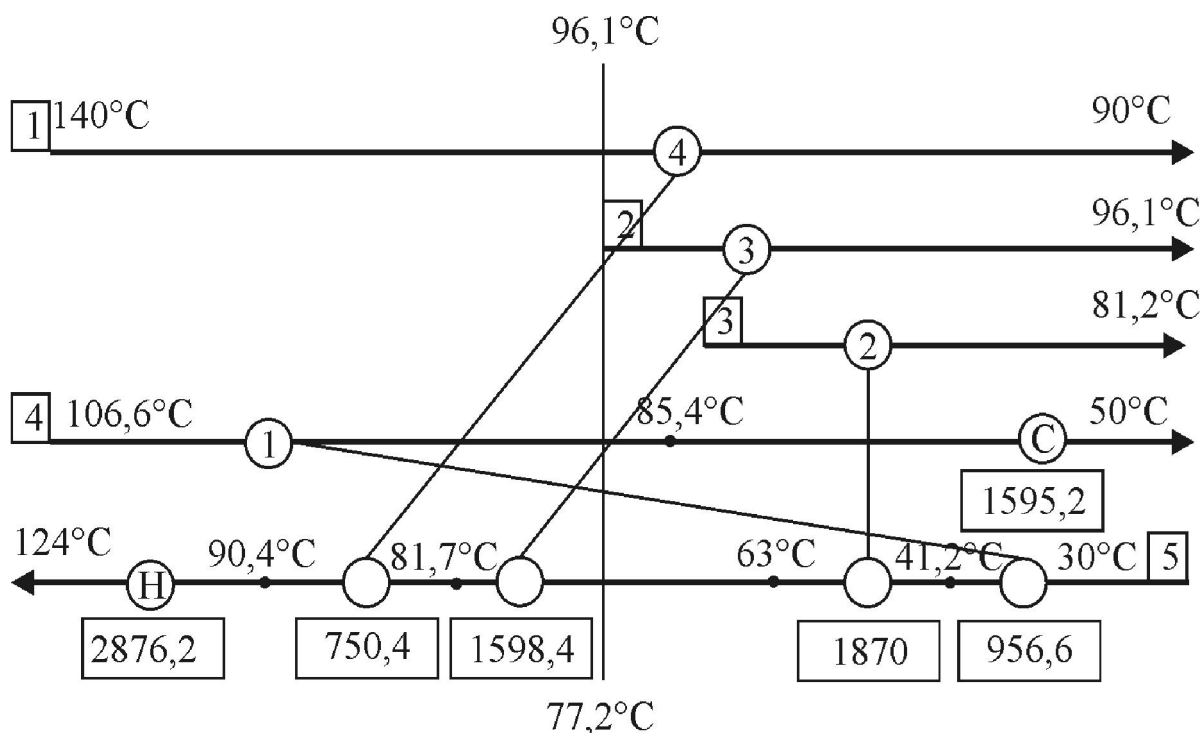


Рис. 3. Сеточная диаграмма с установленными теплообменниками

Минимальная температурная разность достаточно велика, что указывает на возможность модернизации рассматриваемой схемы рекуперации с целью уменьшения потребления утилит.

Выводы.

В результате проведенного обследования и анализа доказано несовершенство схемы использования теплообменного оборудования, реализованного в рассмотренной установке выпаривания сахарного сока.

Следует отметить, что возможно усовершенствование работы установки выпаривания, в частности, за счет модернизации схемы рекуперации тепла, которое может быть осуществлено с использованием принципов пинч-анализа.

Список литературы: 1. Колесников В.А. Теплосиловое хозяйство сахарных заводов / В.А. Колесников, Ю.Г. Нечаев. – Москва : Пищевая промышленность. 1980. – 391 с.
2. Проектирование процессов и аппаратов пищевых производств / Под ред. В.Н. Стабникова.

– Киев: Вища школа. 1982. – 385 с. **3.** *Прудиус Б.В.* Расчет оборудования сахарных заводов. / *Прудиус Б.В., Хоменко А.И.* – Москва : Агропромиздат. 1985. – 223 с. **4.** *Колесников В. А.* Эффективный нагрев продуктов – основа совершенствования теплоиспользования на сахарных заводах / *В.А. Колесников, А.Ю. Аникеев, С.А. Захаров* // Сахар. 2007. – № 7. – С. 41–44. **5.** *Колесников В.А.* Модернизация тепловых схем сахарных заводов / *В.А. Колесников, А.Ю. Аникеев* // Сахар. 2008. – № 5. – С. 72–76. **6.** *Филоненко В.Н.* Теплоэнергетика сахарного производства: технико-экономический аспект / *В.Н. Филоненко, О.В. Никитин* // Сахар. 2006. – № 5. – С. 26–30. **7.** *Jorge L.M.M.* Simulation and analysis of a sugarcane juice evaporation system / *L.M.M. Jorge, A.R Righetto, P.A. Polli, O.A.A. Santos, R. FilhoMaciel* // Journal of Food Engineering. 2010. – 99. – P. 351–359. **8.** *Khanam S.* Energy reduction schemes for multiple effect evaporator systems / *Khanam S, Mohanty B.* // Applied Energy. 2010. – 87. – P. 1102–1111. **9.** *Смит Р.* Основы интеграции тепловых процессов / *Р Смит, Й. Клемеш, Л.Л. Товажнянский, П.А. Капустенко, Л.М. Ульев.* – Харьков: НТУ «ХПИ», 2000. – 456 с.

Bibliography (transliterated): **1.** *Kolesnikov V.A* Teplosilovoe hozyaystvo saharnyh zavodov / *V.A. Kolesnikov, Yu.G. Nechaev.* – Moscow: Pishchevaya promyshlennost. 1980. – 391 p. **2.** Proektirovanie protsessov i apparatov pishchevyh proizvodstv / Pod red. V.N. Stabnikova. – Kiev: Visha shkola. 1982. – 385 p. **3.** *Prudius B.V.* Raschet oborudovaniya saharnyh zavodov. / *Prudius B.V., Homenko A.I.* – Moscow: Agropromizdat. 1985. – 223 p. **4.** *Kolesnikov V.A.* Effektivnyy nagrev produktov – osnova sovershenstvovaniya teploispolzovaniya na saharnyh zavodah / *V.A. Kolesnikov, A.Yu. Anikeev, S.A. Zaharov* // Sahar. 2007. – No. 7. – P. 41–44. **5.** *Kolesnikov V.A.* Modernizatsiya teplovykh shem saharnyh zavodov / *V.A. Kolesnikov, A.Yu. Anikeev* // Sahar. 2008. – No. 5. – P. 72–76. **6.** *Filonenko V.N.* Teploenergetika saharного производства: tehniko-ekonomicheskii aspekt / *V.N. Filonenko, O.V. Nikitin* // Sahar. 2006. – No. 5. – P. 26–30. **7.** *Jorge L.M.M.* Simulation and analysis of a sugarcane juice evaporation system / *L.M.M. Jorge, A.R Righetto, P.A. Polli, O.A.A. Santos, R. FilhoMaciel* // Journal of Food Engineering. 2010. – 99. – P. 351–359. **8.** *Khanam S.* Energy reduction schemes for multiple effect evaporator systems / *Khanam S, Mohanty B.* // Applied Energy. 2010. – 87. – P. 1102–1111. **9.** *Smith R.* Osnovy integratsii teplovykh protsessov / *R. Smith, J. Klemes, L.L. Tovazhnyanskiy, P.A. Kapustenko, L.M Ul'yev.* – Khar'kov. NTU «KhPI». 2000. – 456 p.

Поступила (received) 04.02.2015

Т.В. АРУТЮНЯН, канд. техн. наук, ст. викладач, НТУ «ХП»;
В.К. ТИМЧЕНКО, канд. техн. наук, професор, НТУ «ХП»;
О.М. ТРОЩЕНКО, студентка, НТУ «ХП»

ЯЧМІННО-СОЛОДОВИЙ ЕКСТРАКТ – ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ІНГРЕДІЄНТ М'ЯКИХ МАРГАРИНІВ

У статті визначено перспективність створення харчових функціональних продуктів з використанням рослинних інгредієнтів, зокрема ячмінно-солодового екстракту, який успішно використовується в оздоровчо-профілактичному харчуванні здорових людей з метою поліпшення обмінних процесів в організмі. Удосконалено сучасну технологію виробництва м'якого маргарину на обладнанні фірми «Alfa Laval», яке широко використовується на підприємствах оліє-жирової галузі України. З метою підвищення стабільності маргаринової емульсії при зберіганні, за рахунок уповільнення перекристалізації жиру, додатково у водну фазу був введений ячмінно-солодовий екстракт. Розроблено покращену рецептуру м'якого маргарину «Вітамінний» 82% жирності з поліпшеною кристалічною структурою та подовженим терміном зберігання.

Ключові слова: харчові функціональні продукти, ячмінно-солодовий екстракт, м'який маргарин

Вступ. Одним з перспективних напрямків маргаринової промисловості є виробництво фасованих м'яких маргаринів, які користуються постійним попитом споживачів. М'який маргарин виробляється на більшості великих спеціалізованих підприємств України. Слід зазначити, що виробничий потенціал України має сучасне устаткування і відповідний технічний супровід, що свідчить про перспективне зміцнення позицій як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках маргаринової продукції.

В останні роки у науково-технічній літературі з'явилося поняття – функціональні харчові продукти. До функціональних відносяться харчові продукти, які призначено для систематичного вживання в їжу усіма групами населення. Вони зберігають, покращують здоров'я та знижують ризик розвитку захворювань пов'язаних з харчуванням за рахунок наявності в їхньому складі харчових функціональних інгредієнтів, які мають здатність давати сприятливі ефекти відносно одної або декількох функцій організму людини. Основними факторами, які забезпечують одержання високоякісних м'яких маргаринів з використанням прогресив-

них технологій та обладнання є оптимізація жирно-кислотного складу, уведення вітамінів та біологічно активних речовин, мінімізація вмісту транс-ізомерів та холестерину тощо [1]. Біологічна ефективність характеризується вмістом поліненасичених жирних кислот, які поділяються на дві групи: омега-6 та омега-3. З наявністю цих кислот, які не можуть взаємно перетворюватись чи замінити один одного, пов'язані важливі біологічні процеси в організмі. Вони не синтезуються в організмі людини для забезпечення нормальної життєдіяльності організму необхідне збалансоване потрапляння цих кислот з їжею. Дослідження в галузі харчової цінності продуктів харчування свідчать про значний дефіцит поліненасичених жирних кислот у складі продуктів тваринного походження, що з позиції дієтології є науковою аргументацією в створенні функціональних жирових продуктів. Також постійно удосконалюються рецептури м'яких маргаринів з метою покращення їх споживчих властивостей, так, наприклад, з метою збільшення стабільності маргарину під час зберігання за рахунок уповільнення перекристалізації жиру, додатково додають у водну фазу вакуумоване виноградне сушло або ячмінно-солодовий екстракт у кількості 2-20 % від загальної маси [5]. Другою групою функціональних інгредієнтів у складі жирів є жиророзчинні вітаміни (А та Е), фосфоліпіди та інші. Дефіцит вживання цих вітамінів складає сьогодні 40–60 %, 20–30 % складає дефіцит вживання лецитину [2].

З метою збільшення білку, вітамінів, амінокислот та інших речовин у раціональному харчуванні людини важливо максимально використовувати різні продукти рослинного походження, які багаті на біологічно активні речовини. Важливою сировиною для таких продуктів, наприклад, є ячмінь [4]. Ячмінно-солодові екстракти характеризуються високим вмістом мікроелементів (Ca, K, Fe, Zn, P, Mg), вітамінів групи В. Їх використання в оздоровчо-профілактичному харчуванні здорових людей поліпшує процеси кровотворення, підвищує імунологічний захист організму з метою поліпшення обмінних процесів в організмі, порушеннях у міокарді, у дієтичному харчуванні при хронічному холециститі, панкреатиті, колітах [3]. Таким чином, екстракти солодів різних зернових можуть бути використані в якості біологічно-активних добавок до їжі як в раціонах здорових людей, так і для оздоровчо-профілактичного харчування.

Хімічний склад ячмінно-солодового екстракту наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Хімічний склад ячмінно-солодового екстракту

Найменування компонентів	Ячмінно-солодовий екстракт
Вміст, %	
Сухі речовини	75,85
Білкові речовини	3,58
Гумі-речовини	4,83
Зола	1,23
Мінеральний склад продукту, мг/ 100 г:	
Кальцій	10,32
Магній	37,38
Фосфор	100,68
Калій	351,12
Натрій	85,09
Цинк	1,82
Залізо	3,08
Мідь	0,19
Вуглеводний склад продукту, г / 100г:	
Декстрини	6,64
Мальтоза	24,00
Сахароза	0,60
Глюкоза	18,00
Фруктоза	3,00
Ксилоза	0,60
Незамінні амінокислоти, мг/100г:	
Лізін	3,50
Лейцин	29,87
Ізолейцин	15,88
Тирозин	19,11
Триптофан	13,06
Фенілаланін	27,06
Валін	3,32
Метіонін	1,26
Треонін	4,57
Вітаміни, мкг/100г	
Аскорбінова кислота (С)	1140...2280
Тіамін (В1)	3,0...4,0
Рибофлавін (В2)	3,1...8,0
Пантотенова кислота (В3)	32,0
Піридоксин (В6)	6,2
Ніацин (РР)	120...375
Біотин (Н)	0,3...0,7

На українському ринку солодових екстрактів одне з провідних місць посідають фінські солодові екстракти фірми «Laihia Mallas», наприклад, житній солодовий екстракт «Rye Malt Extract», ячмінні солодові екстракти «Barley Malt Extract Dark», «Barley Malt Extract Extra Dark» та «Barley Malt Extract Light», які використовують для виробництва пшеничного хліба, крекерів, печива тощо.

Відомо, що маргарин – це одна з полідисперсних систем, що складається з твердих і рідких жирів у воді та/або молоці, різних добавок і іноді бульбашок газу. Остаточна стабільність полідисперсних систем вважається вирішальною, оскільки вона створює структуру продукту і забезпечує його товарну форму. Що стосується маргарину, те що визначає створення необхідної структури, окрім, зрозуміло, емульгування, є процес кристалізації [4].

Розробка поліпшеної рецептури м'якого маргарину з використанням ячмінно-солодового екстракту. При виборі жирового складу маргарину, тобто оптимального співвідношення твердих та рідких жирів, враховуються такі характеристики як твердість та температура плавлення. Для оптимізації консистенції маргарину доцільно використовувати жирову основу із широкою гамою триацилгліцеринів. Це досягається шляхом використання у жировому наборі суміші саломасів різної ступені насиченості та переетерифікованих жирів.

Склад жирової основи та бажані товарні якості маргарину визначають методи його виробництва. Особливо це відноситься до м'яких маргаринів. Ці види маргарину вельми легкоплавкі, структура їх однорідна і пластична у широкому інтервалі температур. Така структура забезпечується шляхом ступінчатого переохолодження емульсій, включаючи рекристалізацію. Тому при визначенні рецептурного набору жирового складу маргарину слід враховувати особливості методів охолодження і подальшої механічної обробки охолодженої емульсії. При охолодженні емульсії на холодильному барабані в тонкому прошарку протікає поглиблене заморожування як твердої жирової фази та включеної в міжкристалічну структуру рідкої олійної фази, так і водно-молочної. За час перебування стружки маргарину у бункері вакуум-комплектору відбувається темперування її, а точніше дефростація. В результаті чого відбувається «розплавлення» твердих жирових кристалів і кристалів водно-молочної фази, а також перерозподіл рідкої олійної фази.

В вакуум-комплекторі, в результаті інтенсивного механічного перемішування та екструзії, утворюється рівномірний розподіл жирової та водно-молочної фази, завдяки чому різко знижується показник твердості (в 3–4 рази) і маргарин набуває м'якої пластичної структури. Механічну обробку в вакуум-комплекторі доцільно проводити під вакуумом, оскільки потрапляння повітря у товщу маргарину інтенсифікує окиснювальні процеси. Інакше відбуваються процеси кристалізації при використанні переохолоджувача. Емульсія переохолоджується на 2-3 °С нижче температури застигання жирової фази. При цьому відбувається утворення більшої кількості центрів кристалізації, яке супроводжується виділенням прихованої теплоти кристалізації (при проходженні маргарину через кристалізатор) [1, 5, 7].

Головними факторами [1, 4, 7], що впливають на формування кристалічної структури м'яких маргаринів, є:

- швидкість охолодження;
- температура кристалізації маргаринової емульсії;
- співвідношення насичених і ненасичених триацилгліцеринів жирних кислот у жировій основі маргаринів;
- швидкість перемішування маргаринової емульсії.

При повільному охолодженні маргаринової емульсії відбувається послідовна кристалізація триацилгліцеринів відповідно до їх температури застигання. У результаті виникає невелика кількість центрів кристалізації, які при затвердінні маргаринової емульсії дають незначну кількість великих кристалів, що щільно переплітаються між собою, характерних для найбільш високоплавкої стійкої кристалічної β -форми. У цьому випадку кінцевий продукт характеризується неоднорідною ніжною консистенцією кристалічної структури. У процесі зберігання такого продукту відбувається подальше зміцнення структури, і м'який маргарин набуває такі вади, як «крупку», «мармуровість», має грубий смак й «борошністість», стає занадто твердим, іноді навіть крихким.

При швидкому охолодженні маргаринової емульсії спостерігається переохолодження системи, і утворення кристалів починається за більш низьких температур, чим температура застигання триацилгліцеринів. За умови значного збільшення швидкості охолодження маргаринової емульсії в першій фазі кристалізації, коли молекули триацилгліцеринів переходять із рідкого стану у твердий, утвориться низькоплавка, менш стійка кристалічна решітка – α -форми.

Під дією сил міжмолекулярної взаємодії молекули в кристалічній решітці зближаються, і метастабільна β' -форма мимоволі переходить у більш стабільні β -форми. Виділяється схована теплота кристалізації, за рахунок чого температура системи підвищується. Тобто, чим вище температура кристалізації, тим більш довгий процес кристалізації та тим крупніше та неоднорідніші кристали, що утворюються.

Жирова основа м'яких маргаринів, утворена однотипними триацилгліцеридами, здатна значно збільшувати розміри кристалів внаслідок переходу в більш стабільну β -модифікацію. Під час рекристалізації твердої фази, що перебуває у формі твердого розчину однотипних триацилгліцеринів, відбувається перегрупування кристалів, що супроводжується більш-менш чітко вираженим відділенням рідкої (олійної) фази та зниженням легкоплавкості продукту.

На підставі викладеного вище та попередніх досліджень, виконаних на кафедрі технології жирів та продуктів бродіння НТУ «ХП», розроблено рецептуру м'якого маргарину з уведенням ячмінно-солодового екстракту. В табл. 2 наведено рецептуру м'якого маргарину 82 %-вої жирності «Вітамінний».

Таблиця 2. Рецептура м'якого маргарину 82 % жирності «Вітамінний»

Найменування компонентів	Маса компонентів	
	%	кг/т
Переестерифіковані жири	79	790,0
Соняшникова олія	1,9	19,0
Емульгатор: МГД:МГМ=1:1	0,1	1,0
Фосфоліпідний концентрат	0,4	4,0
Барвник	0,2	2,0
Сіль кухонна	0,2	2,0
Молоко коров'яче	15,0	150,0
Ячмінно-солодовий екстракт	2,98	29,8
Цитринова кислота	0,02	0,2
Цукор-пісок	0,2	2,0
Усього	100	1000

Технологія отримання ячмінно-солодового екстракту та м'якого маргарину «Вітамінний». Ячмінно-солодовий екстракт представляє з себе продукт, отриманий затиранням з водою світлого ячмінного пивоварного солоду з наступним зацукренням, висвітленням та згущенням отриманого суслу в вакуум-апараті. Технологія отримання екстракту по-

лягає у подрібненні на пальцевому або молотковому подрібнювачі солоду, його затиранні, фільтруванні заторів та випаровуванні готового суслу.

За умови безперервно працюючої мішалки у заторний апарат з попередньо набраною водою ($\frac{1}{2}$ рецептурної кількості води) засипають подрібнений солод у співвідношенні 1:1 (ячмінно-солодовий екстракт та вода). Гідромодуль затору коливається в діапазонах 1:4-1:6. Далі отриманий затор підігривають до 45 °С і витримують впродовж 20-30 хв., потім температуру підвищують до 63 °С і залишають на 45-60 хв. Для повного зацукрення затору масу підігривають до 72 °С. Готовий зацукрений затор із заторного апарату надходить до фільтрувального апарату. Випаровують сушло у випарних апаратах при температурі 60-75 °С до концентрації $74 \pm 2\%$ сухих речовин. Дозування ячмінно-солодового екстракту передбачено у водну фазу м'якого маргарину.

Далі отримана груба емульсія маргарину надходить до гомогенізатору. Гомогенізація ведеться при тиску 2-2,5 МПа. Емульсію охолоджують у дві стадії з проміжною механічною обробкою. На першій стадії емульсію переохолоджують до 17-20 °С у витискувальному охолоджувачі. Далі вона надходить у спеціальний апарат (декристалізатор) для зруйнування зароджених кристалів. Потім емульсія охолоджується до 12-16 °С у одноциліндровому охолоджувачі. Після такої обробки маргарин готовий до фасування. Функціональну схему виробництва м'якого маргарину «Вітамінний» наведено на рис. 1.

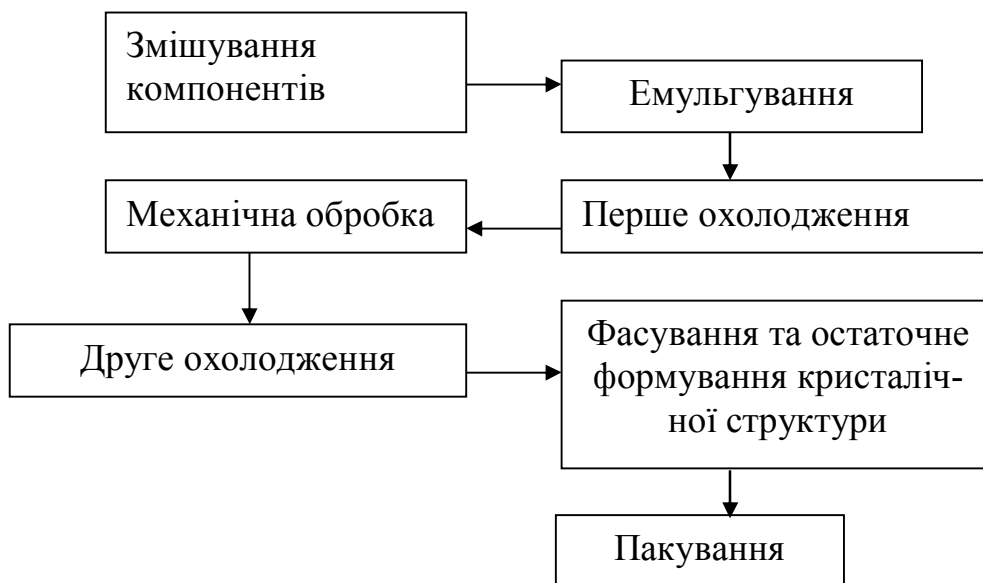


Рис. 1. Схема виробництва м'якого маргарину «Вітамінний»

Виробничий потенціал України має сучасне устаткування та відповідний науково-технічний супровід, що свідчить про перспективне зміцнення позицій як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках маргаринової продукції.

Висновок. М'який маргарин «Вітамінний» є бутербродним продуктом переважно рослинного походження підвищеної харчової та біологічної цінності. До його складу входить переетерифікований жир, соняшникова олія, коров'яче молоко, а також ячмінно-солодовий екстракт. Продукт характеризується збалансованим жирно-кислотним складом, вмістом насичених та ненасичених жирних кислот та фізіологічно активної ліноленової кислоти, відрізняється відсутністю холестерину та легкою засвоюваністю організмом. Використання в маргарині «Вітамінний» переетерифікованого жиру і соняшникової олії забезпечує одержання легкоплавкої та пластичної консистенції.

Список літератури: 1. *Тимченко В.К.* Технологія м'яких маргаринів. Навчальний посібник. - Харків: НТУ «ХПІ», – 2002. – 128с. 2. *Ипатова Л.Г.* Новые направления в создании функциональных жировых продуктов / *Л.Г. Ипатова, А.А. Кочеткова, А.П. Нечаев* // Масложировая пром-сть. – 2006. – №4. – С. 12 – 14. 3. *Смельянова Н.О.* Технологія солодових екстрактів, концентратів квасного суслу та квасу / *Н.О. Смельянова, Н.Я. Гречко, В.М. Кошова, В.Х. Суходол* – К.: ІСЛО, 1994. – 151 с. 4. *Тимченко В.К.* Процес кристалізації та твердість маргарину / *В.К. Тимченко* // Олійно-жировий комплекс, 2004. – №1 (4). – С. 25 – 27. 5. *Фавр Л.* Руководство по технологии масел и жиров. Технология маргарина. – Кировоград: «Сонора», 2002. – 62 с. 6. *О'Брайен Р.* Жиры и масла. Производство, состав и свойства; применение. – СПб: Профессия, 2007. – 752 с. 7. *Рубина Л.В.* Основные направления развития производства маргариновой продукции / *Л.В. Рубина, З.П. Федякина* // Збірник наукових праць УкрНДІОЖ, – Вип.1, 2007. – С.48 – 52.

Bibliography (transliterated): 1. *Tymchenko V.K.* Tekhnolohiya m'yakyykh marharyniv. Navchal'nyy posibnyk. – Kharkiv: NTU «KhPI» 2002. – 128 p. 2. *Ypatova L.H.* Novyye napravleniya v sozdaniy funktsionalnykh zhirovyykh produktov / *L.H. Ypatova, A.A. Kochetkova, A.P. Nechaev* // Maslozhyrovaya prom-st'. – 2006. – No. 4. – P. 12–14. 3. *Yemel'yanova N.O.* Tekhnolohiya solodovykh ekstraktiv, kontsentrativ kvasnoho susla ta kvasu / *N.O. Yemel'yanova, N.Ya. Hrechko, V.M. Koshova, V.Kh. Sukhodol* – Kyiv: ISLO, 1994. – 151 p. 4. *Tymchenko V.K.* Protses krystalizatsiyi ta tverdist' marharynu / *Oliyno-zhyrovyy kompleks*, 2004. – No. 1 (4). – P. 25–27. 5. *Faur L.* Rukovodstvo po tekhnologii masel i zhirov. Tekhnologiya margarina. – Kirovograd: «Sonola», 2002. – 62 p. 6. *O'Brayen R.* Zhiry i masla. Proizvodstvo, sostav i svoystva; primeneniye.- SPb: Professiya, 2007 – 752s. 7. *Rubyna L.V., Fedyakyna Z.P.* Osnovnyie napravleniya razvitiya proizvodstva margarinovoy produktsii / *Zbirnyk naukovykh prats' UkrNDIOZh*, – Vyp.1, 2007. – P. 48–52.

Надійшла (received) 16.02.15

А.П. МЕЛЬНИК, д-р техн. наук, проф., зав. відділу, УкрНДІГаз, Харків;

В.Ю. ПАПЧЕНКО, канд. техн. наук, заст. дир. з наук. роботи, УкрНДІОЖ НААН, Харків;

Т.В. МАТВЄЄВА, канд. техн. наук, доц., с. н. с., УкрНДІОЖ НААН, Харків;

С.О. КРАМАРЕВ, канд. техн. наук, асист., НТУ «ХПІ»;

С.Г. МАЛІК, канд. техн. наук, с. н. с., УкрНДІГаз, Харків

ДОСЛІДЖЕННЯ ОДЕРЖАННЯ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ ЦИКЛІЧНИХ АЗОТОВМІСНИХ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН

У роботі проведено дослідження реакції взаємодії триацилгліцеринів соняшникової олії з β -гідроксіетилетилендіаміном. Досліджено одержання алкілімідазолінів за реакцією амідування. Знайдено умови реакції, а саме мольне відношення вихідних реагентів, температура і тривалість реакції, при яких досягнуто утворення максимальної концентрації алкілімідазолінів.

Ключові слова: триацилгліцерини, соняшникова олія, β -гідроксіетилетилендіамін, реакція, мольне відношення, алкілімідазолін, амідування.

1. Вступ.

На сьогоднішній день сучасні виробництва органічних речовин, у тому числі поверхнево-активних речовин, ґрунтуються, в основному, на наукових основах переробки нафти та природного газу. За результатами міжнародного енергетичного агентства впродовж 2000–2020 рр. світовий попит на первинні енергоносії збільшиться в цілому на 50 % при середньорічному темпі росту 2,5 %. Нафта залишиться головним видом палива в загальному енерговикористанні до 2020 р. при середньорічному темпі росту 1,9 % і практично збереже свою частку на теперішньому рівні (40 %). Світовий попит на нафту до 2020 р. збільшиться приблизно до 18,3 млн.м³ на добу. Попит на природний газ буде збільшуватися кожний рік на 2,7 % і до 2020 р. частка цього енергоносія у світовому енерговикористанні підвищиться до 26 %.

Таким чином ціни та попит як на нафту, так і на природний газ постійно змінюються і з часом підвищуватимуться на фоні зменшення природних ресурсів цих вуглеводнів, що створює актуальну фундаментальну проблему заміни цієї сировинної бази на іншу. Зокрема найбільш перспективною є відновлювальна олійно-жирова база.

В зв'язку з викладеним, конкретна фундаментальна задача в рамках цієї проблеми, вирішення якої передбачається в роботі, стосується розробки науково-практичних основ одержання поверхнево-активних циклічних азотовмісних органічних речовин. До того ж проблема використання відновлювальних джерел сировини у теперішній час має не тільки техніко-економічне (за рахунок енергозбереження, імпортозаміщення і можливості експорту), але й соціальне значення.

2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми.

Алкілімідазоліни жирних кислот знаходять застосування у різних галузях промисловості, оскільки, вони можуть адсорбуватися на межі розподілу фаз метал-розчин або розчин-повітря [1]. Алкілімідазоліни жирних кислот одержують взаємодією карбонових кислот, метилових естерів жирних кислот, а також триацилгліцеринів [2, 3] з поліамінами з наступною циклізацією [4 – 7] або шляхом проведення реакцій в розчинниках (хлорбензолі чи толуолі) [1]. На рис. 1. представлено схему реакцій жирних кислот з аміноетилетаноламіном згідно [8].

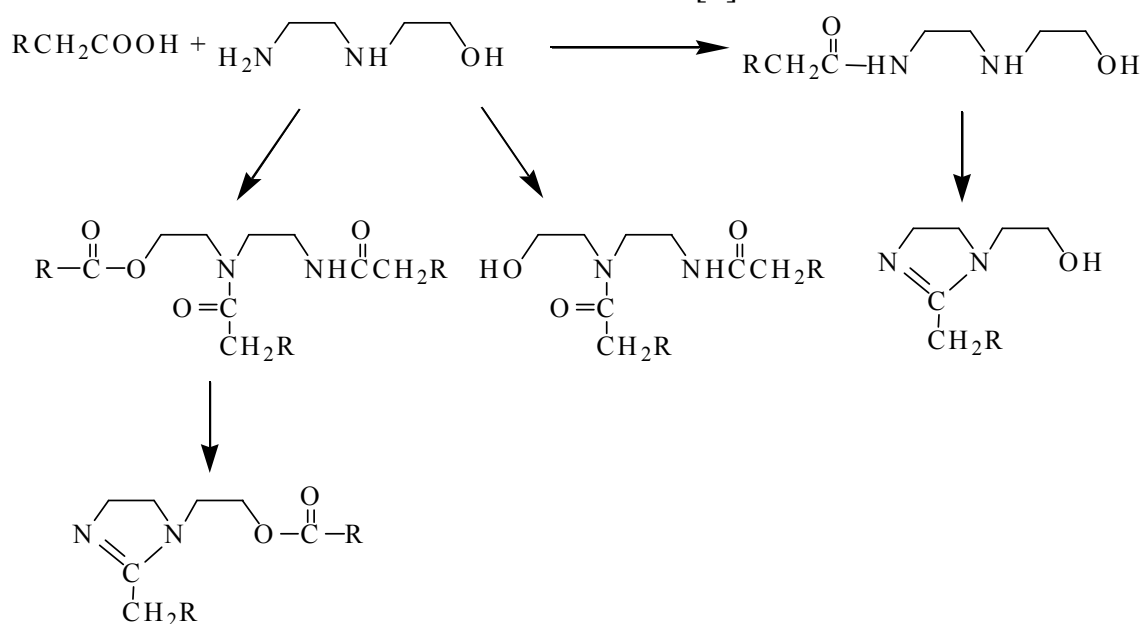


Рис. 1. Схема реакцій жирних кислот з аміноетилетаноламіном

Реакція між жирними кислотами та аміноетилетаноламіном проходить у дві стадії [8] аналогічно реакціям жирних кислот з діетилентриаміном [9]. Перша стадія – отримання амідів, а друга – їх наступна циклізація в алкілімідазоліни. Перша стадія зазвичай проводиться при температурах від 393 К до 423 К, а друга – при 473 К і вище та при зниженому тиску. Показано, що при температурах 413 К–433 К здебільшого утворюються моно- та діаміни, в той час як при температурі 473 К та зниженому тиску основними продуктами реакції є алкілімідазоліни.

Алкілімідазоліни жирних кислот знаходять своє застосування у виробництві миючих засобів, продуктів побутової хімії, піноутворювачів в кислих середовищах, інгібіторів корозії металів для різноманітних середовищ, як адсорбційно-активні речовини, диспергатори та емульгатори. Але найчастіше алкілімідазоліни жирних кислот використовують в нафтогазовій промисловості як інгібітори корозії [9 – 11].

Огляд технологій одержання алкілімідазолінів жирних кислот спонукає пошуки менш складних в апаратному оформленні, енергоємних та спрощених технологій.

3. Мета дослідження.

Оскільки в Україні не має вуглеводнів нафти – сировини для виробництва алкілімідазолінів, але Україна займає одну з лідируючих позицій у світі за виробництвом рослинних олій, тому як поновлюване сировинне джерело для одержання алкілімідазолінів жирних кислот обрано триацилгліцерини соняшникової олії, зокрема соняшникову олію рафіновану відповідно до ДСТУ 4492:2006. Як другий компонент використано β -гідроксіетилетилендіамін виробництва Merck (Німеччина) з масовою часткою основної речовини 99,0 %, вологи 0,5 %.

Мета даної роботи полягає у дослідженні кінетики утворення алкілімідазолінів (АІ) за реакцією амідкування триацилгліцеринів соняшникової олії (ТАГ СО) β -гідроксіетилетилендіаміном (АЕЕА).

4. Експериментальні дані та їх обробка.

Дослідження одержання алкілімідазолінів виконано на промисловому зразку соняшникової олії, жирнокислотний склад якої представлено у табл. 1.

Таблиця 1. Жирнокислотний склад соняшникової олії

Жирна кислота	16:0	18:0	18:1	18:2
Вміст, %	6,7	4,1	21,8	67,4

Пряме амідкування триацилгліцеринів соняшникової олії β – гідроксіетилетилендіаміном проведено при мольному відношенні (МВ) реагентів 1:1 ÷ 1:3 та в інтервалі температур 413 – 453 К впродовж заданого часу згідно [2].

Авторами у роботах [3, 12, 13] встановлено, що реакцію взаємодії ТАГ СО з АЕЕА можна записати у вигляді десяти хімічних рівнянь [14], де як продукти реакції є моноацилгліцерини, діацилгліцерини, аміноаміди, гліцерин, діаміни і алкілімідазоліни.

Впродовж перебігу реакції визначено концентрації компонентів реакційних мас згідно [2]. Встановлено, що витрати АЕЕА спричиняють утворення азотовмісних сполук – аміноамідів (АА) [14], а збільшення температури реакції зумовлює пришвидшення реакції утворення алкілімідазолінів, яке відповідно зумовлює витрати АА, тобто при більших температурах значна кількість АА перетворюються на АІ, зміни концентрацій яких в залежності від тривалості і температури реакції приведено на рис. 2, 3.

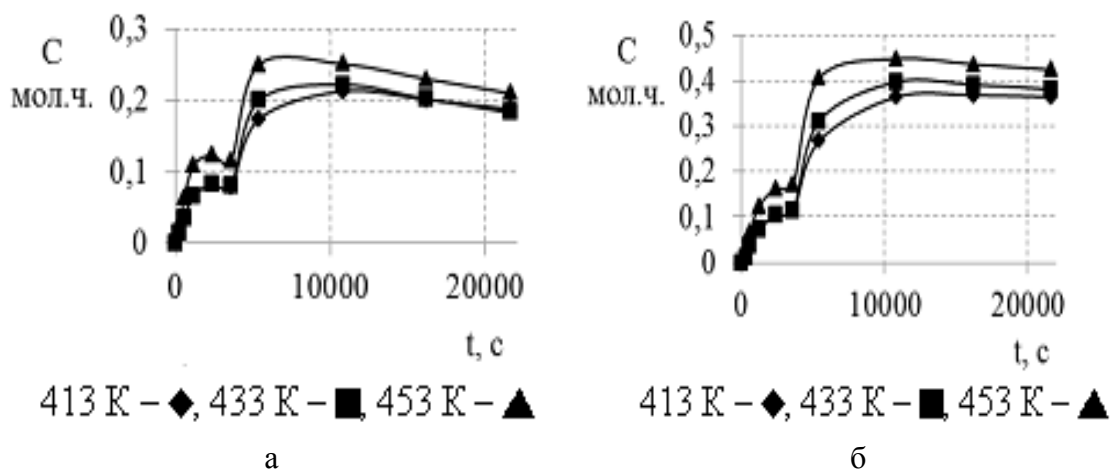


Рис. 2. Залежності зміни концентрації АІ (С) з часом (t) при взаємодії ТАГ СО з АЕЕА при МВ реагентів 1:1 (а), 1:2 (б) і різних температурах

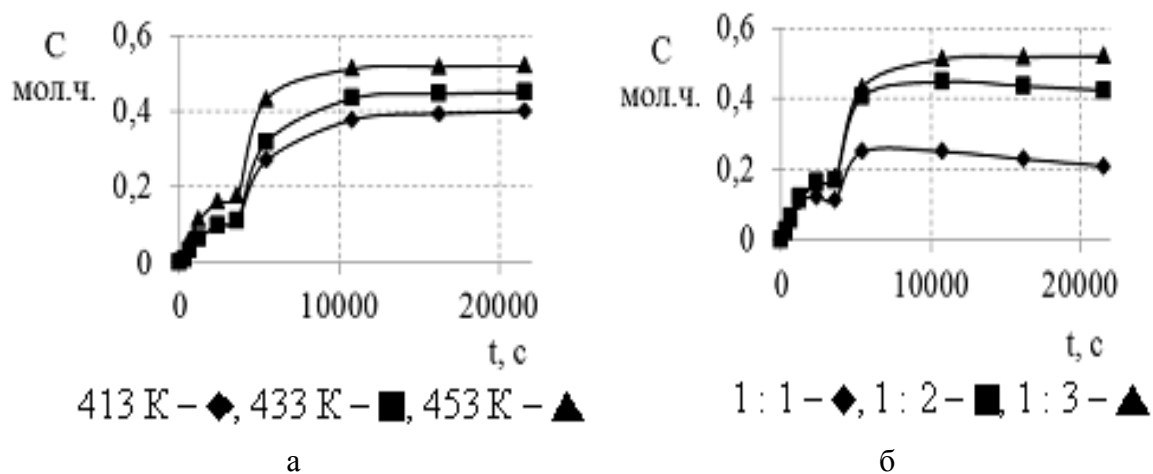


Рис. 3. Залежності зміни концентрації АІ (С) з часом (t) при взаємодії ТАГ СО з АЕЕА при МВ реагентів 1:3 і різних температурах (а) та температурі 453 К і різних МВ реагентів (б)

Залежності концентрації АІ на рис. 1, 2 подібні залежностям змін концентрації АІ при взаємодії ТАГ ріпакової олії з АЕЕА [15] і характеризуються чотирма ділянками, що відрізняються різними швидкостями накопичення АІ.

На початку реакції (до 2400 с) відбувається різке накопичення алкілімідазолінів в реакційних масах, при чому збільшення температури зумовлює більш швидке накопичення АІ, так при температурі 453 К концентрації АІ складає $\sim 0,124$ мол.ч. при МВ 1:1, $\sim 0,164$ мол.ч. при МВ 1:2 і $\sim 0,161$ мол.ч. при МВ 1:3.

Впродовж 2400 с – 3600 с спостерігається зменшення концентрації АІ. Після 3600 с реакції концентрація АІ знов збільшується. Це пов'язано з тим, що з цього моменту реакція протікає під вакуумом.

Наприкінці реакції, після 21600 с, концентрація АІ при МВ 1:1 становить $\sim 0,188$ мол.ч. при температурі 413 К і $\sim 0,21$ мол.ч. при температурі 453 К; при МВ 1:2 становить $\sim 0,364$ мол.ч. при температурі 413 К і $\sim 0,424$ мол.ч. при температурі 453 К.

При МВ реагентів 1:3 і при температурі 453 К концентрація АІ в реакційній масі досягає $\sim 0,52$ мол.ч.

5. Висновки.

Встановлено, що алкілімідазоліни жирних кислот можна одержувати за реакцією прямого амідування триацилгліцеринів соняшникової олії β – гідроксіетилетилендіаміном. Крім того, знайдені умови реакції, при яких утворюються алкілімідазоліни з максимальною концентрацією в реакційній масі.

Список літератури: 1. *Иванский В.И.* Химия гетероциклических соединений / *Иванский В.И.* – М. : Высшая школа, 1978. – 560 с. 2. *Вишневський Р.М.* Циклічні та ациклічні аміни, як потенційні інгібітори корозії металів / *Р.М. Вишневський, Б.Л. Литвин, А.С. Федорів.* – Т. 10: Фізика і хімія твердого тіла. – 2009. – № 2. – С. 332 – 346. 3. Пат. 6338819 USA, МПК⁷ B1. Combination of imadazolines and wetting agents as environmentally acceptable corrosion inhibitors / *Braga T.G., Martin R.L. et al.*; Baker Hughes Incorporated, Houston USA. – № 09/250,595; заявл. 16.02.99; опубл. 15.01.2002. – 7 с. 4. Пат. 5393464 USA, МПК⁷ B1. Biodegradable corrosion inhibitors of low toxicity / *Martin R.L., Jo Ann McMahon, Bernardus A.*; Oude Alink. – № 146900; заявл. 2.10.93; опубл. 28.02.1995. 5. Пат. 5322640 USA, МПК⁷ H 04. Water soluble corrosion inhibitors / *Burne N.E., Johnson J.D.*; Nalco Chemical Company. – № 706598; заявл. 1.06.93; опубл. 21.06.1994. 6. *Діхтенко К.М.* Технологія отримання моноацилгліцеринів амідуванням ріпакової олії: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.06 / *Діхтенко Костянтин Миколайович.* – Х., 2008. – 184 с. 7. *Мельник А.П.* Получение моно-, диацилглицеринов амидированием подсолнечного масла аминокетилэтанололамином / *А.П. Мельник, Т.В. Матвеева, С.О. Крамарев С.Г. Малик* // Масложировая индустрия – 2011 : XII Междунар. конф., 26–27 окт. 2011 г. : тезисы докл. – Санкт-Пет., 2011. – С 166. 8. *Файнгольд С.И.* Химия анионных и амфолитных азотсодержащих поверхностно-активных веществ / *Файнгольд С.И., Кууск А.Э., Кийк Х.Э.* – Таллин: Валгус, 1984. – 290 с. 9. *Wu Y.* Thermal Reactions of fatty acids with diethylenetriamine / *Y. Wu, P.R. Herrington* // JAOCS. – 1997. – Vol. 74, No. 1. – С. 61 – 64. 10. *Tyagi R.* Imidazoline and its derivatives: an overview / *R. Tyagi, V.K. Tyagi, S.K. Pandey* // Journal of oleo science. – 2007. – No 56. – С. 211 – 222. 11. *Vajpai D.* Fatty imidazolines: chemistry, synthesis, properties and their industrial application / *D. Vajpai, V.K. Tyagi* // Journal of oleo science. – 2006. – No 55. – С. 319 – 329. 12. *Мельник А.П.* До питання одержання моно-, діацилгліцеринів амідуванням соняшникової олії аміноетилетаноламином / *А.П. Мельник, Т.В. Матвеева, С.О. Крамарев, А.С. Кириченко* // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта здоров'я: XIX міжнар. наук.-практ. конф., 01–03 червня 2011 р. : матеріали конф. – Харків: НТУ «ХП», 2011. – Ч. 2. – С. 295. 13. *Мельник А.П.* Одержання моноацилгліцеринів амідуванням соняшникової олії аміноетилетаноламином / *А.П. Мельник, Т.В. Матвеева, С.О. Крамарев, С.Г. Малік, В.О. Бахмач* // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: 77-я наукова конференція молодих вчених, аспірантів і студентів. – К.: НУХТ, 2011.– Ч. 1. – С. 191. 14. *Папченко В.Ю.* Дослідження одержання азотоподібних жирних кислот з відновлювальної сировини / *В.Ю. Папченко* // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – Х., 2013. – № 2/6 (62) – С. 33 – 35. 15. *Крамарев С.О.* Технологія одержання поверхнево-активних діацилгліцеринів та алкілімідазолінів амідуванням ріпакової олії: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.06 / *Крамарев Сергій Олегович.* – Х., 2013. – 187 с.

Bibliography (transliterated): 1. *Ivanskij V.I.* Himiya geterociklicheskih soedinenij / *Ivanskij V.I.* – Moscow: Vysshaya shkola, 1978. – 560 p. 2. *Vishnevs'kij R.M.* Ciklichni ta aciklichni amini, yak potencijni ingibitori korozii metaliv / *R.M. Vishnevs'kij, B.L. Litvin, A.S. Fedoriv.* – T. 10: Fizika i himiya tverdogo tila. – 2009. – No. 2. – P. 332 – 346. 3. Pat. 6338819 USA, MPK⁷ B1. Combination of imadazolines and wetting agents as environmentally acceptable corrosion inhibitors / *Braga T.G., Martin R.L., et al.*; Baker Hughes Incorporated, Houston USA. – No. 09/250,595; stat. 16.02.99; publish. 15.01.2002. – 7 p. 4. Pat. 5393464 USA, MPK⁷ B1. Biodegradable corrosion inhibitors of low toxicity / *Martin R.L., Jo Ann McMahon, Bernardus A.*; Oude Alink. – No. 146,900; stat. 2.10.93; publish. 28.02.1995. 5. Pat. 5322640 USA, MPK⁷ H 04. Water soluble corrosion inhibitors / *Byrne N.E., Johnson J.D.*; Nalco Chemical Company. – No. 706598; stat. 1.06.93; publish. 21.06.1994. 6. *Dihtenko K.M.* Tekhnologiya otrimannya monoacilglicerinov amiduvannyam ripakovoï oliï: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.18.06 / *Dihtenko Kostyantyn Mikolajovich.* – Kharkiv, 2008. – 184 p. 7. *Mel'nik A.P.* Poluchenie mono-, diacilglicerinov amidirovaniem podsolnechnogo masla aminoetiletanolaminom / *A.P. Mel'nik, T.V. Matveeva, S.O. Kramarev, S.G. Malik* // Maslozhirivaya industriya – 2011: XII Mezhdunar. konf., 26–27 okt. 2011 g. : tezis dokl. – Sankt-Peterburg, 2011. – P. 166. 8. *Fajngol'd S.I.* Himiya anionnyh i amfolitnih azotsoderzhashchih poverhnostno-aktivnyh veshchestv / *Fajngol'd S.I., Kuusk A.EH., Kijk H.EH.* – Tallin: Valgus, 1984. – 290 p. 9. Wu Y. Thermal Reactions of fatty acids with diethylenetriamine / *Y. Wu, P.R. Herrington* // JAOCs. – 1997. – Vol. 74, No. 1. – P. 61 – 64. 10. *Tyagi R.* Imidazoline and its derivatives: an overview / *R. Tyagi, V.K. Tyagi, S.K. Pandey* // Journal of oleo science. – 2007. – No. 56. – P. 211 – 222. 11. *Bajpai D.* Fatty imidazolines: chemistry, synthesis, properties and their industrial application / *D. Bajpai, V.K. Tyagi* // Journal of oleo science. – 2006. – No. 55. – P. 319 – 329. 12. *Mel'nik A.P.* Do pitannya oderzhannya mono-, diacilglicerinov amiduvannyam sonyashnikovoi oliï aminoetiletanolaminom / *A.P. Mel'nik, T.V. Matveeva, S.O. Kramarev, A.S. Kirichenko* // Informacijni tekhnologii: nauka, tekhnika, tekhnologiya, osvita zdorov'ya: XII mizhnar. nauk.-prakt. konf., 01–03 chervnya 2011 r. : materiali konf. – Kharkiv: NTU «KhPI», 2011. – CH. 2. – P. 295. 13. *Mel'nik A.P.* Oderzhannya monoacilglicerinov amiduvannyam sonyashnikovoi oliï aminoetiletanolaminom / *A.P. Mel'nik, T.V. Matveeva, S.O. Kramarev, S.G. Malik, V.O. Bahmach* // “Naukovi zdobutki molodi – virishennyu problem harchuvannya lyudstva u HKHI stolitti”: 77-ya naukova konferenciya molodih vchenih, aspirantiv i studentiv. – Kyev: NUHT, 2011.– CH. 1. – P. 191. 14. *Papchenko V.YU.* Doslidzhennya oderzhannya azotopohidnih zhirnih kislot z vidnovlyuval'noi sirovini / *V.YU. Papchenko* // Vostochno-evropejskij zhurnal peredovyh tekhnologij. – Khar'kov, 2013. – № 2/6 (62) – P. 33 – 35. 15. *Kramarev S.O.* Tekhnologiya oderzhannya poverhnevo-aktivnyh diacilglicerinov ta alkilimidazoliniv amiduvannyam ripakovoï oliï: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.18.06 / *Kramarev Sergij Olegovich.* – Kharkiv, 2013. – 187 p.

Поступила (received) 27.01.15

П.А. НЕКРАСОВ, д.т.н., профессор, НТУ «ХПИ»;
Л.А. ДАНИЛОВА, к.т.н., профессор, НТУ «ХПИ»;
Т.А. БЕРЕЗКА, ст. преподаватель, НТУ «ХПИ»;
Д.И. ИВАНЕНКО, студент, НТУ «ХПИ»

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СО₂-ЭКСТРАКТА ХМЕЛЯ В ПИВОВАРЕНИИ

В статье дан анализ современного состояния производства и применения хмеля и продуктов его переработки в пивоварении. Показаны преимущества и недостатки СО₂-экстракта хмеля по сравнению с другими продуктами переработки хмеля. Проанализированы процессы, происходящие при кипячении сула с хмелем и поставлены задачи на исследование. В условиях Харьковского пивоваренного завода «Сан ИнБев Украина» проведены исследования, направленные на выявление фенольных веществ растительных антиоксидантов, способствующих коагуляции белков и защите от окисления горьких веществ при кипячении сула с СО₂-экстрактом хмеля. В результате определена технология использования СО₂-экстракта хмеля совместно с антиоксидантом из коры дуба. Использование СО₂-экстракта хмеля вместе с антиоксидантом из коры дуба дает возможность получить менее окисленное пиво с длительным сроком хранения и экономить хмель в количестве 8–10%. Кроме этого, антиоксидант не только стабилизирует качество пива, но и увеличивает его физиологическую ценность. Это может быть основой для создания нового сорта пива с повышенной физиологической ценностью.

Ключевые слова: СО₂-экстракт хмеля, растительные антиоксиданты, экономия хмеля, пиво с длительным сроком хранения.

Введение.

Хмель является наиболее специфическим и незаменимым видом сырья в производстве пива. Разнообразные по своей природе и химическому строению вещества, входящие в состав отдельных частей шишки хмеля, придают пиву характерные специфические вкус и аромат, участвуют в осветлении и образовании пены и, обладая антибиотическими свойствами, повышают стойкость пива при его хранении. Состав хмеля оказывает решающее влияние на качество производимого из него пива.

Важнейшими компонентами хмеля для производства пива являются горькие вещества, эфирные масла и полифенольные вещества.

© П.А. Некрасов, Л.А. Данилова, Т.А. Березка, Д.И. Иваненко 2015

В последние два десятилетия в нашей стране и в большинстве стран мира значительное распространение получили натуральные продукты переработки хмеля. Это производство гранулированного хмеля, этанольных и углекислотных экстрактов. Применение в пивоварении продуктов переработки хмеля связано с их преимуществом по сравнению с шишковым хмелем. Как известно, в зависимости от способов задачи шишкового хмеля в сушварочный котел и минералогического состава воды, используется только от 25 до 40 % горьких и других ценных веществ для пивоварения. Кроме того, при хранении такого хмеля в течение года на пивоваренных заводах теряется около 30-50 % α - и β -кислот и приблизительно 90% эфирных масел, что значительно снижает ценность хмеля для приготовления пива [1].

Основные направления производства и использования хмеля пивоварении.

Анализ современного состояния производства и применения хмеля показал, что только на пивоваренных заводах с малой производительностью применяется классическая технология получения пива, при которой традиционно используется шишковый прессованный хмель для охмеления пивного сусла. В то же время все крупные пивзаводы Украины перешли на использование различных типов гранул, этанольных и углекислотных экстрактов хмеля, благодаря которым улучшаются условия работы, а также снижаются потери горьких веществ и эфирных масел в процессе их хранения и повышается эффективность использования α - и β -кислот и эфирных масел в процессе пивоварения. При применении хмелевых препаратов в пивоварении повышается до 40-60 % эффективность использования горьких веществ, полифенолов и эфирных масел. Кроме того, для хранения продуктов переработки не нужно иметь складские помещения с регулируемым температурным режимом $0+2^{\circ}\text{C}$, как это предусмотрено при хранении шишкового прессованного хмеля. Наибольшее применение в пивоварении получили натуральные (классические) хмелепродукты – гранулы, этанольные и углекислотные экстракты хмеля.

CO_2 -экстракты хмеля по сравнению с прессованным хмелем и другими хмелепродуктами имеют то преимущество, что они почти неограниченно стойки при хранении. Необходимая площадь для их хране-

ния составляет 1/25 помещений для хранения хмеля. То же самое касается транспортных средств. Однако для производства высококачественного пива необходимы горькие вещества, эфирные масла и полифенольные вещества хмеля в определенном соотношении, а CO₂-экстракт не содержит полифенольных веществ. Обычно CO₂-экстракт используют совместно с гранулированным хмелем в количестве не более 50% [1].

Вводят хмелепродукты в сусло в процессе его кипячения. Цель кипячения сусла с хмелем состоит в испарении избыточной воды для получения нужной концентрации сусла, в инактивации ферментов, в стерилизации сусла, максимальной коагуляции белков в виде взвесей горячего сусла («бруха») и в растворении в сусле ценных компонентов хмеля, прежде всего горьких веществ [2, 3].

Таким образом, важной задачей кипячения сусла с хмелем является его ароматизация и придание суслу горького вкуса. До 95 % общей горечи обусловлено α -кислотами хмеля, которые при кипячении под воздействием кислорода превращаются в изомеры α -кислот, обладающие большей растворимостью, чем α -кислоты. Наряду с изомеризацией часть изо- α -кислот окисляется. Слишком длительное кипячение сусла с хмелем приводит к разложению горьких изо- α -кислот и образованию гумулиновых негорьких кислот, портящих вкус пива.

Таким образом, роль кислорода на первом этапе экстрагирования и превращения α -кислот в изо- α -кислоты положительна. В дальнейшем под действием кислорода происходит деструкция изо- α -кислот, что уменьшает аналитическую величину горечи сусла и пива, а также ухудшает ее характер [4].

Для защиты от окисления применяют антиоксиданты. В пивоварении в качестве антиокислителей используют оксид сульфита, сульфиты, редутоны, полученные из сахара в щелочной среде и, прежде всего, аскорбиновую кислоту, ее натриевую соль или Д-изоаскорбат (ИзонаД). Для связывания кислорода используют глюкозооксидазу в присутствии глюкозы.

Однако, следует различать антиоксиданты и акцепторы кислорода. Известно, что окисление любых органических веществ представляет собой цепной свободно-радикальный процесс с вырожденным разветвлением. Остановить или затормозить его можно путем введения антиокси-

дантов, реагирующих с образовавшимися свободными пероксидными радикалами или разрушающих пероксиды без образования свободных радикалов. Пероксиды являются разветвляющими агентами в цепи окисления [5, 6, 7].

В Украинском научно-исследовательском институте пищевой промышленности получены высокоактивные и нетоксичные антиоксиданты для пищевой промышленности из растительного сырья: коры дуба, плодов рябины красной, травы зверобоя, листьев мяты перечной, травы чабреца, листьев мать и мачехи. Они относятся к истинным антиоксидантам, которые реагируют как с пероксидными радикалами, так и с пероксидами. Их химический состав и свойства подходят для пивоварения [4, 5]. Исследования, проведенные ранее, подтвердили защитное действие антиоксидантов при окислительной деструкции изо- α -кислот. Было выявлено, что наиболее эффективными являются антиоксиданты из коры дуба, травы мяты и зверобоя. Определена оптимальная доза их введения, составляющая 20–30 мг сухих веществ антиоксидантов на 1 дм³ сусла [6, 7]. Особенно важным процессом при кипячении сусла с хмелем является выпадение белковых веществ в осадок. Первоначально прозрачное сусло в начале кипячения становится сначала непрозрачным и мутным. В процессе кипячения сусла вещества, выделившиеся сначала в виде очень тонкой взвеси, взаимодействуют друг с другом, образуя более грубый и объемный осадок. Выделившиеся в виде хлопьев вещества представляют собой в основном коагулируемые белки, которые называют «брух» или «взвеси горячего сусла». Эти процессы осветления имеют большое значение для полноты, гармоничности вкуса и стабильности пива. Недостаточная коагуляция белков не только ухудшает эти свойства, но и оказывает косвенное влияние путем обволакивания дрожжей во время главного брожения и дображивания.

Собственно, процесс коагуляции протекает в две стадии: первая имеет преимущественно химическую природу и называется денатурированием, а во второй фазе (ее называют коагуляцией) протекают коллоидные, химические и физические процессы.

Азотсодержащие коллоиды сусла гидратированы, то есть окружены водяной пленкой, что в сочетании с электрическим зарядом придает им некоторую стабильность. При температурах кипения происходят

межмолекулярные превращения, приводящие к разрыву водородных связей и, как следствие, к потере гидратационной воды. Эту дегидратацию можно усилить добавлением дегидратирующих веществ – полифенолов, спирта, некоторых ионов и тяжелых металлов. После дегидратации частицы еще поддерживаются в лабильном коллоидном состоянии благодаря своему электрическому заряду. В так называемой «изоэлектрической точке», в которой положительно и отрицательно заряженные группы амфотерных белков нейтрализуют друг друга, дегидратированные молекулы особенно нестабильны и выпадают сначала в мелкодисперсной, а затем во все более грубой форме [2].

Полифенольные вещества хмеля способствуют коагуляции белковых веществ сусла, а так как СО₂-экстракта хмеля их не содержит самостоятельно его использовать нельзя.

Антиоксиданты из растительного сырья (коры дуба, травы зверобоя, листьев мать-и-мачехи, травы чабреца, плодов рябины обыкновенной, листьев мяты, ТУ У 18.483-98) представляют собой водно-спиртовые растворы синергетически активных комплексов веществ растений с антиокислительным действием [7]. Их активность обусловлена фенольными соединениями соответствующих растений, находящимися в синергетически-активном сочетании с другими органическими веществами, главным образом, органическими кислотами растений. Получают эти антиоксиданты путем направленной экстракции активных комплексов веществ растений водно-спиртовыми растворами.

Разработка новой технологии использования СО₂-экстракта хмеля в пивоварении.

Фенольные соединения антиоксидантов из растительного сырья более реакционноспособны, чем фенольные соединения хмеля [8]. Добавка антиоксидантов из растительного сырья в пивное сусло при кипячении его с хмелем должна оказать положительное влияние на процесс коагуляции белков.

Поэтому исследования, направленные на выявление фенольных веществ растительных антиоксидантов, способствующих коагуляции белков, необходимы. Они помогут решить задачу увеличения стойкости пива.

Характеристика используемых во время испытаний антиоксидантов и объемы их внесения на 100 мл сусла представлены в табл. 1.

Таблица 1. Характеристика антиоксидантов из растительного сырья

Наименование показателей	Антиоксиданты из					
	коры дуба	травы зверобоя	травы мать-и-мачехи	травы чабреца	плодов рябины обыкновенной	травы мяты
Массовая доля сухих веществ, %	1,17	2,75	1,76	1,93	6,0	2,5
Содержание полифенольных соединений, в % от сухого вещества	65,08	42,02	19,2	28,87	1,38	27,8
Содержание общего азота, мг/100мл антиоксиданта	18,2	33,6	14,0	36,4	16,8	22,4
Объем вносимого антиоксиданта на 100 мл сусла, мл	0,17	0,07	0,11	0,10	0,03	0,08
Количество общего азота, вносимого с антиоксидантом на 100 мл сусла, мг	0,03	0,02	0,02	0,04	0,01	0,02

Антиоксиданты из различных видов растительного сырья очень отличаются по качественному и количественному составу фенольных соединений. Для выявления антиоксидантов, фенольные соединения которых наиболее эффективно осаждают белки пивного сусла в процессе его кипячения, был проведен ряд экспериментов.

Условия проведения экспериментов:

1. Сусло с массовой долей сухих веществ – 11,0 %, норма горьких веществ 0,68 г/дал.
2. Объем сусла для одного опыта 0,5 дм³. Через 30 минут после закипания сусла во все пробы вносился гранулированный хмель.
4. Общее время кипячения сусла с хмелем – 90 минут.
5. Через 60 минут после внесения хмеля, добавляли антиоксиданты из растительного сырья из расчета 20 мг сухих веществ антиоксиданта на 1,0 л сусла.
6. Длительность кипячения сусла с хмелем и антиоксидантами – 30 минут.
7. После кипячения, охлаждения и доведения до первоначального объема сусло ставили в холодильник на 20 часов.
8. Охлажденное сусло фильтровали через взвешенные и доведенные до постоянного веса фильтры.

9. Фильтры с осадком промывали от сусла дистиллированной водой и сушили до постоянного веса.

10. По разнице веса фильтра с осадком и без, определяли вес осадка, выпавшего из сусла в процессе его кипячения с хмелем и с добавками антиоксидантов из растительного сырья.

Результаты экспериментов по определению влияния добавок антиоксидантов из растительного сырья в сусло в процессе его кипячения на величину осадка, выделяющегося из сусла при его охлаждении представлены в табл. 2. Анализ экспериментальных данных показывает, что наибольшее количество осадка выделяется из сусла в присутствии антиоксидантов из коры дуба, мать-и-мачехи, мяты и чабреца. Сусло с добавками антиоксидантов характеризуется и большей величиной горечи, что объясняется защитой изо- α -кислот от окислительной деструкции присутствующими антиоксидантами.

Таблица 2. Влияние добавок антиоксидантов из растительного сырья

Сусло	Общий азот сусла		Осадок на фильтре, мг/из 100 см ³ сусла	Величина горечи, ед. ЕВС
	мг/100 см ³	%		
Исходное сусло	95,2	100	-	-
Сусло с хмелем	86,1	90,5	140,0	26,3
Сусло с хмелем + антиоксидант из коры дуба	86,8	91,2	163,5	27,8
Сусло с хмелем + антиоксидант из зверобоя	86,8	91,2	112,6	27,1
Сусло с хмелем + антиоксидант из мать-и-мачехи	86,1	90,5	151,4	28,3
Сусло с хмелем + антиоксидант из мяты	84,7	89	148,5	27,3
Сусло с хмелем + антиоксидант из чабреца	84,0	88,2	147,1	27,1
Сусло с хмелем + антиоксидант из рябины	85,4	89,7	121,3	27,2

Из проведенных исследований следует, что добавка антиоксидантов из коры дуба и травы мяты в процессе кипячения и охлаждения сусла наиболее эффективно способствует как защите изо-соединений от окислительной деструкции, так и коагуляции белков.

Для проведения дальнейших исследований по разработке технологии использования CO₂-экстрактов в пивоварении был выбран антиокси-

дант из коры дуба, так как он не только лучше других защищает от окислительной деструкции, но и способствует коагуляции белков пивного сусла. Известно, что основное количество изо- α -кислот образуется в первый период кипячения, в дальнейшем происходит сравнительно медленное их накапливание. Следовательно, введение антиоксидантов в начальный период будет тормозить процесс накопления горьких веществ в сусле, так как кислород способствует изомеризации. В дальнейшем, при замедлении изомеризации, процессы деструкции изо- α -кислот под действием кислорода могут преобладать над изомеризацией и присутствие антиоксидантов будет способствовать накоплению горьких веществ в сусле.

Для решения задачи защиты изо- α -кислот от окислительной деструкции необходимо выявить, через какой промежуток времени от начала кипения сусла с хмелем введение антиоксидантов способствует накоплению горьких веществ в сусле. Для определения этого промежутка времени изучали кинетику накопления горьких веществ в охмеленном сусле в зависимости от времени введения антиоксиданта в кипящее с хмелем сусло. Кинетику накопления горьких веществ изучали для 11 % сусла. Использовали CO_2 -экстракт хмеля содержащий 50 % α -кислот. Норма горьких веществ горячего сусла – 0,68 г/10дм³. Сусло кипятили 15 мин, затем задавали экстракт хмеля. Антиоксидант из коры дуба в количестве 30 мг сухих веществ на 1 дм³ сусла вводили в кипящее с экстрактом хмеля сусло через следующие промежутки времени от начала кипения: 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 90 минут. Общая длительность кипячения сусла с экстрактом хмеля составляла 120 минут. Кипячение проводили с обратным холодильником. После окончания кипячения сусло быстро отфильтровывали через шелк, охлаждали и доводили до первоначального объема. Далее определяли содержание горьких веществ в охмеленном сусле спектрофотометрическим методом. Результаты эксперимента приведены в таблице 3.

Таблица 3. Содержание горьких веществ в сусле в зависимости от времени внесения антиоксиданта

Показатели	Без антиоксиданта	С добавкой антиоксиданта после начала кипения сусла, мин								
		5	10	15	20	30	40	50	60	90
ГОР, ед.ЕВС	32,3	32,0	33,3	35,5	36,0	35,5	35,0	33,0	33,5	31,0
pH	6,19	5,93	5,92	5,92	5,92	5,92	5,85	5,85	5,85	5,86
ПОК, %	52,3	51,2	52,0	56,1	63,4	54,6	53,7	52,5	50,0	46,7

Как видно из представленных графических данных (рис. 1), введение антиоксиданта из коры дуба в начале кипения суслу с хмелевым экстрактом приводит к небольшому снижению содержания горьких веществ в готовом сусле. Это указывает на позитивную роль кислорода на этом этапе, а также на тормозящее действие антиоксиданта на процесс изомеризации α -кислоты.

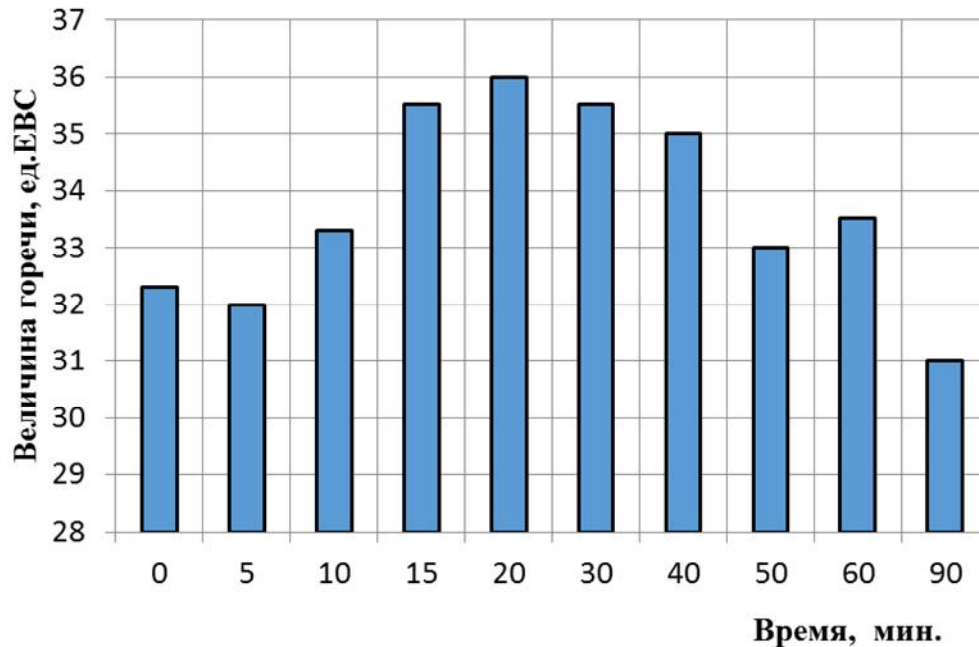


Рис. 1. Содержание горьких веществ в сусле в зависимости от времени внесения антиоксиданта из коры дуба

Введение антиоксиданта в кипящее сусло через 15, 20, 30 минут от начала кипения с хмелевым экстрактом приводит к росту содержания горьких веществ в готовом сусле. На этом этапе процессы деструкции изо- α -кислот преобладают над изомеризацией, а внесенный антиоксидант защищает их от окислительной порчи. Более позднее введение антиоксиданта нежелательно, потому что из-за окислительной деструкции происходит снижение содержания горьких веществ в готовом сусле. Максимальное содержание горьких веществ в сусле наблюдается при введении антиоксиданта из коры дуба через 20 минут от начала кипения суслу с экстрактом хмеля.

Апробация результатов экспериментальных исследований.

Изо- α -кислоты, создающие горечь пива, представляют собой смесь целого ряда тесно связанных по своей структуре изо-соединений. Изо-соединения различаются по своей растворимости в сусле и пиве. Снижение

величины рН в процессе брожения пивного сусла изменяет их растворимость в пиве, причем в разной степени. Поэтому высокому содержанию горьких веществ в пивном сусле не всегда отвечает столь же высокое содержание их в пиве. Задача данного исследования состояла в определении режима внесения антиоксиданта из коры дуба, который обеспечивает максимальное содержание горьких веществ в пиве и минимальное его окисление.

Для решения этой задачи из образцов сусла, полученного в эксперименте, было приготовлено пиво. Дрожжи вводили в охлажденное до 7 – 8 °С сусло разных образцов в количестве 10 см³ на 1,2 дм³. Длительность главного брожения составляла 8 дней. Видимый экстракт в конце брожения в сусле разных образцов равнялась 4,1–4,3 %. Молодое пиво было разлито в бутылки и поставлено на дображивание и созревание. Дображивание проводили при температуре 2 °С. Длительность дображивания – 21 сутки.

В готовом пиве определяли содержание горьких веществ спектрофотометрическим методом и степень окисленности по скорости обесцвечивания индикатора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия. Результаты экспериментальных данных представлены в таблице 4.

Таблица 4. Физико-химические показатели образцов пива, приготовленных при разных режимах введения антиоксиданта

Время введения антиоксиданта, в мин. от начала кипения сусла с экстрактом хмеля	рН	ПОК, %	ГОР
Без антиоксиданта	4,64	47,0	20,1
5	4,63	47,0	20,9
10	4,64	47,0	21,5
15	4,64	51,7	24,2
20	4,63	51,7	23,0
30	4,60	45,0	20,0
40	4,62	45,3	21,5
50	4,60	50,5	23,5
60	4,63	43,8	21,3
90	4,63	44,6	21,5

Из анализа экспериментальных данных видно, что максимальное содержание горьких веществ (24,2 ед. ЕВС) и минимальная степень окисления (ПОК 51,7 %) наблюдается в образце пива, приготовленного из сусла с добавлением антиоксиданта через 15 минут от начала кипения его с экстрактом хмеля.

Выводы.

Использование CO₂-экстракта хмеля вместе с антиоксидантом из коры дуба дает возможность получить менее окисленное пиво с длительным сроком хранения и экономить хмель в количестве 8–10%. Кроме этого, антиоксидант не только стабилизирует качество пива, но и увеличивает его физиологическую ценность. Это может быть основой для создания нового сорта пива с повышенной физиологической ценностью.

Список литературы: 1. *Ляшенко Н.И.* Биохимия хмеля и хмелепродуктов. Монография. – Житомир: «Полисся», 2002. – 388 с. 2. *Нарцисс Л.* Краткий курс пивоварения. СПб: Профессия, 2007. – 640 с. 3. *Кунце В.* Технология солода и пива. СПб: Профессия, 2003. – 912 с. 4. *Данилова Л.А.* Антиоксиданты з рослинної сировини / *Л.А. Данилова, Т.Л. Немцева, Л.І. Рибак, В.О. Домарецький, В.І. Ганчук* // Харчова і переробна промисловість. 2002. – № 9. – С. 23–24. 5. *Данилова Л.А.* Антиоксиданты из растительного сырья / *Л.А. Данилова* // Труды междунаучно-технической конференции «Информационные технологии: техника, технология, оборудование, здоровье». – Часть 4. – Х.: – 1997. – С. 209–211. 6. *Данилова Л.А.* Защита изо-α-кислот хмеля от окислительной деструкции / *Л.А. Данилова, Т.А. Березка, В.А. Домарецький* // Вісник НТУ «ХПІ». 2006. – № 12. – С. 67–72. 7. *Гладкий Ф.Ф.* Про механізм реакції окиснення ізо-альфа кислот хмелю киснем повітря / *Ф.Ф. Гладкий, Л.А. Данилова, Т.О. Березка, О.М. Півень, В.А. Домарецький* // Вісник НТУ «ХПІ». 2011. – № 24 – С. 6–11.

Bibliography (transliterated): 1. *Lyashenko, N.I.* Biokhimiya khmelya i khmeleproduktov. Zhitomir: Polissya, 2002. – 388 p. Print. 2. *Nartsiss, L.* Kratkiy kurs pivovareniya. SPb: Professiya, 2007. – 640 p. Print. 3. *Kuntse, V.* Tekhnologiya soloda i piva. SPb: Professiya, 2003. Print. 4. *Danylova, L.A., et al.* Antyoksydanty z roslynnoi syrovyny. Kharchova i pererobna promyslovist. No. 9. Kyiv, 2002. 23–24. Print. 5. *Danilova, L.A.* Antioksidanty iz rastitel'nogo syr'ya. Trudy mezhdunar. konf. Informatsionnye tekhnologii: tekhnika, tekhnologiya, oborudovanie, zdorov'e. Vol. 4. Khar'kov, 1997. 209–211. Print. 6. *Danilova, L.A., T.A. Berezka and V.A. Domaretskiy.* Zashchita izo-al'fa-kislota khmelya ot okislitel'noy destrukttsii. Visnyk NTU «KhPI». No. 12. 2006. 67–72. Print. 7. *Hladkyi, F.F., et al.* Pro mekhanizm reaktsii okysnennia izo-alfa kyslot khmeliu kysnem povitria. Visnyk NTU «KhPI». No. 24. 2011. 6–11. Print.

Надійшла (received) 16.02.2015

П.Ф. ПЕТИК, канд. техн. наук, директор, УкрНДІОЖ НААНУ, Харків;

І.П. ПЕТИК, канд. техн. наук, н. с., УкрНДІОЖ НААНУ, Харків

НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ СОАПСТОКІВ ПРИ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ ЖИРІВ В СИСТЕМІ СЕЛЕКТИВНИХ РОЗЧИННИКІВ

Стаття присвячена комплексному дослідженню граничної розчинності соапстоків ряду жирних кислот і ряду рослинних олій в системі селективних розчинників – воді, гліцерині та етанолі (ВГЕ) в заданому діапазоні температур. Проаналізовано результати дослідження, отримано регресійні моделі залежностей розчинності соапстоків окремих жирних кислот та їх сумішей в системі ВГЕ від температури, а також обґрунтовано рекомендації щодо розчинності соапстоків олій в системі ВГЕ.

Ключові слова: рослинні олії, лужна нейтралізація, селективні розчинники, жирні кислоти, соапстоки, гранична розчинність.

Постановка проблеми. В технології жирів популярна так звана дистиляційна нейтралізація – високотемпературний процес видалення вільних жирних кислот, одоруючих та інших летких речовин шляхом відгону під вакуумом з перегрітою парою як спосіб, що дозволяє відмовитися від такого продукту відходу як соапсток. Але під час дистиляційної рафінації жирів відбуваються такі неусувні процеси, як: втрата біологічно активних речовин (токоферолів і стеролів), позиційна і геометрична ізомеризація вільних і зв'язаних жирних кислот, окиснення жирів, що інтенсивно перетікає при високих температурах фізичної рафінації [1].

Тому сьогодні доцільно переглянути повернення до класичних технологій лужної нейтралізації, а зокрема до нейтралізації в мильно-лужному розчині як найбільш енергозберігаючому способі видалення вільних жирних кислот. Саме безперервна нейтралізація олій та жирів у мильно-лужному середовищі відрізняється максимальним зближенням,

© П.Ф. Петік, І.П. Петік. 2015

майже повним суміщенням за часом реакції нейтралізації вільних жирних кислот з подальшим процесом розчинення мила, що утворюється. Це дозволяє отримувати якісний нейтралізований жир з мінімальним вмістом мила, а соапстоки – з мінімальним вмістом нейтрального жиру [2]. Окремими недоліками даного способу нейтралізації є утворення шару емульсії на межі розподілу рафінованої олії та мильно-лужного розчину, що змушує знижувати подачу олії, а для усунення емульсійного шару переривати процес задля його видалення; а також утворення розбавлених соапстоків, які потребують подальшого концентрування шляхом випарювання під вакуумом.

Створення перспективного науково-обґрунтованого способу лужної нейтралізації жирів у мильно-лужному середовищі, який забезпечить максимально ефективно розділення фаз, мінімальні втрати нейтрального жиру і раціональну переробку вторинних продуктів є актуальним науковим завданням.

Сучасний стан проблеми. Техніка та технологія лужної рафінації олій і жирів постійно удосконалюється і розвивається. Для рафінації жирів та олій використовують різноманітні варіанти безперервних і періодичних схем [3]. Широко застосовуються різні технологічні варіанти даного процесу, що відрізняються апаратним оформленням, кількістю і концентрацією розчинів лугу, що використовується, температурним режимом, концентрацією побічних продуктів процесу. До них відносять лужну рафінацію олій і жирів періодичним способом з водно-сольовою підкладкою, а з безперервних схем найбільшого поширення набули рафінація з розділенням фаз на сепараторах і рафінація в мильно-лужному середовищі [4, 5].

Дослідження в напрямку удосконалення технології нейтралізації олій та жирів описано в роботах таких науковців як А.Г. Стеринчук, А.А. Ливинский, J. Crengros, Allan S. Hodgson та інших.

В наших попередніх дослідженнях обґрунтовано і обрано компоненти системи селективних розчинників – воду, гліцерин і етанол (ВГЕ), досліджено вплив поверхнево-активних властивостей системи ВГЕ на процес нейтралізації жирних кислот, а також досліджено вплив густини системи ВГЕ на процес нейтралізації жирних кислот [6, 7].

Виходячи з вищенаведеного, виникає питання визначення раціональної концентрації соапстоків при нейтралізації жирів в системі ВГЕ.

Мета і основні задачі дослідження. В даній роботі *об'єктом дослідження* є процес лужної нейтралізації олій в системі селективних розчинників ВГЕ. *Предмет дослідження* – граничні концентрації соапстоків, що отримані в процесі лужної нейтралізації олій та окремих жирних кислот в системі розчинників ВГЕ.

Метою даної роботи є обґрунтування раціональної концентрації соапстоків при нейтралізації жирів в системі ВГЕ. Для досягнення мети треба вирішити *наступні задачі*:

- визначити та проаналізувати граничну розчинність соапстоків ряду жирних кислот в системі ВГЕ;
- визначити та проаналізувати граничну розчинність соапстоків ряду олій в системі ВГЕ;
- обґрунтувати рекомендації щодо розчинності натрієвих солей жирних кислот та їх сумішей в системі ВГЕ.

Результати роботи. Визначено граничну розчинність соапстоків ряду жирних кислот в системі ВГЕ. Результати представлено у вигляді діаграми на рисунку 1.

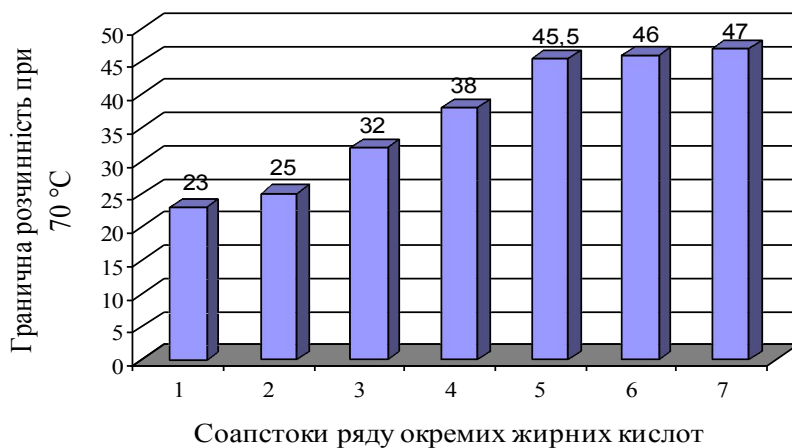


Рис. 1. Гранична розчинність соапстоків стеаринової (1), пальмітинової (2), міристинової (3), лауринової (4), олеїнової (5), лінолевої (6) і ліноленої (7) жирних кислот в системі ВГЕ при температурі 70 °C

Залежність розчинності мил окремих жирних кислот в системі ВГЕ від температури описуються рівняннями другого ступеня. Рівняння регресії залежності граничної розчинності мил ряду жирних кислот в сис-

темі ВГЕ в діапазоні заданих температур при величині достовірності апроксимації R не менше, ніж 0,93 мають вигляд:

$$S(t)_{СТ} = 0,02 \cdot t^2 - 1,12 \cdot t + 17,34 \text{ (в інтервалі } 60 \dots 70 \text{ } ^\circ\text{C)}, \quad (1)$$

де $S(t)_{СТ}$ – розчинність стеарату натрію, %;

$$S(t)_{ПТ} = 0,02 \cdot t^2 - 1,38 \cdot t + 21,87 \text{ (в інтервалі } 60 \dots 70 \text{ } ^\circ\text{C)}, \quad (2)$$

$S(t)_{ПТ}$ – розчинність пальмітату натрію, %;

$$S(t)_{МР} = -1,27 \cdot t + 0,02 \cdot t^2 + 18,74 \text{ (в інтервалі } 55 \dots 70 \text{ } ^\circ\text{C)}, \quad (3)$$

$S(t)_{МР}$ – розчинність міристату натрію, %;

$$S(t)_{ЛР} = 0,83 \cdot t - 21,25 \text{ (в інтервалі } 40 \dots 70 \text{ } ^\circ\text{C)}, \quad (4)$$

$S(t)_{ЛР}$ – розчинність лаурату натрію, %;

$$S(t)_{ОЛ} = -0,01 \cdot t^2 + 1,09 \cdot t + 6,47 \text{ (в інтервалі } 20 \dots 70 \text{ } ^\circ\text{C)}, \quad (5)$$

$S(t)_{ОЛ}$ – розчинність олеату натрію, %;

$$S(t)_{ЛН} = -0,005 \cdot t^2 + 0,72 \cdot t + 20,79 \text{ (в інтервалі } 20 \dots 70 \text{ } ^\circ\text{C)}, \quad (6)$$

$S(t)_{ЛН}$ – розчинність лінолеату натрію, %;

$$S(t)_{ЛНЛ} = -0,004 \cdot t^2 + 0,58 \cdot t + 26,59 \text{ (в інтервалі } 20 \dots 70 \text{ } ^\circ\text{C)}, \quad (7)$$

$S(t)_{ЛНЛ}$ – розчинність лінолеату натрію, %; t – температура розчинення.

Аналізуючи графічні описи залежностей граничної розчинності мил (рівняння 1 – 7) в системі ВГЕ від температури, можна дійти висновку, що вирішальне значення в характері розчинності солей жирних кислот в системі ВГЕ мають молекулярна маса жирної кислоти та ступінь ненасиченості її молекули.

Найнижча розчинність в системі ВГЕ спостерігається у натрієвих солей стеаринової кислоти (октадеканова кислота $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$, молекулярна маса – 284,48 г/моль, вуглеводневий ланцюг насичений), небагато вищу розчинність мають натрієві солі пальмітинової (гексадеканова кислота $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$, молекулярна маса – 256,43 г/моль, вуглеводневий ланцюг насичений), міристинової (тетрадеканова кислота $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$, молекулярна маса – 228,37 г/моль, вуглеводневий ланцюг насичений), лауринової кислоти (додеканова кислота $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$, молекулярна маса – 200,3 г/моль, вуглеводневий ланцюг насичений).

Більша ступінь розчинності в основі нейтралізуючого розчину натрієвих солей ненасичених жирних кислот, яка збільшується в ряду: солі олеїнової кислоти (цис-9-октадеценева кислота $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$, молекулярна маса – 282,46 г/моль, вуглеводневий ланцюг мононенасиче-

ний), солі лінолевої кислоти (9,12-октадекадієнова кислота $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3(\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH})_2(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$, молекулярна маса – 280,45 г/моль, вуглеводневий ланцюг диненасичений), солі ліноленової кислоти (9,12,15-октадекатриєнова кислота $\text{CH}_3(\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH})_3(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$, молекулярна маса – 278,42 г/моль, вуглеводневий ланцюг триненасичений).

Результати досліджень граничної розчинності натрієвих солей (мил) жирних кислот окремих олій в системі ВГЕ при температурі розчинення 70 °С показано у вигляді діаграми на рисунку 2.



Рис. 2. Гранична розчинність мил пальмового стеарину (1), пальмової (2), кокосової (3), пальмоядрової (4) олій, пальмового олеїну (5), соняшникової (6) і соєвої (7) олій в системі ВГЕ при температурі 70 °С

Залежність розчинності соапстоків окремих олій в системі ВГЕ від температури описуються рівняннями другого ступеня. Рівняння регресії цих залежностей в діапазоні заданих температур при величині достовірності апроксимації R не менш, ніж 0,94 мають такий вигляд:

$$S(t)_{\text{П/СТ}} = 0,02 \cdot t^2 - 1,22 \cdot t + 18,19 \quad (\text{в інтервалі } 55 \dots 70 \text{ } ^\circ\text{C}), \quad (8)$$

де $S(t)_{\text{П/СТ}}$ – розчинність натрієвих солей жирних кислот пальмового стеарину, %;

$$S(t)_{\text{П/О}} = 0,003 \cdot t^2 + 0,53 \cdot t - 12,95 \quad (\text{в інтервалі } 40 \dots 70 \text{ } ^\circ\text{C}), \quad (9)$$

$S(t)_{\text{П/О}}$ – розчинність натрієвих солей жирних кислот пальмової олії, %;

$$S(t)_{\text{К/О}} = -0,005 \cdot t^2 + 1,41 \cdot t - 28,67 \quad (\text{в інтервалі } 30 \dots 70 \text{ } ^\circ\text{C}), \quad (10)$$

$S(t)_{\text{К/О}}$ – розчинність натрієвих солей жирних кислот кокосової олії, %;

$$S(t)_{\text{П/Я/О}} = -0,01 \cdot t^2 + 1,74 \cdot t - 29,72 \quad (\text{в інтервалі } 30 \dots 70 \text{ } ^\circ\text{C}), \quad (11)$$

$S(t)_{П/Я/О}$ – розчинність натрієвих солей жирних кислот пальмоядрової олії, %;

$$S(t)_{П/ОЛ} = -0,005 \cdot t^2 + 0,98 \cdot t + 0,67 \text{ (в інтервалі } 20 \dots 70 \text{ } ^\circ\text{C}), \quad (12)$$

$S(t)_{П/СТ}$ – розчинність натрієвих солей жирних кислот пальмового олеїну, %;

$$S(t)_{СН/О} = -0,008 \cdot t^2 + 1,11 \cdot t + 6,24 \text{ (в інтервалі } 20 \dots 70 \text{ } ^\circ\text{C}), \quad (13)$$

$S(t)_{СН/О}$ – розчинність натрієвих солей жирних кислот соняшникової олії, %;

$$S(t)_{С/О} = -0,004 \cdot t^2 + 0,79 \cdot t + 12,48 \text{ (в інтервалі } 20 \dots 70 \text{ } ^\circ\text{C}), \quad (14)$$

$S(t)_{С/О}$ – розчинність натрієвих солей жирних кислот соєвої олії, %;
 t – температура розчинення.

Вирішальне значення в ступені розчинності соапстоків жирних кислот окремих олій в системі ВГЕ мають будова і співвідношення жирних кислот, що входять до складу олій, а, отже, і температура плавлення олій.

Виходячи з результатів досліджень, гранична розчинність соапстоків дослідженого ряду олій в системі ВГЕ при температурі 60–70 °С коливається в межах від 25 % (для пальмової олії) до 47 % (для соняшникової та соєвої олій), що за результатами досліджень перевищує таку в воді в 2,5–4,7 рази.

Висновки. На підставі результатів досліджень обґрунтовано рекомендації щодо розчинності натрієвих солей жирних кислот та їх сумішей в системі ВГЕ, а саме: гранична розчинність соапстоків обраних жирних кислот та їх сумішей, що мають місце в обраних оліях, в системі ВГЕ при температурі 60–70 °С коливається в межах від 25 до 47 %; гранична розчинність мил жирних кислот в заданому діапазоні температур в системі ВГЕ перевищує таку в воді в 2,5 – 4,7 разів.

Запропоновано використовувати концентровані соапстоки після нейтралізації олій та жирів в системі ВГЕ обґрунтованого складу після подальшої обробки як рідке туалетне мило. Причому концентрація соапстоку в ньому (в перерахунку на жирні кислоти) має складати близько 20 % (згідно з вимогами нормативної документації на рідке мило).

Таким чином, використання системи ВГЕ розробленого компонентного складу дозволить підвищити ефективність нейтралізації жирів в мильно-лужному середовищі, а саме збільшити концентрацію соапстоку за-

вдяки низькому поверхневому натягу системи (порівняно з класичною нейтралізацією жирів у водному розчині лужного агента).

Список литературы: 1. *Бурнашев В.Р.* Влияние режимов дезодорации и физической рафинации на некоторые качественные показатели подсолнечного масла / *В.Р. Бурнашев, Т.А. Данилова, Е.П. Колобова* // – Труды ВНИИЖ. – Л.: ВНИИЖ. – 1997. – С. 14–18. 2. *Crengros J.* The refining of sunflower oil / *J. Crengros* // – J. Oil & Fats International. – 2004. – № 6. – P. 19–23. 3. *Ливинский А.А.* Тенденции развития технологии рафинации и оборудования для ее осуществления в отечественной практике / *А.А. Ливинский* // Отраслевые ведомости. Масла и жиры. – 2005. – № 11. – С. 16–17. 4. *Арутюнян Н.С.* Рафинация масел и жиров: Теоретические основы, практика, технология, оборудование / *Н.С. Арутюнян.* – С.-Пб.: ГИОРД, 2004. – 288 с. 5. *Белобородов В.В.* Кинетика выведения свободных жирных кислот из масел в мыльно-щелочной среде / *В.В. Белобородов, В.С. Стопский* // Масложировая промышленность. – 1986. – № 9. – С. 18 – 21. 6. *Петік І.П.* Вплив компонентного складу основи нейтралізуючого розчину на його характеристики / *І.П. Петік, Ф.Ф. Гладкий, З.П. Федякіна* // Вісник НТУ «ХП». – 2011. – № 58. – С. 31 – 35. 7. *Петік І.П.* Визначення шляхів застосування соапстоків після нейтралізації олій та жирів в нейтралізуючому розчині, що містить органічні спирти / *Петік І.П., Гладкий Ф.Ф., Запорожець А.О., Федякіна З.П.* // Матеріали ХХ Міжнарод. наук.-практ. конф. [Інформаційні технології: Наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я], 15–17 травня, 2012 р., Харків. – Х.: НТУ «ХП». – 2012. – С. 314.

Bibliography (transliterated): 1. *Burnashev V.R.* Vlijanie rezhimov dezodoracii i fizicheskoj rafinacii na nekotorye kachestvennye pokazateli podsolnechnogo masla / *V.R. Burnashev, T.A. Danilova, E.P. Kolobova* // Trudy VNIIZh. – Leningrad: VNIIZh. – 1997. – P. 14–18. 2. *Crengros J.* The refining of sunflower oil / *J. Crengros* // J. Oil & Fats International. – 2004. – No. 6. – P. 19–23. 3. *Livinskij A.A.* Tendencii razvitija tehnologii rafinacii i oborudovanija dlja ee osushhestvlenija v otechestvennoj praktike / *A.A. Livinskij* // Otrasevye vedomosti. Masla i zhiry. – 2005. – No. 11. – P. 16–17. 4. *Arutjunjan N.S.* Rafinacija masel i zhirov: Teoreticheskie osnovy, praktika, tehnologija, oborudovanie / *N.S. Arutjunjan.* – Sankt-Peterburg: GIORД, 2004. – 288 p. 5. *Beloborodov V.V.* Kinetika vyvedenija svobodnyh zhirnyh kislot iz masel v myl'no-shhelochnoj srede / *V.V. Beloborodov, B.C. Stopskij* // Maslozhirovaja promyshlennost. – 1986. – No. 9. – P. 18 – 21. 6. *Petik I.P.* Vpliv komponentnogo skladu osnovi nejtralizujuchoho rozchinu na jogo harakteristiki / *I.P. Petik, F.F. Gladkij, Z.P. Fedjakina* // Visnik NTU «HPI». – 2011. – No. 58. – P. 31 – 35. 7. *Petik I.P.* Viznachennja shljahiv zastosuvannja soapstokiv pislja nejtralizacii oliv ta zhiriv v nejtralizujuchoму rozchini, shho mistit' organichni spirty / *Petik I.P., Gladkij F.F., Zaporozhec' A.O., Fedjakina Z.P.* // Materiali HH Mizhnar. nauk.-prakt. konf. [Informacijni tehnologii: Nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja], 15–17 travnja, 2012, Kharkiv. – Kharkiv: Nacional'nij tehničnij universitet «Kharkivs'kij politehničnij institut». – 2012. – P. 314.

Надійшла (received) 27.02.15

С.М. МОЛЬЧЕНКО, аспірант, НТУ «ХП»;

І.М. ДЕМИДОВ, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХП»;

В.Є. ВЕДЬ, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХП»

ОДЕРЖАННЯ ЖИРНИХ КИСЛОТ З СОАПСТОКУ ШЛЯХОМ РОЗКЛАДАННЯ МИЛА КАРБОНАТНОЮ КИСЛОТОЮ

Жирні кислоти – цінні продукти, що знаходять своє застосування в самих різних галузях народного господарства. Одним з їхніх джерел є відходи лужної рафінації рослинних олій – соапстоки. Недоліками сучасної технології виділення жирних кислот є підвищені витрати сірчанної кислоти і соди, а також наявність шкідливих речовин, що надходять в навколишнє середовище у вигляді сульфату натрію і водорозчинних органічних домішок. У даній статті наведено результати дослідження щодо одержання жирних кислот шляхом вуглекислотного розкладання їх мила. Отримані дані доводять можливість одержання жирних кислот шляхом розкладання натрієвих солей жирних кислот (мил) карбонатною кислотою. Визначені раціональні технологічні параметри та отримана апроксимаційна модель цього процесу. Проаналізовано жирнокислотний склад одержаних жирних кислот, який визначали методом газорідинної хроматографії.

Ключові слова: рослинні олії, соапсток, відходи, жирні кислоти, карбонатна кислота, розкладання.

Постановка проблеми у загальному вигляді.

Останнім часом особливу важливість і актуальність набуває розробка безвідходних технологій. Однією з таких технологій може бути створення процесу безвідходної нейтралізації олій з одержанням жирних кислот виробництва рослинних олій розкладанням їх мила вуглекислотою під тиском.

Жирні кислоти – цінний продукт, який широко використовуються в різних галузях промисловості. На їх основі виробляють мило, лакофарбові матеріали, медичні препарати, різноманітні хімічні продукти: вищі жирні спирти, ефіри, амідни, аміни тощо, що знаходять застосування у виробництві поверхнево-активних речовин, миючих засобів, косметичних препаратів та ін. Крім того, вони можуть служити сировиною для одержання біодизелю [1, 2].

© С.М. Мольченко, І.М. Демідов, В.Є. Ведь. 2015

Існуюча технологія виділення жирних кислот з соапстоку полягає в розкладанні мил сульфатною кислотою, відділенні кислих сульфатних вод та промивання жирової фази від неорганічних речовин. Від складу соапстоку залежать особливості протікання процесу розкладання, витрата сульфатної кислоти, показники якості готового продукту. Одержані жирні кислоти використовують як такі, так і після дистиляції. Стічні води нейтралізують содою і скидають на відкриті майданчики або в загальнозаводську каналізацію. Недоліками даної технології є витрати сульфатної кислоти, а також наявність шкідливих речовин у вигляді сульфату натрію і водорозчинних органічних домішок, які надходять у навколишнє середовище [3, 4]. Удосконалення процесу виділення жирних кислот з соапстоку зачіпає, головним чином, питання раціонального використання відходів, забруднення навколишнього середовища.

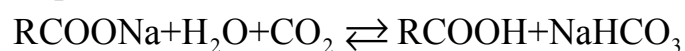
Таким чином, розробка нової технології, на основі якої може бути створена безвідходна технологія нейтралізації олій та жирів з отриманням товарного продукту – жирних кислот, яка також дозволить зменшити шкідливий вплив відходів виробництва на навколишнє середовище є актуальною та перспективною задачею.

Аналіз останніх досліджень і літератури.

На сьогоднішній день існуючі технології одержання жирних кислот з соапстоку полягають у розкладанні мінеральною кислотою [5, 6].

Застосування хлоридної кислоти для розкладання мила нераціонально, оскільки вона дорожча за сульфатну, більш розбавлена і викликає велику корозію апаратури. Використання нітратної кислоти показало, що 20% її витрачається не на пряму реакцію розкладання мил, а на відновлення її до окислів азоту. Це викликає підвищену її витрату. Крім того, утворюються нітратні води, які можна було б використовувати як добрива сільськогосподарських культур. Але присутність у воді органічних сполук (жирних кислот) створювало небезпеку накопичення їх у ґрунті. Тому цей спосіб також не знайшов застосування.

Жирні кислоти можна виділити з мила внаслідок розкладання його вуглекислою [7] за реакцією:



Мета і основні задачі дослідження.

Метою даної роботи є одержання жирних кислот шляхом вуглекислотного розкладання їх мил. Для досягнення мети поставлено наступні задачі:

- довести можливість одержання жирних кислот шляхом розкладання натрієвих солей жирних кислот (мил) карбонатною кислотою;
- визначити раціональні технологічні параметри процесу одержання жирних кислот;
- оцінити жирнокислотний склад одержаних жирних кислот шляхом розкладання карбонатною кислотою за допомогою газорідного хроматографу.

Матеріали дослідження.

Для вирішення поставлених задач були приготовлені модельні суміші натрієвих мил жирних кислот з різною концентрацією. Дослідженнями, проведеними нами раніше, встановлено, що глибина розкладання 15% мила при 20°C і тиску 40 атм. становить близько 4 %. Це, найвірогідніше, пов'язано з тим, що в'язкість такого мильного розчину настільки велика, що дифузійні перешкоди не дозволяють підвести вуглекислоту до молекул мила і не дають відшаруватися кислому милу. Тому для дослідження були обрані 5–10 %-ні розчини мила. Тим паче саме з такою концентрацією утворюються соапстоки після нейтралізації жирних кислот рослинних олій водно-спиртовими розчинами карбонатів лужних металів або при рафінації рослинних олій у мильно-лужному середовищі.

Наступний фактор, який впливає на глибину розкладання – тиск вуглекислого газу, що подається в реактор [7]. Попередні експерименти показали, що глибина розкладання мильних розчинів з пониженням тиску зменшується, при цьому утворюються кислі мила. Так, при розкладанні 10 % -го мила при температурі 20 °C і тиску 10 атм. глибина розкладання складала – 69,4 %, число нейтралізації жирних кислот – 153,3 мг КОН/г. А при тих же умовах і тиску 5 атм. глибина розкладання складала 66,44 %, число нейтралізації жирних кислот – 127,7 мг КОН/г. Тому для досягнення максимальної глибини розкладання мила вуглекислий газ подавали під тиском 20–40 атм.

Експериментальна установка являла собою автоклав, виготовлений з титану, тиск в якому створювався вуглекислим газом з транспортного балон. В реакторі розміщували магнітні тіла. Реактор розташовували всередині ін-

дуктора, що генерує вихрове магнітне поле, під впливом якого магнітні тіла добре перемішували реакційну суміш. Після закінчення реакції реакційну масу з реактора переносили в ділильну воронку на розділення. Вихід кожного зразка жирних кислот визначали ваговим способом.

Результати дослідження.

Для встановлення раціональних технологічних параметрів процесу одержання жирних кислот було проведено повний факторний експеримент першого порядку [8], де досліджуваними факторами були x_1 – концентрація водного розчину мила з інтервалом варіювання від 5 до 10 %; x_2 – тиск вуглекислого газу з інтервалом варіювання від 20 до 40 атм; x_3 – тривалість процесу з інтервалом варіювання від 3 до 10 хв.. Функцією відгуку y була глибина розкладання мила, %. Температура процесу залишалася незмінною (20–25 °С). За даними експерименту було отримано наступне рівняння регресії:

$$y = 15 \cdot x_1 + 3,1 \cdot x_2 + 2,7 \cdot x_3 - 0,3 \cdot x_1 \cdot x_2 - 0,3 \cdot x_1 \cdot x_3 + 0,031 \cdot x_2 \cdot x_3 - 0,0047 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 - 66$$

Перевірка значущості коефіцієнтів, що проводили за критерієм Стьюдента 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.

За отриманим рівнянням регресії, що адекватно описує отриману модель, було побудовано зміну глибини розкладання мила, %, що залежить від двох параметрів, а один параметр залишається константою. Приклад такої залежності зображений на рис. 1.

З даної залежності, що показана на рис. 1, та за рівнянням регресії було визначено раціональні умови проведення розкладання водних розчинів натрієвих солей жирних кислот вуглекислою, при яких досягається максимальна глибина розкладання мила: концентрація водних розчинів мила – 10 %; тиск вуглекислого газу – 20 атм.; час реакції – 3 хвилини.

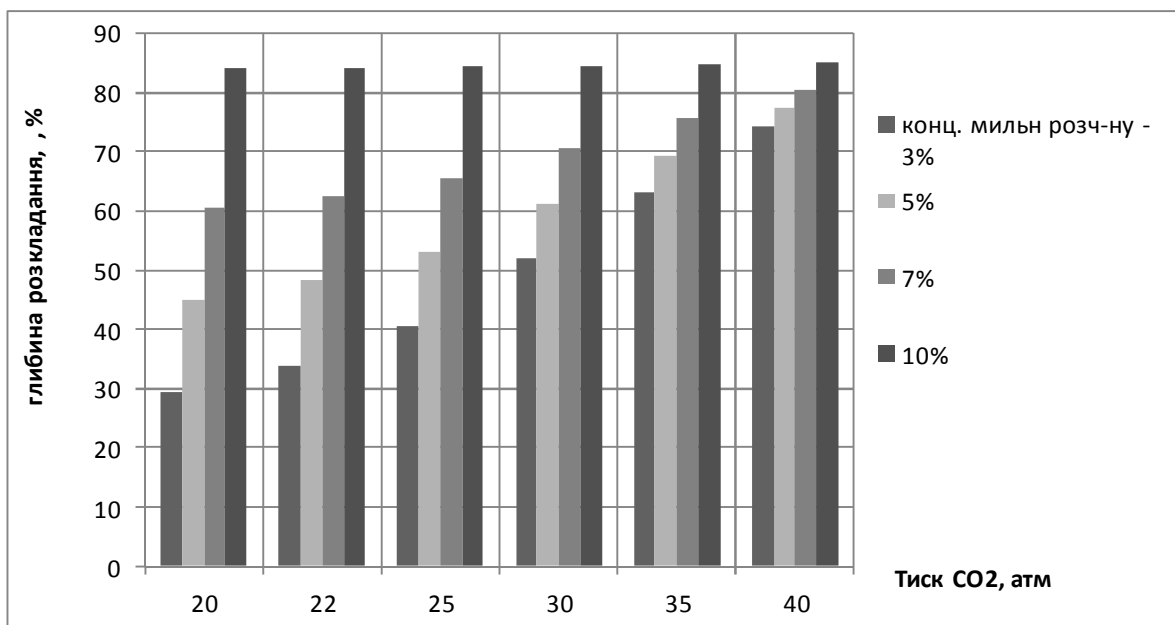


Рис. 1. Зміна глибини розкладання мила від тиску вуглекислого газу при різних концентраціях мильного розчину і постійному часі – 3 хв.

У цих, знайдених нами умовах, були проведені контрольні досліди. В експерименті отримали глибину розкладання мила – 87,9 % (розраховане за рівнянням регресії – 84,2 %), що говорить про гарну збіжність результатів розрахунку та експерименту.

Кількісне визначення щодо жирнокислотного складу одержаних жирних кислот здійснювали методом газорідинної хроматографії. Для цього підготували два зразка. Початковий – жирні кислоти, виділені з мила без неомильних речовин. Другий зразок – жирні кислоти, отримані розкладанням вуглекислою. Жирнокислотний склад досліджуваних зразків наведено у таблиці 1.

Таблиця 1. Жирнокислотний склад досліджуваних зразків

Жирні кислоти	Масова частка жирних кислот, %		
	ДСТУ 4492:2005 [9]	початковий	після розкладання
Пальмітинова (C _{16:0})	3,0–10,0	9,7034	12,1383
Стеаринова (C _{18:0})	1,0–10,0	4,824	6,0082
Олеїнова (C _{18:1})	14,0–35,0	30,2018	35,2848
Линолева (C _{18:2})	50,0–75,0	51,6458	42,9277

Аналіз жирнокислотного складу жирних кислот показав, що після розкладання натрієвих солей жирних кислот вуглекислою він дещо

змінився. Знизився вміст найбільш ненасиченої лінолевої кислоти, що найвірогідніше пов'язано з високою реакційною спроможністю цієї кислоти і можливої її демірації. Зниження вмісту лінолевої кислоти призвело до збільшення відносного вмісту більш стабільних кислот.

Були визначені показники одержаних жирних кислот. Жирні кислоти отримали світло-коричневого кольору, число нейтралізації \approx 170 мг КОН/г, вміст неомильних речовин [10] – 0,6%.

Висновки

1. Проведені дослідження показали, що процес розкладання натрієвих солей жирних кислот карбонатною кислотою проходить на глибину до 90 %. Одержані жирні кислоти цілком придатні для одержання ефірів жирних кислот – біодизеля або для багатьох інших застосувань.

2. Встановленні раціональні технологічні параметри процесу: концентрація водних розчинів мила – 10 %, тиск вуглекислого газу – 20 атм, час реакції – 3 хвилини.

3. Жирнокислотний склад отриманих жирних кислот, який здійснювали методом газорідинної хроматографії, показав, що після розкладання натрієвих солей жирних кислот карбонатною кислотою він змінюється несуттєво.

4. На основі запропонованої нової технології виділення жирних кислот з соапстоку може бути створена безвідходна технологія нейтралізації олій та жирів з одержанням товарного продукту – жирних кислот.

Список літератури: 1. Хімія жирів / [Б.Н. Тютюнников, З.І. Бухитаб, Ф.Ф. Гладкий та ін.]; за ред. Ф.Ф. Гладкого. – Х.: НТУ «ХП», 2002. – 452 с. 2. Мунир Шавкат Садик. Получение жирнокислых эфиров низкомолекулярных спиртов с использованием соапстока / И.Н. Демидов, Садик Мунир Шавкат / Східно-Європейський журнал передових технологій. 2012. – №6/6 (60). – С. 53–56. 3. Шаврак Е.И. Исследование процесса разложения соапстоков растительных масел серной кислотой с целью выделения жирных кислот / Известия ВУЗов. Технические науки. 2004. – №5. – С. 95–101. 4. Шаврак Е.И. Выделение жирных кислот из отходов пищевой промышленности / Е.И. Шаврак, Л.М. Рабинович, В.А. Кудряшов // Экологические системы и приборы. 2004. – № 10. – С. 17–21. 5. Пат RU 2048511 РФ, МПК С11В3/00. Способ получения жирных кислот из соапстоков растительных масел / 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. 6. Пат RU 2064739 Российская Федерация, МПК С11В3/00. Способ получения жирных кислот из соапстоков растительных

масел; заявитель и патентообладатель *Самойлов Г.И., Сунгатуллина И.Х., Зиятдинова Ф.С.* и др. – № 95102976/13; заявл. 02.03.1995; опубл. 27.07.1996. **7.** *Маньковская Н.К.* Синтетические жирные кислоты. Получение, свойства, применение [Текст]. – М.: Химия, 1965. – 168 с. **8.** Бондарь А.Г. Планирование эксперимента в химической технологии / А.Г. Бондарь, Г.А. Статюха. – К.: Высшая школа, 1976. – 184 с. **9.** ДСТУ 4492:2005. Олія соняшникова. Технічні умови. **10.** ДСТУ ISO 18609:2004. Жири тваринні і рослинні та олії. Метод визначення вмісту неомильних речовин з використанням екстракції гексаном (ISO 18609:2000, IDT).

Bibliography (transliterated): **1.** Himiya zhiriv / [B.N. Tyutyunnikov, Z.I. Buhshstab, F.F. Gladkiy ta in.]; za red.. F.F. Gladkogo. – Kharkiv: NTU «KhPI», 2002. – 452 p. **2.** *Munir Shavkat Sadik.* Poluchenie zhirnokisllyih efirov nizkomolekulyarnyih spirtov s ispolzovaniem soapstoka / I.N. Demidov, Sadik Munir Shavkat / Shidno-Evropeyskiy zhurnal peredovih tehnologiy. 2012. – No. 6/6 (60). – P. 53–56. **3.** *Shavrak E.I.* Issledovanie protsessa razlozheniya soapstokov rastitelnyih masel sernoy kislotoy s tselyu vyideleniya zhirnyih kislot / E.I. Shavrak // Izvestiya Vyisshih uchebnyih zavedeniy. Tehnicheskie nauki. 2004. – No. 5. – P. 95–101. **4.** *Shavrak E.I.* Vyidelenie zhirnyih kislot iz othodov pischevoy promyshlennosti / E.I. Shavrak, L.M. Rabinovich, V.A. Kudryashov // Ekologicheskie sistemy i pribory. 2004. – No. 10. – P. 17–21. **5.** Pat RU 2048511 Rossiyskaya Federatsiya, MPK C11B3/00. Sposob polucheniya zhirnyih kislot iz soapstokov rastitelnyih masel / Drozdov A.S.; Didenko Z.V.; Volkova L.D. i dr; заявитель и патентообладатель Volgondonskiy filial Nauchno-proizvodstvennogo ob'edineniya sinteticheskikh poverhnostno-aktivnyih veschestv. – No. 5064258/13; заявл. 08.10.1992; опубл. 20.11.1995. **6.** Pat RU 2064739 Rossiyskaya Federatsiya, MPK C11B3/00. Sposob polucheniya zhirnyih kislot iz soapstokov rastitelnyih masel / Samoylov G.I., Sungatullina I.H., Ziatdinova F.S. i dr; заявитель и патентообладатель Samoylov G.I., Sungatullina I.H., Ziatdinova F.S. i dr. – No. 95102976/13; заявл. 02.03.1995; опубл. 27.07.1996. **7.** *Mankovskaya N.K.* Sinteticheskie zhirnyie kislotyi. Poluchenie, svoystva, primenenie [Tekst] / N.K. Mankovskaya. – Moscow: Himiya, 1965. – 168 p. **8.** *Bondar A.G.* Planirovanie eksperimenta v himicheskoy tehnologii / A.G. Bondar, G.A. Statyuha. – Kiev : Vysshaya shkola, 1976. – 184 p. **9.** DSTU 4492:2005. Oliya sonyashnikova. Tehnichns umovi. **10.** DSTU ISO 18609:2004. Zhiri tvarinni i roslinni ta oliyi. Metod viznachennya vmistu neomilnih rehovin z vikoristannyam ekstraktsiyi geksanom (ISO 18609:2000, IDT).

Надійшла (Received) 27.02.15

Л.В. КРИЧКОВСЬКА, д-р біол. наук, проф., НТУ «ХП»;
В.В. АНАН'ЄВА, асп., НТУ «ХП»

ВИКОРИСТАННЯ ЗАГУСНИКІВ НЕКРОХМАЛЬНОЇ ПРИРОДИ В РЕЦЕПТУРІ ЕМУЛЬСІЙНОГО ПРОДУКТУ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Стаття присвячена експериментальному дослідженню застосування загусників некрохмальної природи у рецептурі низькокалорійного майонезу. Отримано діаграму залежності в'язкості емульсійного продукту від концентрації і співвідношення загусників, а також визначено концентрації загусників, при яких продукт має оптимальні показники в'язкості емульсії. Обґрунтовано доцільність використання загусників некрохмальної природи у виробництві низькокалорійного майонезу.

Ключові слова: харчові добавки, функціональні продукти харчування, низькокалорійний соус, емульсійний продукт, комплексний загусник, гелеутворювач.

Постановка проблеми. Сьогодні доволі актуальною та гострою постає проблема пошуку харчових добавок, що використовуються у харчовій промисловості, які не завдадуть шкоди організму людини, та, навіть навпаки, нададуть продукції корисних властивостей, та зможуть вирішити серед населення проблему дефіциту корисних речовин, вітамінів, макро- та мікроелементів, біологічно-активних речовин, а також зможуть бути рекомендованими у лікувально-профілактичному харчуванні [1].

Якість емульсійних функціональних продуктів визначається їх нутрієнтним складом, в тому числі вмістом білків, жирів, вуглеводів, мінеральних речовин, вітамінів, а також фізичними та органолептичними властивостями (зовнішнім виглядом, смаком, консистенцією, кольором, запахом, харчовою цінністю) і безпекою споживання. На основі варіювання співвідношень інгредієнтів рецептури емульсії та зміни її характеристик за допомогою стабілізаторів, емульгаторів і функціональних інгредієнтів можна створювати різні емульсійні продукти із заданими функціональними властивостями і різною консистенцією.

При цьому поряд з вирішенням технологічного завдання отримання стійкої емульсії, необхідно забезпечити високу біологічну цінність продукту, що буде визначатися фізіологічною та харчовою цінністю рецептурних компонентів [2].

Сучасний стан проблеми. У сучасних умовах, за наявності різноманітних методів лікування великого ряду захворювань необхідно знаходити шляхи їх аліментарної профілактики і запобігання.

Природні крохмалі є складними полімерами і характеризуються певним співвідношенням амілози і амілопектину. Основним компонентом крохмалю є моносахарид D-глюкоза. Нативні крохмалі обмежені у своєму використанні і дуже часто не дозволяють досягти певних властивостей кінцевого продукту. В результаті хімічного модифікування крохмалів вдається поліпшити їх певні показники, які відповідають вимогам виробництва, і тим самим, отримати необхідну текстуру, форму продукту, забезпечити більш міцне зв'язування води, тобто стабільність продукту під час зберігання. Але багато експертів вважають, що вживання продуктів харчування, що містять модифіковані крохмалі, завдає шкоди підшлунковій залозі і може викликати небезпечне захворювання – панкреонекроз [3, 4].

Дослідження в напрямку удосконалення рецептур емульсійних продуктів функціонального призначення описано в роботах таких науковців як Н.Н. Волкова, Р.М. Каримов, К.В. Бакланов, С.Ю. Утешева та інших. Виходячи з вищенаведеного, виникає питання пошуку і обґрунтування використання альтернативних загусників некрохмальної природи для емульсійних продуктів.

Мета і основні задачі дослідження. В даній роботі *об'єктом дослідження* є рецептура низькокалорійного майонезу. *Предмет дослідження* – в'язкість емульсії продукту.

Метою даної роботи є обґрунтування загусників некрохмальної природи в рецептурі низькокалорійного майонезу. Для досягнення мети треба вирішити *наступні задачі*:

– обґрунтувати вибір альтернативних загусників некрохмальної природи для низькокалорійних соусів та визначити і проаналізувати залежність в'язкості емульсійного продукту від співвідношення обраних загусників у його складі;

– запропонувати склад комплексного загусника на основі обраних складових та його дозування в низькокалорійних соусах.

Результати роботи.

У якості загущувачів для низькокалорійного майонезу обрано три харчові добавки некрохмальної природи: ксантанова камедь, яблучний пектин та альгінат натрію.

Першим складовим комплексного загусника обрано ксантанову камедь. Це харчова добавка E 415, відноситься до групи стабілізаторів, за хімічною природою є полісахаридом мікробіологічного походження. Ксантан зазвичай використовують як загусник або стабілізатор. Водний розчин ксантану стійкий до дії ферментів, спиртів, поверхнево активних речовин, кислот (крім соляної) і лугів, до впливу високих (до 120 °C) і низьким (до -18 °C) температур. Для розчину ксантану характерні високі значення в'язкості і псевдопластичності в діапазоні рН від 2 до 12. Завдяки цим властивостям ксантан формує структуру, довгостроково стабілізує продукти та подовжує терміни їх зберігання [5].

Наступним складовим обрано альгінат натрію (E 401), який представляє собою солі альгінової кислоти, полісахариди, які одержують з бурих водоростей, дає прозорі безколірні гелі. В харчовій індустрії застосовується як стабілізатор-емульгатор, може використовуватися у лікувально-профілактичному харчуванні при тривалому надходженні в організм радіоактивного стронцію. Споживання альгінатів покращує здоров'я людини шляхом зменшення швидкості розщеплення їжі в кишковнику, позитивного впливу на його мікрофлору, поліпшення бар'єрної функції слизової оболонки [6].

Останнім обраним компонентом комплексу є яблучний пектин (E 440), що представляє собою полісахарид, утворений залишками галактуронової кислоти. Ця харчова добавка використовується як структуроутворювач, гелеутворювач, загусник. Для пектинів у складі харчових продуктів характерні адсорбційні, гастропротекторні, антацидні, гіпохолестеринемічні властивості [7].

Можна зазначити, що обрані харчові добавки для створення комплексного загусника у виробництві низькокалорійного майонезу мають властивості стабілізаторів та гелеутворювачів, спроможні утворювати

досить стійку емульсію, а також позитивно впливають на стан здоров'я людини.

В'язкість зразків емульсійних продуктів визначено на ротаційному віскозиметрі типу «Реотест» згідно з ГОСТ 1929-87 .

Дослідження в'язкості низькокалорійного майонезу з додаванням обраних загусників проведено за кімнатної температури. Експерименти з дослідження в'язкості проведено відповідно до складеного плану експерименту «склад – властивість». У якості факторів прийняті концентрації загусників, що додавалися, у зразках низькокалорійного майонезу, функцією відгуку є в'язкість продукту (табл. 1).

Таблиця 1. Вплив співвідношення загусників, що досліджувалися в низькокалорійному майонезі на його в'язкість

№ експерименту	Концентрація загусників в низькокалорійному майонезі , %						в'язкість, y_2 , Па·с
	камідь, x_1		пектин, x_2		альгінат, x_3		
	умов.	%	умов.	%	умов.	%	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	0,2	0	0	0	0	14
2	0	0	1	0,2	0	0	5
3	0	0	0	0	1	0,02	4
4	0,5	0,1	0,5	0,1	0	0	6
5	0	0	0,5	0,1	0,5	0,01	4
6	0,5	0,1	0	0	0,5	0,01	11
7	0,33	0,07	0,33	0,07	0,33	0,007	7

Дані відображені в табл.1 показують, як змінюються показники в'язкості при різних концентраціях загусників, та дозволяють вибрати концентрації загусників, що дають оптимальні показники.

Результати досліджень наведено на рис. 1, де 0 – відповідає інтервалу 3,875 : 4,8875; 1 – відповідає інтервалу 4,8875 : 5,9; 2 – відповідає інтервалу 5,9 : 6,9125; 3 – відповідає інтервалу 6,9125 : 7,925; 4 – відповідає інтервалу 7,925 : 8,9375; 5 – відповідає інтервалу 8,9375 : 9,95; 6 – відповідає інтервалу 9,95 : 10,9625; 7 – відповідає інтервалу 10,9625 : 11,975; 8 – відповідає інтервалу 11,975 : 12,9875; 9 – відповідає інтервалу 12,9875 : 14.

Рівняння регресії для розрахунку функції відгуку має вид:

$y=13,9848 \cdot x_1 + 4,9848 \cdot x_2 + 3,9848 \cdot x_3 - 13,697 \cdot x_1 \cdot x_2 + 8,303 \cdot x_1 \cdot x_3 - 1,697 \cdot x_2 \cdot x_3$,
де x_1 – концентрація ксантанової камеді, %; x_2 – концентрація яблучного пектину, %; x_3 – концентрація альгінату натрію, %.

В результаті досліджень визначено діапазон співвідношень обраних загущувачів в низькокалорійному майонезі, при якому в'язкість при кімнатній температурі знаходиться в інтервалі 8 – 10 Па·с (продукція з такою величиною в'язкості відчувається споживачем як оптимальна – не занадто густа і не занадто рідка): ксантанова камедь – 0,40 – 0,60 %; альгінат натрію – 0,10 – 0,45 %; яблучний пектин – 0,10 – 0,40 %.

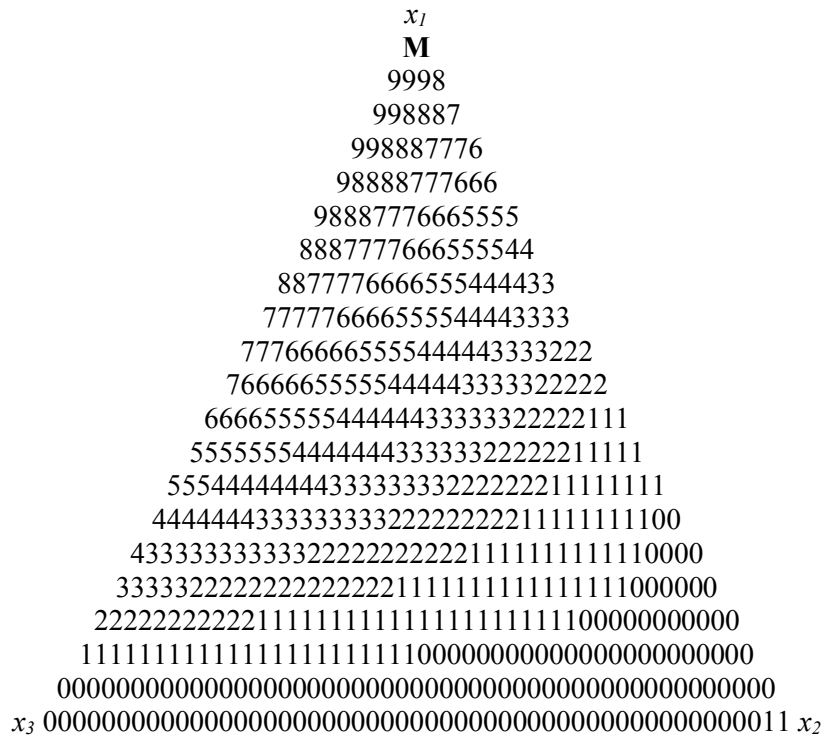


Рис. 1. Діаграма залежності в'язкості низькокалорійного майонезу на основі купажованої олії від концентрації і співвідношення загусників

Виходячи з результатів експерименту, встановлена залежність в'язкості низькокалорійного майонезу на основі купажованої олії від концентрації і співвідношення загусників. Таким чином, обґрунтовано співвідношення загусників в низькокалорійному майонезі, яке дозволяє продовжити терміни зберігання продукції та підвищити його якісні показники і функціонально-профілактичне значення.

Висновки. На підставі результатів досліджень обґрунтовано склад комплексного загусника некрохмальної природи та діапазон його робочих концентрацій у рецептурі низькокалорійного майонезу, при яких продукт має оптимальну консистенцію. Таким чином, використання розробленого комплексного загусника у рецептурах виробництва низькокалорійних соусів дозволить підвищити якість, терміни зберігання продукції та органолептичні показники. Компоненти, що входять до складу комплексного загусника, мають профілактичні властивості та позитивно впливають на стан здоров'я людини (порівняно з нативними та модифікованими крохмалюми, що на сьогоднішній день використовуються у більшості емульсійних харчових продуктів).

Список літератури: 1. Сарафанова Л.А. Пищевые добавки: Энциклопедия. – С.-Пб., – 2004. – 808 с. 2. Технологія продуктів харчування функціонального призначення: Монографія / М.І. Пересічний, М.Ф. Кравченко, Д.В. Федорова та ін. // К.: Київ. нац. торг. екон. ун-т, 2008. – 718 с. 3. Давиденко Н.В. Нераціональне харчування – ризик для здоров'я / Н.В. Давиденко, І.П. Смирнова, І.М. Горбась, О.О. Кваша // Укр. терапевтичний журнал. – 2002. – № 3. – С. 26 – 29. 4. Тутельян В.В. Функціональні жирові продукти в структурі харчування / В.В. Тутельян, А.П. Нечаєв, А.А. Кочеткова // Масложирова промисловість. – 2009. – № 6. – С. 6–9. 5. Нечаєв А.П. Пищевая химия / А.П. Нечаєв, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова. – С.-Пб.: ГИОРД, 2007. – 640 с. 6. Полумбрик М.О. Альгірати в харчових технологіях / М.О. Полумбрик, В.М. Іщенко, А.О. Сірик, В.С. Костюк, О.М. Полумбрик // Національний університет харчових технологій, 2014. – с. 12-18. 7. Ісакова Т.І. Фармацевтична енциклопедія. Пектин. – Х.: Харківський Національний Фармацевтичний Університет. – 2015. – 340 с.

Bibliography (transliterated): 1. Sarafanova L.A. Pishhevye dobavki: Jenciklopedija. – Sankt-Peterburg, – 2004. – 808 p. 2. Tehnologija produktiv harchuvannja funkcional'nogo priznachennja: Monografija / M.I. Peresichnij, M.F. Kravchenko, D.V. Fedorova ta in. // Kiïv, nac. torg. ekon. un-t, 2008. – 718 p. 3. Davidenko N.V. Neracional'ne harchuvannja – rizik dlja zdorov'ja / N.V. Davidenko, I.P. Smirnova, I.M. Gorbas', O.O. Kvasha // Ukr. terapevtichnij zhurnal. – 2002. – No. 3. – P. 26 – 29. 4. Tutel'jan V.V. Funkcional'nye zhirovye produkty v strukture pitaniya / V.V. Tutel'jan, A.P. Nechaev, A.A. Kochetkova // Maslozhirovaja promyshlennost'. – 2009. – No. 6. – P. 6–9. 5. Nechaev A.P. Pishhevaja himija / A.P. Nechaev, S.E. Traubenberg, A.A. Kochetkova. – Sankt-Peterburg: GIORД, 2007. – 640 p. 6. Polumbrik M.O. Al'ginati v harchovih tehnologijah / M.O. Polumbrik, V.M. Ishhenko, A.O. Sirik, V.S. Kostjuk, O.M. Polumbrik // Nacional'nij universitet harchovih tehnologij, 2014. – P. 12-18. 7. Isakova T.I. Farmaceutichna enciklopedija. Pektin. – Har'kov: Harkivs'kij Nacional'nij Farmaceutichnij Universitet. – 2015. – 340 p.

Поступила (received) 27.02.15

В.С. МАРЧЕНКО, асп., НТУ «ХП»;

Л.В. КРИЧКОВСЬКА, д-р біол. наук, проф., НТУ «ХП»;

А.П. БЕЛІНСЬКА, канд. техн. наук, ст. викладач, НТУ «ХП»

ОБГРУНТУВАННЯ КОМПЛЕКСУ АНТИОКСИДАНТІВ ДЛЯ СТАБІЛІЗАЦІЇ КОСМЕТИЧНОГО КРЕМУ

У статті запропоновано комплекс антиоксидантів для захисту від окиснювального псування косметичного крему, збагаченого на ω -3 поліненасичені жирні кислоти. Визначено залежність періоду індукції окиснення жирової основи косметичного крему від вмісту і співвідношення обраних антиоксидантів. Обгрунтовано співвідношення антиоксидантів та їх дозування у складі косметичного продукту.

Ключові слова: антиоксиданти, ретинол, токоферол, тіотриазолін, поліненасичені жирні кислоти, купажована олія, косметичний крем.

Вступ.

В теперішній час одним з перспективних напрямків виробництва косметичних засобів є створення продукції з високоактивними речовинами для сухої, в'янучої, схильної до подразнень шкіри. Перспективність даного напрямку у косметології обумовлюється зростаючим попитом на косметичну продукцію по догляду за шкірою з вказаними особливостями. Разом із сухістю шкіри, можуть бути й аномалії метаболізму основних жирних кислот: лінолевої (ω -6) та ліноленової (ω -3) [1, 2]. Поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК) ω -3 групи у складі косметичних кремів забезпечують необхідність шкіри в есенціальних речовинах та допомагають запобігти сухості, лущенню та тьмяності шкіри. Джерелом ПНЖК у складі косметичної продукції є рослинні олії.

Аналіз і узагальнення світових досягнень в області створення і виробництва нових косметичних засобів, додатково збагачених ПНЖК, свідчить про їх широкі можливості і перспективи розвитку. Особливо важливим є розвиток даного напрямку і для України у зв'язку з поганою екологією, умовами життя, неадекватним харчуванням, стресовими ситу-

аціями, порушенням режимних моментів, обмеженою фізичною активністю, як наслідок – авітамінозами, накопиченням вільних радикалів та передчасним старінням шкіри.

Аналіз останніх досліджень та літератури.

Беручи до уваги необхідність відновлення бар'єрних властивостей епідермісу, дуже важливо правильно підібрати основу для сухої шкіри. Це може бути емульсія типу «масло у воді» з високим вмістом жироподібних речовин (до 25–35 %); для пересушеної шкіри – емульсія типу «вода в маслі» з додаванням спеціальних емульгаторів, але жироподібних речовин має бути не більше 35 %; або внесення до складу основи церамідів, ω -3 та ω -6, ПНЖК, фітостеролів та ін. [3].

Косметичні властивості рослинних олій залежать від складу жирних кислот. У кожній олії містяться насичені і ненасичені жирні кислоти, але в різному співвідношенні [4].

Купажовані олії – це суміш олій зі збалансованим складом насичених та ненасичених жирних кислот [5]. Відразу після нанесення крему, до складу якого входять купажовані олії як джерело ПНЖК, олії діють на поверхню шкіри, пом'якшуючи, вирівнюючи і зберігаючи вологу. Поступово вони проникають в глибокі шари епідермісу, де включаються в процеси клітинного метаболізму [6, 7]. Живі клітини шкіри, за допомогою спеціальних ферментів, екстрагують з олій жирні кислоти, і використовують їх для будівництва епідермальних ліпідів.

Постановка проблеми, мета досліджень.

Додаткове збагачення косметичних засобів ПНЖК ω -3 групи, призводить до зменшення термінів придатності продукції через низьку стійкість ω -3 ПНЖК до окиснювального псування. Виникає необхідність пошуків антиоксидантів, бажано природного походження, для стабілізації від окиснювального псування даних компонентів у складі продукції, зокрема для їх позитивного впливу на суху, в'янучу, схильну до подразнень шкіру.

В даній роботі *об'єктом* дослідження є співвідношення та дозування антиоксидантів у складі косметичного крему.

Предмет дослідження – період індукції окиснення жирової основи зразків косметичного крему.

Метою даної роботи є розробка комплексу антиоксидантів для крему, збагаченого ω -3 ПНЖК. Для досягнення мети треба було вирішити наступні задачі:

1) обґрунтувати вибір антиоксидантів для стабілізації жирової основи косметичного крему;

2) визначити та проаналізувати залежність періоду індукції окиснення жирової основи зразків косметичного крему від співвідношення та дозування обраних антиоксидантів у його складі.

Результати досліджень.

У якості жирової основи косметичного крему було обрано купаж, збагачений ПНЖК ω -3 та ω -6 груп, який містить соєву, соняшникову та кунжутну олії. Співвідношення ПНЖК ω -3 та ω -6 груп складає 1 : 10 [8].

З метою стабілізації від окиснення ω -3 ПНЖК жирової основи обрано три антиоксиданти: α -токоферол (вітамін Е), ретинол (вітамін А), тіотриазолін (морфоліній 3-метил - 1, 2, 4-триазоліл-5-тіоацетат).

Тіотриазолін – «первісток» українського оригінального синтезу, сполука, що має виражену мембраностабілізуючу, антиоксидантну та репаративну дію. Тіотриазолін гальмує пероксидне окиснення ліпідів, захищає клітини від негативного впливу вільних радикалів, стимулює регенерацію тканин і процеси епітелізації, а також зменшує інтенсивність запального процесу. Антиоксидантний ефект тіотриазоліну обумовлений руйнуванням гідропероксидів без утворення вільних радикалів [9].

Дослідження стійкості до окиснювального псування косметичного крему з додаванням антиоксидантів проведено за температури 80 °С при вільному доступі повітря (автоокиснення).

Ступінь окиснення контрольовано за величиною ПЧ. Результати досліджень наведено на рис. 1 (1 – 0,2 % токоферолу; 2 – 0,2 % ретинолу; 3 – 0,02 % тіотриазоліну; 4 – 0,1 % токоферолу і 0,1 % ретинолу; 5 – 0,1 % ретинолу і 0,01 % тіотриазоліну; 6 – 0,1 % токоферолу і 0,01 % тіотриазоліну; 7 – 0,1 % токоферолу, 0,1 % ретинолу і 0,01 % тіотриазоліну).

Як видно з графіку, період індукції при окисненні зразків крему з комплексом антиоксидантів перевищує період індукції при окисненні крему з індивідуальними антиоксидантами.

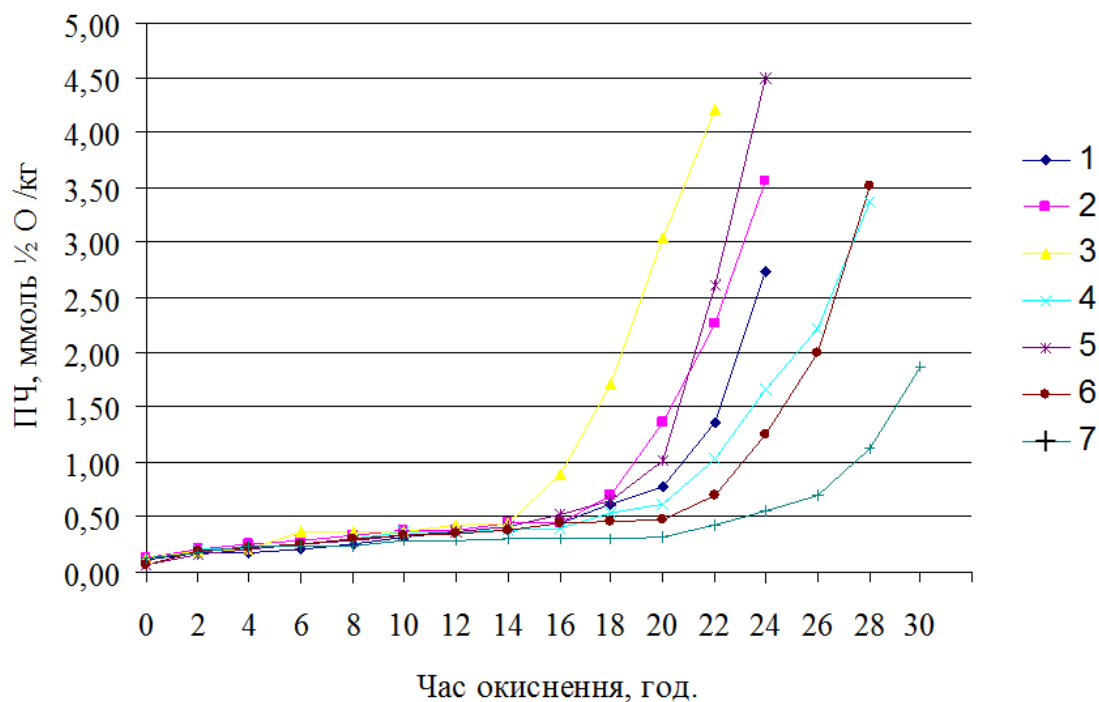


Рис. 1. Динаміка прискореного окиснення косметичного крему на основі купажованої олії з додаванням

Дослідження інгібуючої активності обраних антиоксидантів у комплексі проведено відповідно до складеного плану експерименту «склад – властивість». У якості факторів прийняті концентрації антиоксидантів у зразках косметичного крему, функцією відгуку є період індукції зразків.

Для аналізу характеру взаємодії антиоксидантів у складі косметичного засобу побудовано діаграму залежності періоду індукції окиснення косметичного крему на основі купажованої олії від концентрації і співвідношення антиоксидантів, яка представлена на рис. 2 (x_1 – концентрація токоферолу, %; x_2 – ретинолу, %; x_3 – тіотриазоліну, %, де 0 відповідає інтервалу $14 \div 15,21$; 1 – $15,21 \div 16,41$; 2 – $16,41 \div 17,62$; 3 – $17,62 \div 18,83$; 4 – $18,83 \div 20,03$; 5 – $20,03 \div 21,24$; 6 – $21,24 \div 22,45$; 7 – $22,45 \div 23,65$; 8 – $23,65 \div 24,86$; 9 – $24,86 \div 26,07$).

В результаті визначено діапазон співвідношень обраних антиоксидантів в косметичному кремі, при якому період індукції окиснення косметичного засобу при $80\text{ }^\circ\text{C}$ знаходиться в інтервалі (24 – 26 годин). Період індукції контролю – косметичного крему на основі рафінованої дезодорованої соняшникової олії – 15 ± 1 годин.

x_1
 4
 5554
 55555
 566665554
 6666666655
 6667777666554
 66777777776655
 66777888887776654
 6677788888888776655
 6677788899999888776654
 56677888999999888776654
 56677888999999998877654
 556677888999999999888776654
 455677788899999999998887766544
 44556677888999999999998887766554
 344556677788889999999998888776665544
 33445556677778888888888888777665544
 2233445556666777777888888877777666554443
 122233344445555666666677777766666655544443
 01112223333444444555555555555555555555544444333
 x_2 m00001111222222333333333344444444444444444444443333333 x_2

Рис. 2. Діаграма залежності періоду індукції косметичного крему на основі купажованої олії від концентрації і співвідношення антиоксидантів

Таким чином, сумісне додавання α -токоферолу (0,08–0,16 %), ретинолу (0,09–0,18 %) та тіотриазоліну (0,008–0,017 %) дозволяє підвищити термін зберігання косметичного крему на основі купажованої олії, збагаченої ПНЖК ω -3 та ω -6 груп в 1,6–1,7 разів.

Висновки.

На основі проведених досліджень:

– визначено кількісну залежність величини періоду індукції окиснення косметичного крему від вмісту та співвідношення обраних антиоксидантів: токоферолу, ретинолу та тіотриазоліну;

– встановлено їх взаємний вплив на гальмування окиснювального псування триацилгліцеринів жирової основи крему.

Розробка косметичного засобу, збагаченого ω -3 ПНЖК з обраними антиоксидантами дозволить збільшити термін придатності продукції, а тим самим підвищити конкурентну спроможність вітчизняних виробників в даній галузі.

Список літератури: 1. *Аравийская Е.Р.* Сухость кожи. Причины и механизмы возникновения. Принципы коррекции / *Е.Р. Аравийская, Е.В. Соколовский* // Журн. дерматовенерол. и косметол. – 2002. – № 2. – С. 10 – 13. 2. *Короткий Н.Г.* Причины сухости кожи и лечебно-

косметический уход за ней / *Н.Г. Короткий, Б.Н. Гамаюнов* // Клин. дерматол. и венерол. – 2008. – № 4. – С. 98 – 101. **3.** *Проценко Т.В.* Синдром сухой кожи в дерматологии: механизмы формирования и лечебно-косметический уход / *Т.В. Проценко, О.А. Проценко* // Украинский журнал дерматологии, венерологии, косметологии. – Киев: ТОВ «ВИТ-А-ПОЛ». – 2009. – № 3/34. – С. 62 – 65. **4.** *Головкин Б.Н.* Биологически активные вещества растительного происхождения. В трех томах. Т. I / *Б.Н. Головкин, З.Н. Руденская, И.А. Трофимова, А.И. Шретер.* – М: Наука, 2001. – 350 с. **5.** *Скорюкин А.П.* Купажированные растительные масла со сбалансированным жирнокислотным составом для здорового питания / *А.П. Скорюкин, А.П. Нечаев, А.А. Кочеткова* // Масложировая промышленность. – 2002. – № 2. – С. 26–27. **6.** *Аравийская Е.Р.* Руководство по дерматокосметологии / *Е.Р. Аравийская, Е.В. Соколовский.* – С.-Пб.: Фолиант, 2008. – 632 с. **7.** *Сокольский И.* Кашу маслом не испортишь // Наука и жизнь. — 2008. — В. 12. — С. 114—121. **8.** *Белінська А.П.* Природні антиоксиданти для стабілізації функціональних інгредієнтів в купажах олій / *А.П. Белінська, Л.В. Кричковська, В.С. Марченко, А.С. Кравченко* // Матеріали I Міжнарод. науч.-практ. конф. [Хімія, біо- і нанотехнології, екологія і економіка в харчовій і косметическій промисловості], 10–13 червня 2013, Щелкино. – Х.: ФОП Попов О.С. – 2013. – С. 78–81. **9.** *Мытник З.М.* Тиотриазолин – гордость отечественной медицины и фармации / *З.М. Мытник, Ю.М. Колесник* // Запорожский медицинский журнал. – 2010. – том 12, №5. – С. 7 – 9.

Bibliography (transliterated): **1.** *Aravijskaja E.R.* Suhost' kozhi. Prichiny i mehanizmy vzniknovenija. Principy korrekcii / *E.R. Aravijskaja, E.V. Sokolovskij* // Zhurn. dermatovenerol. i kosmetol. – 2002. – No. 2. – p. 10–13. **2.** *Korotkij N.G.* Prichiny suhosti kozhi i lechebno-kosmeticheskij uhod za nej / *N.G. Korotkij, B.N. Gamajunov* // Klin. dermatol. i venerol. – 2008. – No. 4. – p. 98–101. **3.** *Procenko T.V.* Sindrom suhoj kozhi v dermatologii: mehanizmy formirovaniya i lechebno-kosmeticheskij uhod / *T.V. Procenko, O.A. Procenko* // Ukrain'skij zhurnal dermatologii, venerologii, kosmetologii. – Kiev: TOV «VIT-A-POL». – 2009. – No. 3/34. – p. 62–65. **4.** *Golovkin B.N.* Biologicheski aktivnye veshhestva rastitel'nogo proishozhdenija. V treh tomah. T. I / *B.N. Golovkin, Z.N. Rudenskaja, I.A. Trofimova, A.I. Shreter.* – Moscow: Nauka, 2001. – 350 p. **5.** *Skorjukin A.P.* Kupazhirovanne rastitel'nye masla so sbalansirovannym zhirnokislotnym sostavom dlja zdorovogo pitaniya / *A.P. Skorjukin, A.P. Nechaev, A.A. Kochetkova* // Maslozhirovaja promyshlennost'. – 2002. – No. 2. – p. 26–27. **6.** *Aravijskaja E.R.* Rukovodstvo po dermatokosmetologii / *E.R. Aravijskaja, E.V. Sokolovskij.* – Saint Petersburg: Foliant, 2008. – 632 p. **7.** *Sokol'skij I.* Kashu maslom ne isportish' / *I. Sokol'skij* // Nauka i zhizn'. – 2008. – V. 12. – p. 114–121. **8.** *Belins'ka A.P.* Prirodni antioksidanti dlja stabilizacii funkcional'nih ingredientiv v kupazhovanijah / *A.P. Belins'ka, L.V. Krichkovs'ka, V.S. Marchenko, A.S. Kravchenko* // Himija, bio- i nanotehnologii, jekologija i jekonomika v pishhevoj i kosmeticheskij promyshlennosti: Sbornik materialov I Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskij konferencii. – Kharkov: FOP Popov O.S., 2013. – p. 78–81. **9.** *Mytnik Z.M.* Tiotriazolin – gordost' otechestvennoj mediciny i farmacii / *Z.M. Mytnik, Ju.M. Kolesnik* // Zaporozhskij medicinskij zhurnal. – 2010. – V. 12, No. 5. – p. 7–9.

Надійшла (received) 29.01.15

Т.Г. БАБАК, доц., НТУ «ХПИ»;

А.В. ДЕМИРСКИЙ, аспирант, НТУ «ХПИ»;

И.Б. РЯБОВА, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ»;

А.Н. ОРОБЕЙ, специалист, НТУ «ХПИ»

МОДЕРНИЗАЦИЯ ВЫПАРНОЙ УСТАНОВКИ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ САХАРНОГО СОКА

Рассмотрена задача модернизации установки выпаривания осветлённого сахарного сока, главной целью которой являлось снижение потребления внешних энергоносителей. Задача повышения энергоэффективности была решена в соответствии с принципами пинч-анализа. Значение минимальной температурной разности было найдено из условия достижения минимума общей приведенной стоимости. Для полученного значения минимальной температурной разности построены составные кривые, определены целевые значения утилит и построена сеточная диаграмма. В соответствии с правилами пинч-анализа размещено теплообменное оборудование. В статье приведена аргументация подбора разборных пластинчатых теплообменников фирмы Alfa Laval с учетом возможного загрязнения в процессе эксплуатации. Представлены результаты экономических расчетов, доказывающих эффективность предложенной схемы модернизации.

Ключевые слова: выпарная установка, пинч-технология, составные кривые, минимальная разность температур, загрязнение теплообменников.

Введение. Повышение энергоэффективности предприятий пищевой промышленности является одним из приоритетных направлений энергосбережения в Украине. Выпарная установка сахарного завода представляет собой самый мощный потребитель энергии в виде ретурного пара высокого давления. Кроме того, выпарная установка сама является поставщиком вторичных паров и конденсата для обеспечения вспомогательных технологических процессов. Поэтому снижение затрат ретурного пара, повышение степени рекуперации тепла установки и повышение экономичности ее работы в целом является актуальной задачей, имеющей практическую ценность.

Анализ последних исследований и литературы. Модернизация выпарной установки является наиболее важной задачей снижения потребления тепла в производстве сахара. Несмотря на многолетние исследования работы выпарных станций [1, 2], в настоящее время интерес к повышению эффективности их работы не ослабевает. Прежде всего, изучается вопрос модернизации оборудования обеспечивающего работу станции, так как полная реконструкция с заменой выпарных аппаратов требует огромных капитальных затрат.

Следует отметить работы [3, 4] посвященные основополагающим принципам замены трубчатых высокоскоростных секционных подогревателей на пластинчатые. Также в этом направлении, включая совместную работу с выпарными аппаратами, представлены исследования в [5, 6]. В большинстве зарубежных работ по модернизации выпарных установок применяется разработанное математическое обеспечение, например SUGAR или ECOSIMPRO. В большинстве случаев эти исследования носят теоретический характер, без привязки к модернизации конкретного производства.

Постановка задачи и цель работы. Рассматривается выпарная установка сахарного завода с расходом осветленного сока 21,7 кг/с. Входной осветленный сок концентрации 15% подогревается с температуры 30°C до 124 °C, проходя через систему последовательно установленных теплообменных аппаратов. Мощность рекуперации тепловой энергии в системе равна 5175,4 кВт. Для подогрева сока на входе в первый корпус выпарной установки используется ретурный пар с температурой 140 °C. Мощность потребляемой горячей утилиты (пара) – 2876,2 кВт, холодной (воды) – 1595,3 кВт. Данные о потоках, участвующих в рекуперации, представлены в табл. 1

Таблица 1. Характеристика потоков, участвующих в рекуперации тепла

№	Название потока	Тип	T_S	T_T	G	c	r	CP	ΔH
1	Конденсат ретурного пара	гор.	140	90	3,54	4,24	–	15	750,4
2	Экстрапар 3-го корпуса	гор.	96,1	96,1	0,71	–	2267	–	1598,4
3	Экстрапар 4-го корпуса	гор.	81,2	81,2	0,81	–	2306	–	1870
4	Смесь конденсатов	гор.	106,6	50	10,7	4,2	–	45,1	2551,9
5	Входной сок	хол.	30	124	21,7	3,947	–	85,66	8051,6

В табл. 1 T_S – начальные температуры потоков, °С; T_T – конечные или целевые температуры, °С; G – массовый расход, кг/с; c – удельная теплоемкость, кДж/кг·°С; r – удельная теплота конденсации, кДж/кг; CP – потоково-вая теплоемкость, кВт/°С; ΔH – изменение теплосодержания потока, кВт.

Целью работы является выбор минимальной разности температур ΔT_{\min} , проектирование сети противоточных теплообменников, в которых значение минимального температурного напора не будет превышать ΔT_{\min} , расчет пластинчатых теплообменников в соответствии с позициями их установки и экономическое обоснование предложенного проекта.

Определение основного алгоритма работы. Решение поставленной задачи было осуществлено на основе принципов пинч-анализа [7].

Для упрощения разработки экономически эффективной системы теплообмена желательно исходить из такого значения ΔT_{\min} , которому соответствовало бы минимальное значения общей приведенной стоимости, то есть позволяло бы осуществить экономический компромисс между капитальными затратами и стоимостью внешних утилит.

Составные кривые, построенные по данным тепловых потоков, располагаются на температурно-энтальпийной плоскости таким образом, чтобы наименьшее расстояние между ними по оси ординат (температуры) было равно выбранному значению ΔT_{\min} . По составным кривым могут быть получены целевые значения мощности рекуперации и утилит.

На основании составных кривых строится сеточная диаграмма, на которой и располагаются теплообменники в соответствии с правилами пинч-анализа – в этом случае будет достигнуто целевое значение мощности рекуперации.

Проектирование сети теплообменников. Используя программу PINCH, было рассчитано значение $\Delta T_{\min} = 5^\circ\text{C}$, которое соответствует минимальному значению общей приведенной стоимости проекта.

Составные кривые технологических потоков (табл. 1) приведены на рис. 1.

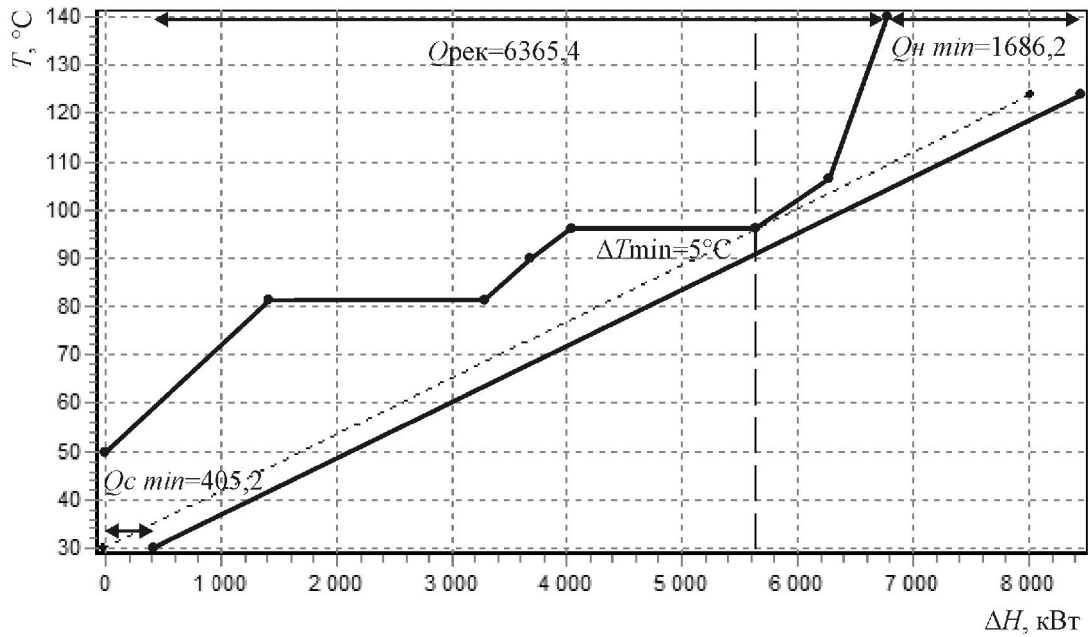


Рис. 1. Составные кривые тепловых потоков

Из составных кривых видно, что при $\Delta T_{\min} = 5^{\circ}\text{C}$ можно рекуперировать 6365,4 кВт. При этом требуемая мощность пара 1686,2 кВт, а холодной воды – 405,2 кВт. В точке максимального сближения составных кривых – в точке пинча – температура горячих потоков равна $96,1^{\circ}\text{C}$, а холодных – $91,1^{\circ}\text{C}$. В соответствии с этим была построена сеточная диаграмма и размещены теплообменники, что изображено на рис. 2.

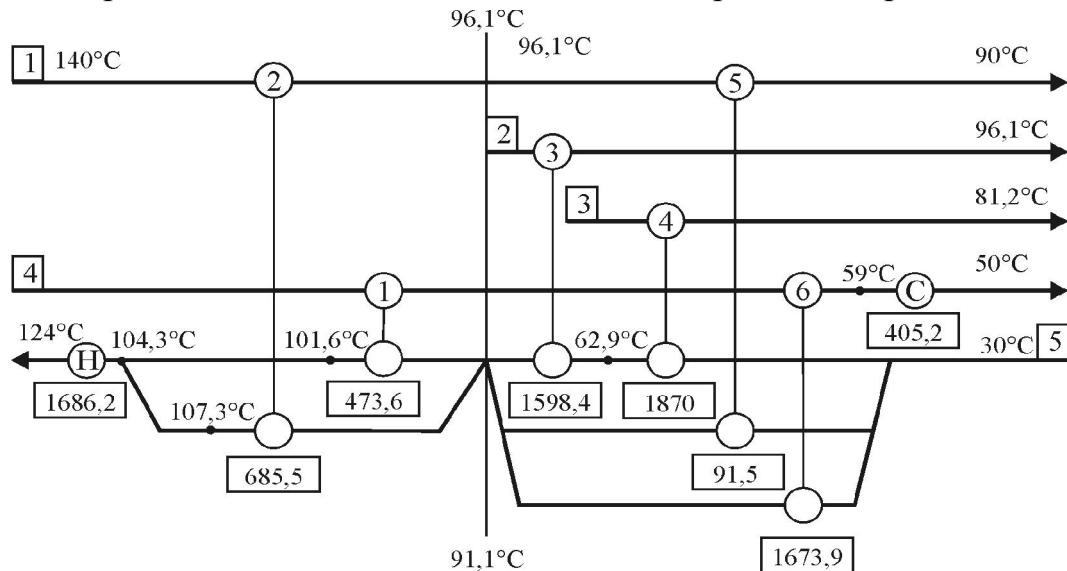


Рис. 2. Сеточная диаграмма установленных теплообменников

Следует отметить, что расщепление потока №5 в области ниже пинча на три сделано таким образом, чтобы первый из них принял всю энергию

конденсации потоков №2 и №3, второй охладил до целевой температуры поток №1 до целевой температуры, а третий принял часть тепла от потока №4. При таком расщеплении в системе достаточно одного холодильника.

Подбор теплообменных аппаратов. Для модернизации тепловой схемы были выбраны разборные пластинчатые теплообменники фирмы Alfa Laval. Результаты расчета аппаратов, размещенных на сеточной диаграмме (рис. 2), представлены в табл. 2.

Таблица 2. Характеристики теплообменного оборудования

№	Тип пластины	Компоновка	Число пластин	Площадь, м ²	Запас (<i>Margin</i>),%
1	<i>M6M</i>	1×65H/1×65H	131	18,3	15
2	<i>M6M</i>	1×40H/1×40H	81	11,3	34
3	<i>M10M</i>	1×76H/1×77H	154	33,9	51
4	<i>M15M</i>	1×34ML/1×35MH	70	43,4	203
5	<i>M6M</i>	1×12H/3×4H	25	3,5	143
6	<i>M15M</i>	2×(9H+6ML)/2×(9H+6MH)	61	37,8	32
<i>H</i>	<i>M6M</i>	1×8MH/1×9ML	18	2,5	114
<i>C</i>	<i>M6</i>	1×(12MH+17L)/1×(12ML+17L)	59	8,9	1

Главной спецификой выбора этих аппаратов является их интенсивное загрязнение в процессе эксплуатации [8, 9]. Особенностью расчета теплообменного аппарата на позиции 4 является низкое давление (температура) греющего пара, что приводит к высоким потерям давления в аппарате. Последнее обстоятельство влечет за собой увеличения числа пластин и, как следствие, к снижению скорости сока по нагреваемой стороне. Снижение скорости сока приводит к уменьшению величины касательного напряжения на стенке пластины и тем самым увеличивает возможность загрязнения поверхности теплообмена.

Для снижения интенсивности загрязнения поверхности были выбраны к установке в аппарате пластины *ML/MH*, обладающие более высоким гидравлическим сопротивлением по стороне сока и повышена величина *Margin* до 203%. Такое значение этой величины означает, что конденсация пара происходит примерно на одной трети в верхней части пластины, а на оставшейся части имеет место охлаждение конденсата. По мере загрязнения стенок пластин со стороны холодного теплоносителя (сахарного сока) будет происходить увеличение поверхности конден-

сации. Таким образом, данный теплообменник рассчитан с запасом на предполагаемое загрязнение теплопередающей поверхности.

Для теплообменника на позиции 4 (табл. 2) в качестве греющего теплоносителя выступает конденсат. Учитывая склонность к загрязнению по стороне нагреваемого сока, к установке выбран теплообменник с более широким каналом типа «М». Для повышения скорости сока по холодной стороне и снижения интенсивности загрязнения поверхности теплообмена в процессе работы, аппарат рассчитан двухходовым с запасом в 32%. Повышение потерь давления по греющей стороне до 70 кПа не является критичным потому, что конденсат – это чистый теплоноситель и загрязнения пластин по горячей стороне не происходит [8]. Потери давления по стороне сока 26 кПа, что свидетельствует о наличии резерва в увеличении потерь давления по мере загрязнения аппарата.

На позиции 1 (табл. 2) происходит нагревание сока конденсатом. Для этого принят к установке аппарат марки М6М с более широким каналом и запасом по теплопередающей поверхности 15%. Такой выбор обеспечивает достаточно высокое значение касательного напряжения на стенке порядка 50 кПа, что косвенно гарантирует невысокую вероятность появления отложений на стенках пластин. Там же на позиции 2 принят к установке теплообменник марки М6М и запасом на загрязнение 34%, для которого по стороне сахарного сока касательное напряжение на стенке равно 96,4 кПа.

Для подогрева сока на позиции 3 (табл. 2) устанавливается паровой подогреватель марки М10М с двумя входами по пару и значением margin 51%. Такой выбор аппарата по схеме должен обеспечить нагревание сока после аппаратов первой ступени, где происходит основной процесс выпадения отложений на теплопередающей поверхности.

Позиция 5 для установки пластинчатого теплообменника является крайне невыгодной, так как расход теплоносителей по стороне греющего теплоносителя практически в 10 раз превышает расход сока по нагреваемой стороне. В такой ситуации для обеспечения приемлемой скорости сока в каналах необходимо проектировать несимметричную многоходовую компоновку. В данном случае по стороне сока предусмотрено 3 хода, а по стороне конденсата – один. В результате расчетов к установке принят теплообменник марки М6М 25 пластин с запасом поверхности

143%. На рис. 3 представлена принципиальная схема выпарной установки после модернизации.

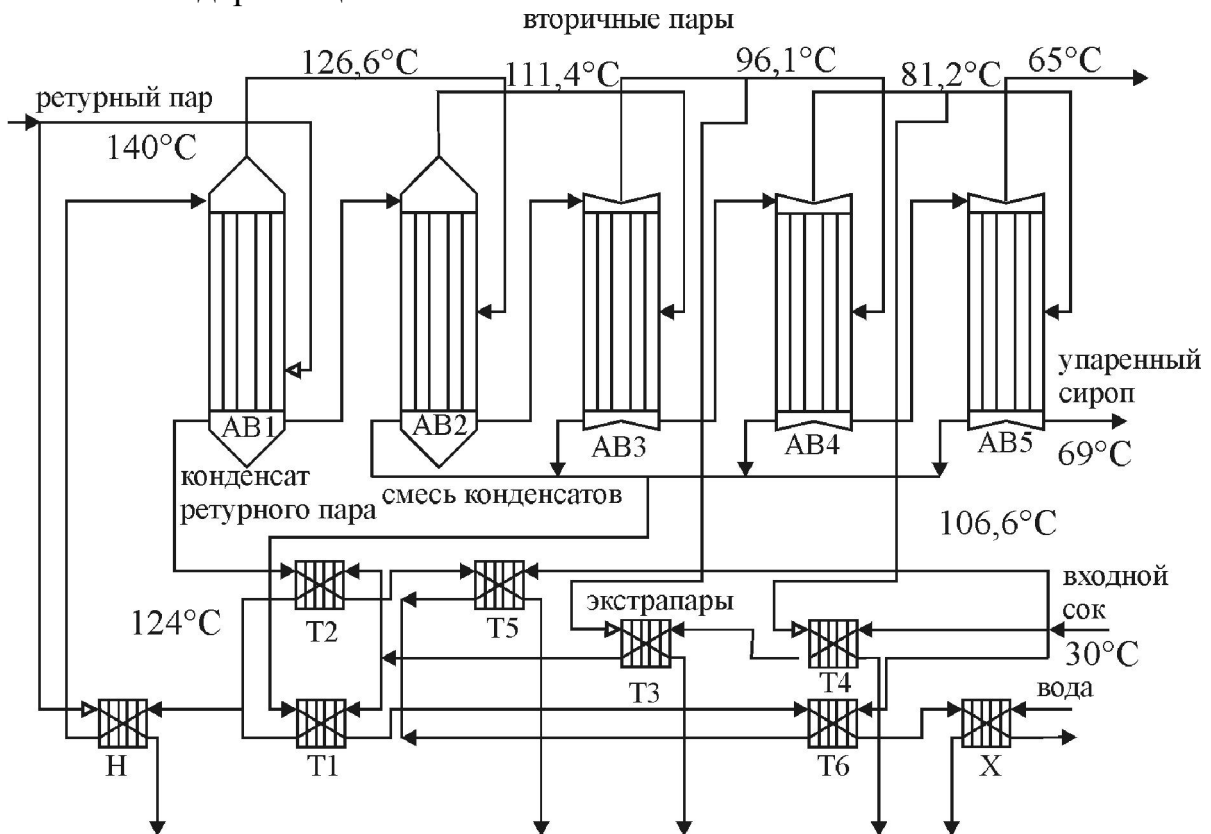


Рис. 3. Принципиальная схема модернизированной выпарной установки

Экономическая оценка проекта. Предложенный проект размещения теплообменных аппаратов позволяет увеличить мощность рекуперации с 5175,4 кВт до 6365,4 кВт, то есть достигается экономия 1190 кВт. Были проведены экономические расчеты, основные результаты которых показаны в табл. 3.

Таблица 3. Экономические показатели проекта

Название показателя	Значение показателя
Стоимость оборудования, грн.	1412329
Общая сумма затрат на эксплуатацию, грн.	496254
Общая сумма капитальных затрат, грн.	1896028
Годовая экономия, грн.	7789670
Годовой прирост чистой прибыли, грн.	6134030
Срок окупаемости, лет	0,31
Коэффициент эффективности капитальных вложений	3,2

Выводы. Проведена модернизация существующей схемы выпарной установки сахарного завода на основе принципов пинч-анализа. Рассчитано теплообменное оборудование с учетом специфики тепловых потоков выпарной установки. Экономическая оценка показала, что предложенный проект модернизации весьма эффективен – рассчитанный срок окупаемости составляет примерно 4 месяца.

Список литературы: 1. Колесников В.А. Теплосиловое хозяйство сахарных заводов / В.А. Колесников, Ю.Г. Нечаев. – М.: Пищевая пром-ть. 1980. – 391 с. 2. Прудюс Б.В. Расчет оборудования сахарных заводов. / Прудюс Б.В., Хоменко А.И. – М.: Агропромиздат. 1985. – 223 с. 3. Колесников В.А. Перспектива использования пластинчатых выпарных аппаратов в отечественной сахарной промышленности / В.А. Колесников, А.Ю. Аникеев, Ю.В. Козлова и др. // Сахар. 2007. – № 10. – С. 43–48. 4. Товажнянский Л.Л. Реконструкция тепловой схемы сахарного завода с использованием пластинчатых теплообменных аппаратов / Л.Л. Товажнянский, П.А. Капустенко, А.В. Демирский, Г.Л. Хавин // Интегровані технології та енергозбереження. – Х.: ХДПУ. 2003. – № 2. – С. 3–9. 5. Pérez E.S. Dynamic modelling and simulation with ECOSIMPRO of an evaporator station in the sugar industry / 1st Meeting of EcosimPro Users, UNED, Madrid, 3–4 May 2001. – P. 8–11. 6. Sugar Factory Process Optimization Using the Sugar Computer Program / Present to the 22 General Meeting of the American Society of sugar beet technologists. – 21 p. 7. Смит Р. Основы интеграции тепловых процессов / Р. Смит, Й. Клемеш, Л.Л. Товажнянский, П.А. Капустенко, Л.М. Ульев – Х.: НТУ «ХПИ», 2000. – 456 с. 8. Демирский А.В. Анализ работы систем подогревателей сахарного сока с учетом загрязнений теплообменной поверхности / А.В. Демирский, Л.Л. Товажнянский, О.П. Арсеньева, П.А. Капустенко, Г.Л. Хавин // Интегровані технології та енергозбереження. – Х.: НТУ «ХП». 2013. – № 2. – С. 14–17. 9. Демирский А.В. Анализ процесса образования отложений в пластинчатых подогревателях сахарной промышленности / Интегровані технології та енергозбереження. – Х.: НТУ «ХП». 2014. – № 4. – С. 74–78.

Bibliography (transliterated): 1. Kolesnikov V.A. Teplosilovoe hozyaystvo saharnyh zavodov / V.A. Kolesnikov, Yu. G. Nechaev. – Moscow: Pishchevaya promyshlennost. 1980. – 391 p. 2. Prudius B.V. Raschet oborudovaniya saharnyh zavodov. / Prudius B.V., Homenko A.I. – Moscow: Agropromizdat. 1985. – 223 p. 3. Kolesnikov V.A. Perspektiva ispolzovaniya plastinchatykh vyparnykh apparatov v otechestvennoy saharnoy promyshlennosti / V.A. Kolesnikov, A.Yu. Anikeev, Yu.V. Kozlova i dr. // Sahar. 2007. – No. 10. – P. 43–48. 4. Tovazhnyanskiy L.L. Rekonstruktsiya teplovoy shemy saharного zavoda s ispolzovaniem plastinchatykh teploobmennyykh apparatov / L.L. Tovazhnyanskiy, P.A. Kapustenko, A.V. Demirskiy, G.L. Khavin // Integrovani tehnologiyi ta energozberezhennya. – Kharkiv: KhDPU. 2003. – No. 2. – P. 3–9. 5. Pérez E.S. Dynamic modelling and simulation with ECOSIMPRO of an evaporator station in the sugar industry / 1st Meeting of EcosimPro Users, UNED, Madrid, 3–4 May 2001. – P. 8.1–8.11. 6. Sugar Factory Process Optimization Using the Sugar Computer Program / Present to the 22 General Meeting of the American Society of sugar beet technologists. – 21 p. 7. Smith R. Osnovy integratsii teplovykh protsessov / R. Smith, J. Klemes, L.L. Tovazhnyanskiy, P.A. Kapustenko, L.M. Ul'yev – Khar'kov. NTU «KhPI». 2000. – 456 p. 8. Demirskiy A.V. Analiz raboty sistem podogrevateley saharного soka s uchetom zagryazneniy teploobmennoy poverhnosti / A.V. Demirskiy, L.L. Tovazhnyanskiy, O.P. Arsen'eva, P.A. Kapustenko, G.L. Khavin // Integrovani tehnologiyi ta energozberezhennya. – Kharkiv: NTU «KhPI». 2013. – No. 2. – P. 14–17. 9. Demirskiy A.V. Analiz protsessa obrazovaniya otlozheniy v plastinchatykh podogrevatelyah saharной promyshlennosti / Integrovani tehnologiyi ta energozberezhennya. – Kharkiv: NTU «KhPI». 2014. – No. 4. – P. 74–78.

Поступила (received) 04.02.2015

С.І. БУХКАЛО, канд. техн. наук, проф., НТУ «ХПІ»;

О.І. ОЛЬХОВСЬКА, ст. викладач, НТУ «ХПІ»

ОСНОВНІ МОЖЛИВОСТІ КОМПЛЕКСНИХ ПРОЕКТІВ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МІКСУ

У роботі розглянуті можливості розробки науково-обґрунтованої концепції інтегрованих процесів комплексних підприємств енергетичного міксу з метою утилізації полімерних відходів як частини твердих побутових відходів. При проведенні комплексного міжвузівського інноваційного проектування студенти отримують додаткові глибокі знання з основних курсів навчання та навички для проведення самостійної наукової роботи. Основна мета розробки – вибір екологічно безпечних енергоефективних і ресурсозберігаючих способів виробництва полімерної продукції нового асортименту з вторинної полімерної сировини, проектування ефективного обладнання для реалізації її випуску. При цьому вказані можливі напрямки утилізації полімерних відходів які не підлягають повторній переробці.

Ключові слова: енергетичний мікс, утилізація, комплексні проекти, полімерні відходи, критерії оцінювання, науково-обґрунтовані технологічні процеси

Вступ.

Аналіз можливостей переробки корисної частини твердих побутових відходів (ТПВ) у вигляді полімерної тари та пакування на цей час проводять спеціалісти різні за фахом з точки зору наступних питань: маркетингу та менеджменту, економічних, організаційних, екологічних, санітарно-екологічних та ін. Це зв'язано з гострим дефіцитом енергетичних ресурсів і, практично, 100 % імпортом полімерної сировини в Україні з однієї сторони та негативними соціально-економічними та екологічними наслідками утилізації ТПВ методами спалювання, з іншої сторони, які потребують введення на усій території країни жорстких норм поводження з полімерними відходами.

Поводження з ТПВ вимагає негайної їх класифікації, з метою виділення корисних придатних до вторинної переробки матеріалів ще на стадії утворення відходів, перш за все, це має відношення до полімерних відходів різноманітного походження, а також потребує аналізу ця проб-

лема з точки зору ресурсозбереження і енергоефективності при організації переробки або утилізації полімерних відходів різного походження.

Аналіз останніх досліджень та літератури.

Окремі аспекти енергетичного міксу, проблеми та перспективи енергетичної політики України аналізуються в роботах вітчизняних вчених [1–8], але незважаючи на наявність ряду цінних праць з проблем, так чи інакше пов'язаних з окремими питаннями енергетичного міксу, необхідно відзначити, що в них немає комплексного узагальнюючого дослідження конкретних прикладних технологій взаємодії уряду і регіональних влад з провідними науковими співробітниками України. У вже існуючих роботах з проблем енергетичного міксу недостатньо уваги приділено способам і методам просування утилізації твердих побутових відходів. У той же час дане дослідження відрізняється тим, що спрямоване саме на вивчення питань місця, ролі і значення технологій енергетичного міксу в реалізації енергетичних проектів України, що робиться вперше. Традиційна технологія поводження з ТПВ вже на стадії їх збирання не залишає можливості для їх якісної переробки у вторинні матеріали – ця технологія, перш за все не відповідає навіть санітарно-гігієнічним нормам, а про переробку у якісні товари мова зовсім не йде.

Енергетична політика України в контексті забезпечення національної безпеки повинна стати незалежною від змін складу уряду та бути основним стратегічним пріоритетом для влади. Таку думку висловили експерти в рамках круглого столу в УНІАН на тему «Криза в Україні: джерела її виникнення та шляхи подолання», організованого Європейською економічною палатою в Україні спільно з Інститутом еволюційної економіки. За словами директора Інституту еволюційної економіки Ігоря Макаренка, чинна влада з незрозумілих причин не залучає науковий потенціал України для реформування енергосистеми [9].

Матеріали та результати дослідження.

Основою ресурсозбереження і енергоефективності з погляду охорони навколишнього середовища від техногенної катастрофи є створення нової ефективної технології, маловідходної або безвідходної, котра дозволяє одержувати цільові продукти без будь якого її забруднення, а з системи мають виводитися тільки продукти, що складають біосферу. Та-

ка схема переробки полімерних відходів повинна мати початок ще на стадіях утворення виробів:

- 1) конструкторські роботи за галузями;
- 2) переробка у виробі різноманітними методами;
- 3) сумісна оцінка економічної та екологічної складових доцільності переробки полімерних відходів у вторинну або зворотну сировину з урахуванням усіх можливостей процесу управління поводження з ТПВ, перш за все, кількості циклів переробки;
- 4) можливості методів переробки або науково-обґрунтованих способів модифікації;
- 5) кінцева стадія утилізації полімерних відходів та ін.

Організація виробництва повинна бути спрямована не тільки на утилізацію всіх побічних продуктів, але й на використання всього виділюваного тепла, як усередині даної системи, так і частково в сусідніх взаємозалежних екологічних підсистемах.

Отже, основні завдання в області ресурсозбереження і енергоефективності для технології переробки і утилізації полімерних відходів можна сформулювати в такий спосіб:

- створення підприємств комплексної переробки сировини, які використовують фактично повністю відходи й викиди свого виробництва, а також виробництв інших галузей промисловості;
- розробка маловідходних або безвідходних технологій;
- визначення переліку й кількості продуктів, які можуть бути засвоєні природними біологічними системами;
- створення малоенергоємних виробництв із мінімальним споживанням води;
- модернізація й удосконалювання теплообмінного встаткування в процесі проектування нових технологій;
- підвищення рівня регенерації тепла потоків і на цій базі широке використання енерготехнологічних схем і ін.

Для загальних підходів до створення безвідходних виробництв для яких ТПВ є альтернативним джерелом енергії можна сформулювати основні принципи:

- розробка енерготехнологічних схем, що передбачають повну переробку сировини й побічних продуктів у корисні продукти – принцип раціонального використання всіх компонентів сировини й енергії, з використанням вторинних енергоресурсів на базі принципів рециркуляції й циклічності;

- принцип максимальної ізольованості виробництва від навколишнього середовища – кількість відходів шкідливих речовин, що утворюються, у повітряному басейні, ґрунті й водоймах менше їхніх припустимих концентрацій;

- принцип круговороту речовин і енергії за винятком сировини й цільових продуктів;

- принцип комплексного використання багатокomпонентної сировини в безвідхідному виробництві, побічна продукція здобуває всі властивості цільової продукції, сировина використовується в повному обсязі й розширюється асортимент продукції, і ін.

- локалізація виробництва дозволить крім іншого поліпшити платіжний баланс України за рахунок скорочення імпорту дорогого устаткування для відновлюваної енергетики та збільшення експорту такого обладнання в майбутньому

- альтернативна енергетика ТПВ у складі енергетичного міксу у майбутньому здатна замінити до 40 відсотків первинних енергоресурсів України;

- масштабне використання потенціалу альтернативної енергетики ТПВ в Україні має не тільки внутрішнє, а й важливе міжнародне значення як фактор протидії глобальним змінам клімату в цілому, поліпшення загального стану енергетичної безпеки Європи.

Слід зазначити, що технологічні комплекси можуть створюватися різних масштабів з урахуванням таких показників [10–12]:

- матеріало- і енергоємності продукції;
- економічного стану підприємства та галузі;
- екологічних вимог регіону і країни в цілому;
- соціально-правової підготовки населення та країни;
- освітня й культурно-виховна роз'яснювальна робота,
- інформаційне забезпечення й міжнародні фактори.

Розробка комплексних інноваційних проектів показує можливості та багатоваріантності проникнення глобалізаційних процесів в сучасні педагогічні технології. Реалізація тенденцій глобалізаційних процесів в контексті комплексних інноваційних проектів дозволяє вирішувати завдання технології та проектування в області ресурсозбереження та енергоефективності. До таких проектів у якості актуальних складових входять розробки з альтернативної і водневої енергетики, утилізації та переробки відходів, тобто проекти отримання нових енергетичних ресурсів для енергетичного міксу. При проведенні комплексного міжвузівського інноваційного проектування студенти отримують додаткові глибокі знання з основних курсів навчання та навички для проведення самостійної наукової роботи. У підготовці та реалізації проекту беруть участь провідні викладачі відповідних дисциплін НТУ «ХПІ» та інших ВНЗ, а також наукові співробітники профільних НДІ.

Висновки.

Напрямки розвитку вищевикладених завдань і принципів в області одержання продуктів технології переробки полімерних відходів можна розділити на два принципово різних шляхи реалізації:

- 1) реконструкція й модернізація діючих виробництв з метою утворення комплексної переробки відходів різних рівнів виробництва;
- 2) створення нових безвідходних або маловідходних комплексів.

Обидва шляхи перспективні у даній галузі промисловості і можуть вирішувати питання кардинально. При модернізації або проектуванні виробництв все більшого значення набувають показники матеріало- і енергоємності продукції, вони дозволяють конкретно встановити ефективність природокористування в широкому змісті цього слова.

Список літератури: 1. Эффективные компоненты теплообменных систем для процессов конверсии техногенных отходов / Л.Л. Товажнянский, П.А. Капустенко, С.И. Бухало, А.Ю. Перевертайленко, О.П. Арсеньева // Вестн. НТУ «ХПИ». – Х.: НТУ «ХПИ». 2011. № 21. С. 3–12. 2. Долинский А.А., Гелетуха Г.Г. Возможности замещения природного газа в Украине за счет местных видов топлива // Энергетическая политика Украины. № 3–4. 2006. 60–65 с. 3. Бурдо О.Г., Энергетические парадоксы в экономике // Problemele energeticii regionale. Termoenergetică. 1(21). 2013. 82–92 р. 4. Гелетуха Г.Г., Железная Т.А., Борисов И.И., Халатов А.А. Перспективы использования в Украине современных технологий термохимической газификации и пиролиза биомассы // Промышленная теплотехника. 1997. – т. 19, № 4–5, с. 115–120. 5. Гелетуха Г.Г., Железная Т.А. Обзор технологий газификации биомассы // Эко-

технологии и ресурсосбережение. 1998. № 2, с.21–29. **6.** *Гелетуха Г.Г., Марценюк З.А.* Обзор технологий добычи и использования биогаза на свалках и полигонах твердых бытовых отходов и перспективы их развития в Украине // Экотехнологии и ресурсосбережение. 1999. № 4, с.6–14. **7.** *G.G. Geletukha, T.A. Zhelyezna, S.V. Tishayev.* Strategy of Bioenergy Development in Ukraine. Proceedings of the First World Conference and Exhibition on Biomass for Energy and Industry. Sevilla, Spain, 5-9 June 2000, vol. II, p.1260-1263. **8.** *Железная Т.А., Гелетуха Г.Г.* Современные технологии получения жидкого топлива из биомассы быстрым пиролизом. Обзор. Часть 1 и 2. // Промышленная Теплотехника, №4–5, 2005, с. 79–100. **9.** Україна, агенство УНІАН. Енергетическая политика Украины должна стать независимой от изменений состава правительства / опубликовано на сайте: 2014-12-03. **10.** *Бухкало С.И., Гардер С.Е., Ольховская О.И. и др.* Регулирование эффективности ресурсо- и энергосбережения на комплексных предприятиях по переработке отходов // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». 2012. – № 10. – с. 72–80. **11.** *Бухкало С.И.* Деякі властивості полімерних відходів у якості сировини для енерго- і ресурсозберігаючих процесів // Інтегровані технології та енергозбереження. – Х.: НТУ «ХПІ». 2014. – № 4. – с. 29–33. **12.** *Бухкало С.И.* Екологічна безпека як складова концепції утилізації відходів для комплексних підприємств енергетичного міксу // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». 2014. – № 49. – с. 42–56.

Bibliography (transliterated): **1.** *Jeftektivnye komponenty teploobmennyh sistem dlja processov konversii tehnogennyh othodov / L.L. Tovazhnjans'kij, P.A. Kapustenko, S.I. Bukhhalo, A.Ju. Perevertajlenko, O.P. Arsen'eva // Visnik NTU «KhPI».* – Kharkov : NTU «KhPI». 2011. – No. 21, p. 3–12. **2.** *Dolinskij A.A., Geletuha G.G.* Vozmozhnosti zameshenija prirodnogo gaza v Ukraine za schet mestnyh vidov topliva // Jenergeticheskaja politika Ukrainy. No. 3–4. 2006. 60–65 p. **3.** *Burdo O.G., Jenergeticheskie paradoksy v jekonomike // Problemele energeticii regionale. Termoenergeticâ. 1(21).* 2013. 82–92 p. **4.** *Geletuha G.G., Zheleznaja T.A., Borisov I.I., Halatov A.A.* Perspektivy ispol'zovanija v Ukraine sovremennyh tehnologij termohimicheskoj gazifikacii i piroliza biomassy // Promyshlennaja teplotehnika. 1997. – t. 19, No. 4–5, p. 115–120. **5.** *Geletuha G.G., Zheleznaja T.A.* Obzor tehnologij gazifikacii biomassy // Jekotehnologii i resursosberezhenie. 1998. No. 2, p.21–29. **6.** *Geletuha G.G., Marcenjuk Z.A.* Obzor tehnologij dobychi i ispol'zovanija biogaza na svalkah i poligonah tverdyh bytovykh othodov i perspektivy ih razvitija v Ukraine // Jekotehnologii i resursosberezhenie. 1999. No. 4, p. 6–14. **7.** *G.G. Geletukha, T.A. Zhelyezna, S.V. Tishayev.* Strategy of Bioenergy Development in Ukraine. Proceedings of the First World Conference and Exhibition on Biomass for Energy and Industry. Sevilla, Spain, 5–9 June 2000, vol. II, p.1260–1263. **8.** *Zheleznaja T.A., Geletuha G.G.* Sovremennye tehnologii poluchenija zhidkogo topliva iz biomassy bystrym pirolizom. Obzor. Chast' 1i 2. // Promyshlennaja Teplotehnika, No. 4–5, 2005, p. 79–100. **9.** Україна, агенство UNIAN. Jenergeticheskaja politika Ukrainy dolzhna stat' nezavisimoj ot izmenenij sostava pravitel'stva / opublikovano na sajte: 2014-12-03. **10.** *Bukhhalo S.I., Garder S.E., Ol'hovskaja O.I. i dr.* Regulirovanie jeftektivnosti resurso- i jenergosberezhenija na kompleksnyh predpriyatijah po pererabotke othodov // Visnik NTU «KhPI». – Kharkov.: NTU «KhPI». 2012. – No. 10. – p. 72–80. **11.** *Bukhhalo S.I.* Dejaki vlastivosti polimernih vidhodiv u jakosti sirovini dlja energo- i resursozberigajuchih procesiv // Integrovani tehnologii ta energozberezhennja. – Kharkov : NTU «KhPI». 2014. – No. 4. – p. 29–33. **12.** *Bukhhalo S.I.* Ekologichna bezpeka jak skladova koncepcii utilizacii vidhodiv dlja kompleksnih pidpriemstv energetichnogo miksu // Visnik NTU «KhPI». – Kharkov.: NTU «KhPI». 2014. – No. 49. – p. 42–56.

Надійшла (received) 21.01.2015

Н.Е. ФРОЛОВА, канд. техн. наук, доц., НУХТ, Київ;
М.В. КАРПУТІНА, канд. техн. наук, доц., НУХТ, Київ;
Т.О. БЕРЕЗКА, ст. викладач, НТУ «ХПІ»

ЕФІРНА ОЛІЯ *NERETA CATARIA* ЯК ОСНОВА ВИРОБНИЦТВА НАТУРАЛЬНИХ АРОМАТИЗАТОРІВ ДЛЯ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Приведено результати дослідження умов спрямованого фракціонування ефірної олії *Nepeta cataria*. Встановлено параметри процесу для кожної фракції – залишковий тиск, температурні режими, флегмове число. Отримано чотири фракції (ароматизатора) різної тональності аромату. Застосування фізичних процесів перероблення ефірної олії не руйнує природні структурні зв'язки, зберігає натуральність, біологічну здатність. Комбінування фракцій із залученням комп'ютерних програм дозволяє поширити лінійку натуральних ароматизаторів з однієї ефірної олії для харчової промисловості.

Ключові слова: ефірна олія, фракціонування, параметри, ароматизатори, комбінування, тональність.

Постановка проблеми. Натуральні ароматизатори – це в першу чергу ефірні олії, а також індивідуальні ароматичні компоненти, які отримують з ефірних олій фізичними методами. Однак, при всій різноманітності ефірних олій, їх застосування обмежується вузьким асортиментом продукції [1].

Найчастіше, ефірні олії використовують у виробництві парфумерно-косметичних виробів, гігієнічних засобів, у складі ліків. Середньорічний обсяг випуску такої продукції в світі фіксується на рівні 7,5 млн. одиниць [2].

В харчових технологіях, при значному попиті на натуральні ароматичні речовини, використання ефірних олій значно менше [3]. Для пояснення причин такої ситуації ми виділили об'єктивні і суб'єктивні перешкоди. До об'єктивних перешкод відносимо досить вузький асортимент комерційних ефірних олій, пов'язаний з труднощами їх якісного виділення і зберігання [4]. Компонентний склад ефірних олій змінюється від місця й кліматичних умов вирощування, а терпенові складові олій

при контакті з повітрям швидко окислюються. Це приводить до зміни кольору олії. Вона темніє й стає коричневою. Аромат огрублюється й слабшає. Звісно, важко контрольовані зміни якості ефірних олій вимагають виробників знаходити альтернативні варіанти ароматизації продукції, використовувати синтезовані замінники. Саме поширення випуску джерел аромату хімічного синтезу вважаємо головною суб'єктивною причиною вузького використання ефірних олій в харчових технологіях.

Сучасний стан проблеми. В світі комерційні ефірні олії в натуральному вигляді практично не використовують. Значна їх кількість переробляється за різними технологіями. Найбільш результативними технологіями на протязі останніх десятиліть залишаються отримання монофракцій з подальшим хімічним цільовим перетворенням [5], детерпенізація, яка звільняє ефірну олії від групи терпенових компонентів [6], спрямоване виділення окремих фракцій перегонкою, екстракцією, використанням мембранних технологій [7]. Дослідження останніх років поширюються на вивчення можливостей фракціонування ефірних олій надкритичними рідинами [8].

Нами було взято до уваги досвід медицини, парфумерно-косметичної промисловості щодо механізмів і практики фракційної розгонки органічних сумішей і запропоновано фракційну перегонку ефірних олій з отриманням лінійки ароматизаторів стабільних сенсорних і фізико-хімічних показників для харчової промисловості.

Мета і основні задачі досліджень. Метою цієї роботи є дослідження ефірної олії *Nepeta cataria* з розробкою параметрів її перероблення на окремі фракції (ароматизатори) різних ароматів та використання їх в рецептурах композиційних ароматизаторів для харчової промисловості.

В Україні ефірні олії технологічно не переробляються. Поширеною практикою залишається комбінація розчинів ефірних олій в етиловому спирті, пропиленгліколі, а також в так званих «важких» ефірах. Такі суміші є основою для одержання парфюмерно-косметичних виробів [9]. Отримання натуральних ароматизаторів покращеної стабільності для харчової промисловості має актуальність, соціальний і промисловий запит.

Результати роботи. Трава *Nepeta cataria* в господарствах України введена в культуру з 1989 року як багаторічна ефіроолійна рослина. У надземній частині рослини міститься 0,4...0,6 % ефірної олії квітково-лимонного аромату. В дослідженнях використано ефірну олію, отриману гідродистиляцією з квітучих частин рослини *Nepeta cataria* сорту "Переможець". Якісні показники ефірної олії вивчали за загальноприйнятими методиками.

Слід зазначити, що в літературних джерелах наводяться дані компонентного складу ефірної олії *Nepeta cataria* із значними розбіжностями, навіть за вмістом ключових компонентів. Мова йде про цитронеллол і гераніол, вміст яких варіює для цитранеллолу від 8 до 70 %, цитралю від 0 до 18,33 %, гераніолу – від 0 до 28 %. Світове виробництво становить більше 5000 т на рік [11].

Для визначення компонентного складу ефірної олій, фракцій використано хроматограф «Хром 41». Використовувалася насадкова колонка з нерухомою фазою – 20 % дінонілфталат. Ефірну олію *Nepeta cataria* вводили в хроматограф в кількості 10 мкл. Параметри хроматографічного аналізу наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Умови хроматографічного аналізу

Параметри	Значення
Температура °С	
випарника	180
термостата колонки	120...160
детектора	250
Витрати см ³ /хв	
газу-носія,	1
водню	33
повітря	330

Якісне вивчення ефірної олії проводили контролем збіжності піків досліджуваного зразка і чистих речовин. Зразки чистих речовин отримували препаративною хроматографією із залученням молекулярної діагностики [10]. Таким чином було ідентифіковано α - пінен, *d*-ліналоол, гераніол, камфора, геранілацетат, ліналілацетат.

Ідентифікацію інших компонентів здійснювали за відносним часом утримання (мітка α -пінен). Масові співвідношення компонентів вивчали методом внутрішньої нормалізації. Метрологічна оцінка: $S = 0,0067$; $\delta = \pm 2,26 \%$.

Розділення ефірної олії на фракції здійснювали на пілотній установці фракційної перегонки. Тип колонки – трехсекционная; число реальних тарілок, шт. – 20; число царг, шт. – 3; діаметр рефракційної частини, мм – 30; тип головки – повної конденсації; регулювання флегмового числа і температури в кубі – з блоку управління; контроль температури – автоматичний. Елементи установки виготовлені з інертного матеріалу – термостійкого скла виробництва *Simex*.

Результати досліджень. В табл. 2 наведено сенсорні і фізико-хімічні показники досліджуваної ефірної олії *Nepeta cataria*.

Таблиця 2. Характеристика ефірної олії *Nepeta cataria*

Сировина для дослідження	<i>Nepeta cataria</i> (квітучі рослини)
Спосіб виробництва	Гідродистиляція
Зовнішній вигляд, колір (ДСТУ 2729-94)	Рухлива рідина від солом'яного до бурштинового кольору
Запах (ДСТУ 2729-94)	Приємний, трав'янисто-лимонним з м'ятними тоном
Густина при 20°C, г/см ³ (ДСТУ ISO 279-2002)	0,87800
Показник заломлення при 20 °C (ДСТУ ISO 280-2002)	1,468
Кислотне число, мг <i>КОН</i> (ДСТУ 2728-94)	2,8

Результати дослідження компонентного складу ефірної олій *Nepeta cataria* наведеною в табл. 3.

Таблиця 3. Компонентний склад ефірної олій *Nepeta cataria*.

Компонент		Вміст в ефірній олії	Компонент		Вміст в ефірній олії
1		2	1		2
1	α -пінен	1,14	10	<i>d</i> -ліналоол	1,16
2	β -пінен	1,52	11	<i>d</i> -камфора	1,28

1		2	1		2
3	камфен	2,48	12	ліналацетат	1,24
4	α -фелландрен	0,57	13	<i>l</i> -борнеол	1,13
5	цінеол	1,82	14	цитраль	13,23
6	мірцен	3,41	15	нерол	7,71
7	<i>d</i> -лімонен	1,75	16	цитронеллол	39,66
8	β -феландрен	3,64	17	гераніол	26,38
9	<i>n</i> -цимол	1,15	18	геранілацетат	8,12

На основі аналізу табл. 3 встановлено ключові компоненти аромат яких забезпечує природний запах олії *Nepeta cataria*:

– хвойний (α -пінен, β -пінен, камфен). Цінеол додає смолистого тону.

– лимонний (комбінація мірцену, *d*-лімонену, α , β -феландрену, *n*-тимолу).

– пряно-камфорний (*d*-камфора, *l*-борнеол).

– квітковий (цитронеллол, нерол, гераніол, геранілацетат. Цитраль добавляє мускатної тональності.

Розроблення параметрів фракційної розгонки ефірної олії *Nepeta cataria* спрямовувалося на отримання фракцій із вищезгаданими тональностями аромату. Розрахунки параметрів керованої розгонки ефірної олії (залишковий тиск, температурні режими, число теоретичних тарілок, флегмове число) здійснювали за законами перегонки і даними кількісного складу. Було використано поняття ключові компоненти, що означає граничні речовини між якими проводиться розділення на фракції. За методом ключових компонентів ефірна олія *Nepeta cataria* розглядалася як сума п'яти бінарних систем. Для забезпечення ефективною розгонки кожної системи визначали режими за якими значення ступеню розділення n_{min} , було не більше числа теоретичних тарілок ректифікаційної колони. Діапазон робочих флегмових чисел $V_{роб}$ на початок і кінець розгонки окремої бінарної системи визначали за залежностями V від n . Докладно про послідовність теоретичних розрахунків фракційної розгонки ефірних олій приведено в роботі [12].

Розраховані значення параметрів розділення для бінарних систем ефірної олії *Nepeta cataria* наведено в табл. 4.

Таблиця 4. Параметри розділення бінарних систем ефірної олії *Nepeta cataria*

Назва системи	Температура розгонки, °С	Тиск, кПа	Відносна леткість, α	Ступінь розділення, n_{min}	Флегмове число, $V_{роб}$
Мірцен – цінеол	70,5...74	1,32	3,85	2,6	1 : 5
Цінеол-ліналоол.	76...79	0,96	3,45	2,8	1 : 4
Ліналоол-цитраль	94...104	0,33	3,3	3,1	1 : 7
Цитраль+нерол- цитронеллол	115... 120	0,33	1,36	7	1 : 7
Цитронеллол+гераніол +гераніацетат (кубовий залишок)	142...147,5	0,33	1,32	7,5	–

Модельні розрахунки адекватно узгоджувалися з результатами експерименту на пілотній установці. Дослідження показали, що в умовах реального експерименту для двох перших бінарних систем (табл.4) високий рівень збагачення фракції найбільш летким компонентом досягається навіть при невеликому вмісті цього компоненту в ефірній олії. Для систем цитраль-нерол + цитронеллол, цитронеллол-гераніол + гераніацетат такий результат можна досягти лише при значному їх вмісті у олії. За серією експериментальних розгонок було з'ясовано робочі параметри фракційної перегонки ефірної олії *Nepeta cataria*, які наведені в табл. 5.

Таблиця 5. Робочі параметри фракційної перегонки ефірної олії *Nepeta cataria*

Температура кубу, °С	Температура пари, °С	Тиск, кПа	Флегмове число	Кількість, мас. %	Примітки
50...65	14...15	1,32	∞	–	Прогрівання колони
70 ...74	17...19	1,32	1:5	19...20	Відбір фракції 1
76...79	20...23	0,96	1:4	28...32	Відбір фракції 2
94...104	33...45	0,33	1:7	16...20	Відбір фракції 3
115...120	60...70	0,33	1:10	10...11	Відбір фракції 4
–	–	0,33	1:1	24...14	Кубовий залишок
–	–	–	–	3,0±0,5	Втрати

На початку розгонки поступовим підвищенням температури кубу встановлювали робочі температурні режими фракціонування і тримали їх на одному рівні з постійним збором дистилату. Одночасно підраховували

флегмове число. За таких умов процес отримання фракції відбувається із збагаченням найбільш летким ключовим компонентом, а також компонентами з близькими температурами кипіння. Такі компоненти значною мірою впливають на тональність аромату фракції. За припинення відбору дистилляту, підвищували температуру кубу, чим досягали нових умов рівноваги і отримання нової фракції. Так само здійснювали збір і наступних фракцій. Відбір фракцій проводили з верхньої частини колонки. В цілому за час фракціонування ефірної олії *Nepeta cataria* отримано 4 фракцій з сумарним вмістом $96 \pm 0,5$ % від маси вихідної сировини. Втрати за рахунок неповного вловлювання низькокипячих компонентів склали $3 \pm 0,5$ %.

У табл. 6 наведено характер зміни аромату фракцій при корекції кількісного відбору. Визначення органолептичних характеристик отриманих фракцій ефірної олії *Nepeta cataria* проводили за загальноприйнятими і стандартизованими методами (ДСТУ 2729-94).

Таблиця 6. Відбір фракцій ефірної олії *Nepeta cataria*

Номер фракцій	Межі відбору, мас %	Аромат	Органолептична сумарна оцінка
Перша	менше 19,2	Відчутна нота сухої трави	9,32
	19,2 – 20,5	Трав'яний з приємним хвойно-смолистим відтінком	9,55
	більше 20,5	Хвойний з цитрусовим тоном	9,64
Друга	менше 29,2	Різкий складний з цитрусовим відтінком	9,44
	29,2 – 31,8	Гармонійний лимонний аромат	9,75
	більше 31,8	Різкий аромат складного тону	9,63
Третя	менше 16,1	Квітковий з цитрусовим відтінком (бергамотового напрямку)	9,75
	16,1 – 17,3	Квітковий з відтінками деревини	9,5
	більше 17,3	Складний з нотами польових квітів	9,63
Четверта	менше 11,1	Різкий складний аромат	9,24
	11,1 – 12,3	Квітковий аромат з пряними відтінками	9,65
	більше 12,3	Різкий трав'яний з терпкими відтінками	9,3

Кожну фракцію зливали з приймача у герметичну ємність темного скла, зважували та відбирали пробу для хроматографічного аналізу за результатами якого спостерігали динаміку насичення фракцій запланова-

ними компонентами. За визначеннями, наведеними в законі України «Про безпечність та якість харчових продуктів» № 2809-ІУ від 06.09.2005 року, отримані фракції є самостійними висококонцентрованими натуральними ароматизаторами. Корекція параметрів фізичного процесу значною мірою поширює варіантність аромату фракцій.

Сенсорний і фізико-хімічний аналіз отриманих фракцій (табл. 7) анонсував їх як перспективні ароматизатори для харчової промисловості.

Таблиця 7. Результати аналізу ароматизаторів із ефірної олії *Nepeta cataria*

Показник	«Трав'яний» (перша фракція)	«Лимонна радість» (друга фракція)	«Аромат берга- моту» (третя фракція)	«Квіткова пряність» (четверта фракція)	«Кара- мельний» (кубовий залишок)
Зовнішній вигляд	Однорідна прозора рідина без сторонніх включень				
Колір	Від світло-жовтого до жовтого				
Аромат	Приємний хвойний з смолистими відтінками	Гармо- нійний лимонний аромат	Квітковий з цит- русовим відтін- ком (бергамото- вого напряму)	Квітковий аромат з пряними відтінками	Склад-ний квітково- мускатний
Смак	Гіркуватий				
Густина, г/см ³	0,920	0,96	0,981	0,984	0,988
Показник залом- лення при 20 °С	1,47	1,49	1,49	1,48	1,49
Кислотне число, мг KOH, не більше	2,0	2,36	2,36	2,82	3,0

Нові ароматизатори на основі ефірної олії *Nepeta cataria* мають не тільки злагоджений, приємний аромат, але й характеризуються високою насиченістю та поліпшеною стабільністю. Строк зберігання таких ароматизаторів при кімнатній температурі становить 24 місяця.

Конструювання лінійки ароматизаторів на основі окремих фракцій ефірної *Nepeta cataria* олії здійснювали з використанням технологічного комплексу розпізнання органолептичного образу та планування складу ароматизатора. До комплексу входять:

– комп'ютерні системи розпізнавання речовин в просторі характерних інгредієнтів за результатом газохроматографічних досліджень;

– математичні моделі підбору близьких до оптимальних масових співвідношень складових натуральних ароматизаторів.

Було розроблено ароматизатор для льодяників з приємним лимонно-пряним ароматом, а також фізіологічною спрямованістю (бронхіальні захворювання) з таким співвідношенням фракцій ефірної олії *Nepeta cataria*: фракція 3 – 59 %, фракція 2 – 29 %, фракція 4 – 6 %, фракція 1 – 6 %.

Висновки. Наведені в статті дослідження показали, що спрямоване фракціонування ефірної олії *Nepeta cataria* дозволяє отримувати фракції (ароматизатори) різного аромату. Такий технологічний прийом не руйнує природні структурні зв'язки компонентів ефірних олій, зберігає їх біологічну здатність.

Отримані ароматизатори мають соціальний і виробничий запит, оскільки сприятимуть виготовленню якісних харчових продуктів на натуральній ароматичній основі.

Список літератури: 1. *Smelcerovic A. et al.* Recent Advances in Analysis of Essential Oils / *A. Smelcerovic, A. Djordjevic, J. Lazarevic, G. Stojanovic* / Current Analytical Chemistry. – Bentham: SSOAR, 2013. – Т. 9. – №. 1. – Р. 61–70. 2. *Khan I.A., Abourashed E. A.* Leung's encyclopedia of common natural ingredients: used in food, drugs and cosmetics // John Wiley & Sons. – Hoboken, 2011. – № 16. – Р. 810–840. 3. *Рощина Н.Н.* Прикладные аспекты использования эфирных масел и терпенов в пищевых продуктах / Вестник Алтайского гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск, 2010. – Т. 38. – С. 387. 4. *Ткаченко К.Г.* Эфирномасличные растения и эфирные масла: достижения и перспективы, современные тенденции изучения и применения / Вестник Удмуртского университета. – Ижевск, 2011. – № 1. – С. 88–100. 5. *Utami H. et al.* Heterogeneous Kinetics of Hydration of α -Pinene for α -Terpineol Production: Non-Ideal Approach / Herti Utami, Arief Budiman, Sutijan, Roto, Wahyudi Budi Sediawan // World Academy of Science, Engineering, and Technology. – Edition International, 2011. – Р. 864–867. 6. *Fantin G. et al.* Selective removal of monoterpenes from bergamot oil by inclusion in deoxycholic acid / G. Fantin, M. Fogagnolo, S. Maietti, S. Rossetti // Journal of agricultural and food chemistry. – University of California, USA, 2010. – Т. 58. – №. 9. – Р. 5438–5443. 7. *Brose D. J. et al.* Fractionation of Citrus Oils Using a Membrane-Based Extraction Process / *D. J. Brose, M.B. Chidlaw, E.D. LaChapelle, P. van Eikeren* // Biotechnology progress. – Valparaíso, 1995. – Т. 11. – №. 2. – Р. 214–220. 8. *Chiyoda C. et al.* Deterpenation of Bergamot Essential Oil Using Liquid– Liquid Extraction: Equilibrium Data of Model Systems at 298.2 K / *C. Chiyoda, C. Elaine, A. Peixoto, J. Meirelles et al.* // Journal of Chemical & Engineering Data. – Washington, 2011. – Т. 56. – №. 5. – С. 2362–2370. 9. *Пешук Л.В.* Технологія парфумерно-косметичних продуктів: навч. посіб. / *Л.В. Пешук., Л.І. Бавкіна, І.М. Демидов.* – Київ: ЦУЛ, 2007. – 376 с. 10. *Фролова Н.Е.* Ідентифікація компонентів ефірних олій в режимі препаративного виділення / *Н.Е. Фролова, В.О. Усенко, І.М. Мацько* // Харчова промисловість. – Київ, 2005. – №4. – С.79–82. 11. *Franz C.M.* Essential oil composition of

Nepeta menthoides Boiss. et Bushe from Iran / *C.M. Franz* // Journal of Essential oil research. – Messina, 2006. – Т. 18. – № 2. – С. 144–145. **12.** *Украинец А.И.* Теоретическое обоснование параметров фракционной разгонки эфирных масел / *А.И. Украинец, Н.Е. Фролова* // Пищевая наука и технология. – Киев, 2009. – №2(7). – С.54–58.

Bibliography (transliterated): **1.** *Smelcerovic A. et al.* Recent Advances in Analysis of Essential Oils / *A. Smelcerovic, A. Djordjevic, J. Lazarevic, G. Stojanovic* // Current Analytical Chemistry. – Bentham: SSOAR, 2013. – Т. 9. – No. 1. – P. 61–70. **2.** *Khan I. A., Abourashed E. A.* Leung's encyclopedia of common natural ingredients: used in food, drugs and cosmetics. / *I. A. Khan, E. A. Abourashed* // John Wiley & Sons. – Hoboken, 2011. – No.16. – P. 810–840. **3.** *Roshchina N. N.* Prikladnye aspekty ispol'zovaniya efirnykh masel i terpenov v pishchevykh produktakh / Vestnik Altayskogo gos. tehn. un-t, BTI. – Biysk, 2010. – Т. 38. – P. 387. **4.** *Tkachenko K.G.* Efirno-maslichnye rasteniya i efirnye masla: dostizheniya i perspektivy, sovremennyye tendentsii izucheniya i primeneniya / Vestnik Udmurtskogo universiteta. – Izhevsk, 2011. – No. 1. – P. 88–100. **5.** *Utami H. et al.* Heterogeneous Kinetics of Hydration of α -Pinene for α -Terpineol Production: Non-Ideal Approach / *Herti Utami, Arief Budiman, Sutijan, Roto, Wahyudi Budi Sediawan* // World Academy of Science, Engineering, and Technology. – Edition International, 2011. – P. 864 – 867. **6.** *Fantin G. et al.* Selective removal of monoterpenes from bergamot oil by inclusion in deoxycholic acid / *G. Fantin, M. Fogagnolo, S. Maietti, S. Rossetti* // Journal of agricultural and food chemistry. – University of California, USA, 2010. – Т. 58. – No. 9. – P. 5438–5443. **7.** *Brose D. J. et al.* Fractionation of Citrus Oils Using a Membrane-Based Extraction Process / *D. J. Brose, M.B. Chidlaw, E.D. LaChapelle, P. van Eikeren* // Biotechnology progress. – Valparaíso, 1995. – Т. 11. – No. 2. – P. 214–220. **8.** *Chiyoda C. et al.* Deterpenation of Bergamot Essential Oil Using Liquid– Liquid Extraction: Equilibrium Data of Model Systems at 298.2 K / *C. Chiyoda, C. Elaine, A. Peixoto, J. Meirelles et al.* // Journal of Chemical & Engineering Data. – Washington, 2011. – Т. 56. – No. 5. – С. 2362–2370. **9.** *Peshuk L.V.* Tekhnolohiya parfumerno-kosmetychnykh produktiv: navch. posib. / *L.V Peshuk., L.I. Bavkina, I.M. Demydov.* – Kiev: TsUL, 2007. – 376 p. **10.** *Frolova N.E.* Identyfikatsiya komponentiv efirnykh oliy v rezhymi preparatyvnoho vydilennya/ *N.E. Frolova, V.O.Usenko, I.M. Mats'ko* // Kharchova promyslovisht'. – Kiev, 2005.– No. 4. – P. 79–82. **11.** *Franz C.M.* Essential oil composition of *Nepeta menthoides* Boiss. et Bushe from Iran / *C.M. Franz* // Journal of Essential oil research. – Messina, 2006. – Т. 18. – No. 2. – S. 144–145. **12.** *Ukrainets A.I.* Teoreticheskoe obosnovanie parametrov fraktsionnoy razgonki efirnykh masel / *A.I.Ukrainets, N.E.Frolova* // Pishchevaya nauka i tekhnologiya. – Kiev, 2009. – No. 2(7). – P. 54–58.

Поступила (Received) 27.02.15

Т.В. МАТВЄЄВА, канд. техн. наук, с. н. с. УкрНДІОЖ
НААН, Харків

РОЗРОБКА СУМІШЕЙ ОЛІЙ СТІЙКИХ ДО ОКИСНЕННЯ

Купажовані олії на основі вітчизняних рафінованих дезодорованих соняшникової, ріпакової та соєвої олій, що збалансовані за жирнокислотним складом, є продуктами функціонального призначення. Найважливішими чинниками біологічної цінності таких олій є кількість і співвідношення поліненасичених (ПНЖК) – лінолевої (ω -6) та ліноленової (ω -3) – жирних кислот. Однак підвищення біологічної цінності олій внаслідок збільшення ПНЖК супроводжується підвищенням швидкості їх окиснення. У статті наведено результати дослідження щодо розробки стійких до окиснення купажів олій, що збалансовані за жирнокислотним складом.

Ключові слова: олії, купажі, поліненасичені жирні кислоти ω -6 та ω -3, «незамінні» жирні кислоти, мононенасичені жирні кислоти, есенціальні жирні кислоти, окиснення.

Постановка проблеми. В останні часи з'явилося нове поняття – позитивне харчування, тобто здорове, функціональне, основним завданням якого є розробка основ і принципів створення харчових функціональних продуктів. Сьогодні більшість населення України відчуває нестачу в вітамінах, мінеральних речовинах, незамінних жирних кислотах, яке обумовлено їх недостатнім споживанням або нераціональним їх співвідношенням у щоденному харчовому раціоні. Нестача цих компонентів в їжі може привести до розвитку ряду захворювань. Здорове харчування – один з найважливіших факторів, що визначає здоров'я населення – може забезпечити нормальний розвиток людини, сприяти профілактиці захворювань і продовженню життя.

За сучасними уявленнями дієтології жирові продукти є збалансованими за жирнокислотним складом, якщо містять 30 % насичених, 50 – 60 % мононенасичених та 10 – 20 % поліненасичених жирних кислот [1]. При цьому співвідношення між поліненасиченими жирними кислотами ω -6 та ω -3 повинно складати для харчування здорової людини $\sim (9...10) : 1$ [2].

Олії з доісторичного часу застосовуються людиною в харчуванні. Наприклад, оливкова олія є найбільш давньою олією, що використовується мешканцями Середземномор'я, Єгипту, Іспанії та Африки. В харчуванні слов'янських народів переважали такі олії як лляна, конопляна, соєва та хрестоцвітих – суріпна, гірчична, рижієва. Сьогодні основною олією українців, білорусів та росіян є соняшникова олія, а суріпна, гірчична, рижієва або лляна з'являються на нашому ринку як «нові види» олій [3].

Всі олії на 99,0 – 99,5 % складаються з тригліцеридів, внаслідок чого мають велику калорійність. Але цим біологічна цінність олій не обмежується. В оліях містяться необхідні для життя людини речовини, які в організмі не виробляються, але мають великий вплив на його (організм) стан. Ці сполуки – жирні кислоти з двома або більшим числом ненасичених зв'язків в молекулі – ліолева й ліоленова кислоти, які ще називають незамінними або есенціальними. Незамінні жирні кислоти є вихідним будівельним матеріалом для клітинних мембран та біосинтезу речовин – посередників, що регулюють обмінні процеси. Кількість і співвідношення між поліненасиченими жирними кислотами (ПНЖК) – ліолевою (ω -6) та ліоленою (ω -3) кислотою та співвідношення мононенасичених жирних кислот (МНЖК) до ПНЖК – є найважливішими чинниками харчової цінності олій. Надходження до організму людини великих доз ПНЖК може визвати токсичний ефект та інші порушення. На сьогодні співвідношення між ω -6 та ω -3 в раціоні середньостатистичної людини України складає 30 : 1. Цей фактор можна пояснити тим, що соняшникова олія, яку використовує більшість населення для приготування салатів, їжі, містить велику кількість ліолевої кислоти (~50 – 75 %), але зовсім не містить ліолевої. Таким чином, традиційна соняшникова олія не відповідає потребам організму в ПНЖК. Але олії з заданим збалансованим жирнокислотним складом можна одержати в результаті змішування олій різного жирнокислотного складу. Однак підвищення біологічної цінності олій внаслідок збільшення ПНЖК може супроводжуватися підвищенням швидкості їх окиснення. В останні роки на ринку збільшилась кількість різних видів олій-сумішей, але це пов'язано здебільш з економічними міркуваннями (розбавлення більш дорогих олій дешевими або прагненням виробника розширити свій асортимент) [4]. А тому

дослідження, що направленні на створення олій зі збалансованим жирнокислотним складом для зменшення дефіциту в ω -3 ПНЖК й до того ж стійких до окиснення, є актуальним.

Сучасний стан проблеми. Перші дослідження в області технологій одержання та фізико-хімічних показників купажованих олій відносяться до початку ХХІ століття. Відомими є роботи російських вчених А. Г. Баришева, О. М. Скорюкіна, А. П. Нечаєва, О. В. Табакаєвої та українських – І. Г. Радзиевської. На сьогоднішній день в Україні існує ДСТУ 4536:2006 «Олії купажовані. Технічні умови», який регламентує склад і показники якості змішаних олій (купажів). Перевагою даного стандарту є то, що в ньому приведені рецептури сумішей олій з розповсюджених на ринку видів олій і таким чином закладені методичні основи для формування асортименту олій-сумішей різноманітних варіантів. Однак даний нормативний документ наводить рецептури сумішей олій, які здебільш складаються з великої частки соняшникової олії, що є джерелом жирних кислот ω -6, а тому відповідно жирнокислотний склад цих сумішей не може бути цілком збалансований.

Мета і основні задачі дослідження. В даній роботі *об'єктом дослідження* стали розраховані в попередніх роботах [5] авторами купажі олій, що збалансовані за жирнокислотним складом. *Предмет дослідження* – оцінка процесів окиснення олій та деяких розрахованих збалансованих за жирнокислотним складом їх купажів «без» та «з» додаванням антиоксиданту.

Метою даної роботи є одержання купажів олій стійких до окиснення, які дозволяють задовольняти потреби організму людини в ПНЖК при споживанні їх добової норми. Для досягнення мети треба вирішити *наступні задачі*:

– порівняти стійкості до окиснення олій, що обрано для купажування та деяких збалансованих за жирнокислотним складом купажів на їх основі;

– порівняти стійкості до окиснення одержаних збалансованих за жирнокислотним складом купажів олій «без» та «з» додаванням антиоксиданту;

– рекомендувати кількість введення антиоксиданту в купажі олій з метою підвищення їх стійкості до окиснення.

Результати роботи. Розрахунок рецептур купажів згідно рекомендацій дієтологів ($\omega\text{-6} : \omega\text{-3} = 3 - 10 : 1$) проведено за допомогою розробленої методики на основі лінійного програмування в пакеті програм *MatCad* [6] з використанням жирнокислотного складу олій, що одержано при їх ідентифікуванні [7]. Аналітична обробка даних жирнокислотного складу вихідних олій за допомогою запропонованої системи рівнянь дозволяє підібрати їх оптимальне співвідношення у складі купажу, що наведено в [5]

Авторами роботи проведено дослідження оцінки процесів окиснення обраних олій на приладі *OXITEST* (компанія *Velp Scientifica*, Італія) при температурі 100 °С та надлишковому тиску 6 атм. Дія даного приладу заснована на визначенні «часу індукції», з використанням прискореного кінетичного методу визначання стійкості жирів до окиснення згідно з ДСТУ ISO 6886:2003. Період індукції розраховано графічним методом. Результати надано в табл. 1.

Таблиця 1. Індукційний період (IP) олій

Рафіновані дезодоровані олії	IP ₀ [*] , хв	IP ₆ [*] , хв
Соняшникова	309	263
Ріпакова	580	563
Соєва	413	410

IP₀^{*}, IP₆^{*} – індукційні періоди олій на початку роботи та через 6 місяців.

За результатами таблиці встановлено, що попре те, що згідно аналізу жирнокислотного складу в ріпаковій олії вміст ліноленової кислоти вище, ніж в соєвій, а соняшникова олія цю ПНЖК навіть не містить, індукційний період (як на початку, так і через 6 місяців дослідження) ріпакової олії вище не тільки соєвої, але і соняшничкової олії. Це можна пояснити не лише тим, що в олію ріпаку, що використано для одержання купажу в процесі її виробництва могли додати природний антиоксидант, але і тим, що в олії ріпаку після рафінації та дезодорації залишається велика кількість природних антиоксидантів. Індукційний період купажу П : Р : С = 15 : 70 : 15 при $\omega\text{-6} : \omega\text{-3} = 5 : 1$ має середнє значення (IP₆ = 489

хв). Оцінка процесів окиснення деяких купажів (ω -6 : ω -3 = 5 : 1) олій на приладі *OXITEST* також проведено і через 11 місяців від початку роботи. Результати надано в табл. 2.

Таблиця 2. Індукційний період (IP) олій

Купаж П : Р : С	IP, хв
13 : 67 : 20	345
11 : 64 : 25	333
9 : 61 : 30	301

Результати табл. 2 свідчать про те, що індукційний період одержаних купажів навіть через 11 місяців вище індукційного періоду індивідуальної рафінованої дезодорованої соняшникової олії на 6 місяці (263 хв), яка входить до складу купажів, що підтверджує припущення, що за рахунок купажування олій можна підвищити стійкість до окиснення вихідних олій (в даному випадку соняшникової олії), які входять до складу купажу. Далі для дослідження, щодо підвищення стабільності одержаних купажованих олій до окиснення, обрано купажовану олію із співвідношенням П : Р : С = 13 : 67 : 20 при відношенні між поліненасиченими жирними кислотами ω -6 / ω -3 = 5 : 1. Як АО, який внесено до купажу, використано суміш натуральних токоферолів α , β , γ , Δ (DSM Mixed Tocopherols 70 IP). Результати досліджень наведено на рис. 1 та рис. 2.

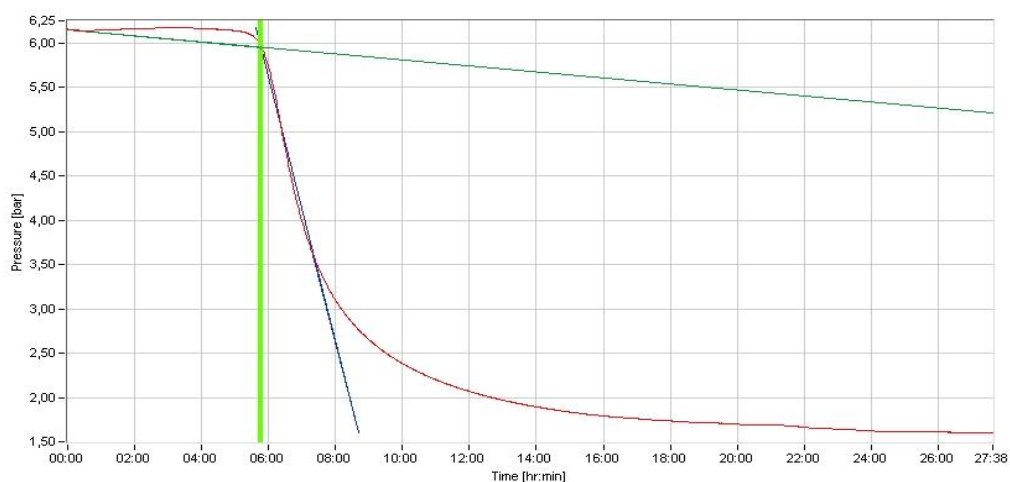


Рис. 1. Прискорене окиснення олії купажованої рафінованої дезодорованої (П : Р : С = 15 : 70 : 15)

Токофероли мають антиоксидантний ефект, знижують ризик ішемічної хвороби серця, онкологічні захворювання, підтримують функції

м'язової тканини. Кількість введеного АО згідно рекомендацій для добового споживання [8] склала 15 мг на 50 г купажованої олії.

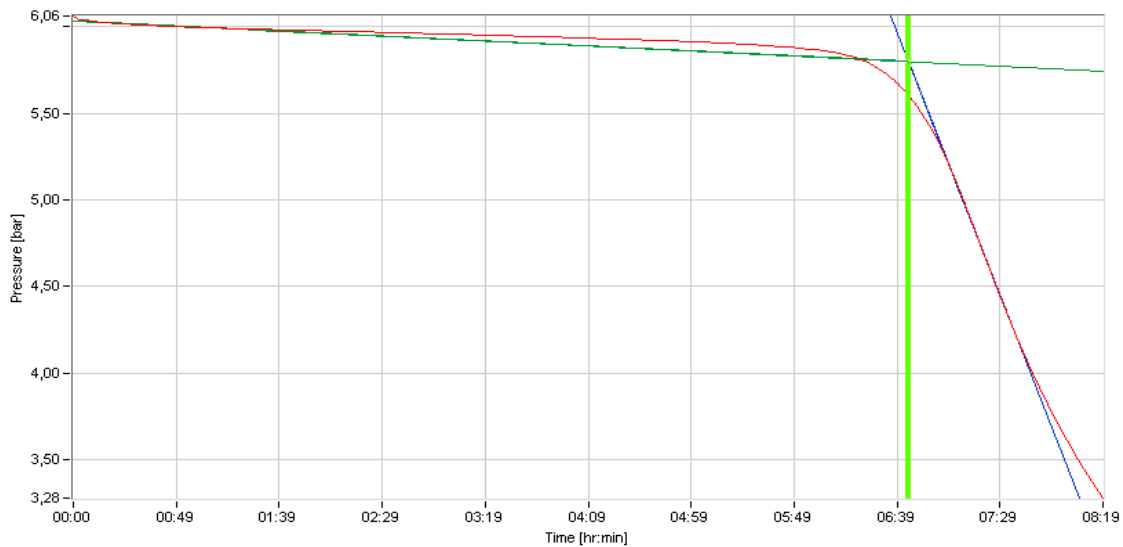


Рис. 2 Прискорене окиснення олії купажованої рафінованої дезодорованої (П : Р : С = 15 : 70 : 15) з сумішшю токоферолів

З графіків, які приведено на рис. 1 та рис. 2 встановлено, що індукційний період олії купажованої рафінованої дезодорованої (П : Р : С = 15 : 70 : 15) становить 5 год 45 хв, а індукційний період олії купажованої рафінованої дезодорованої (П : Р : С = 15 : 70 : 15) з сумішшю токоферолів – 6 год 44 хв. Захисний фактор – співвідношення тривалості індукційного періоду з АО до тривалості періоду індукції без АО – складає 1,17. Проведені дослідження підтверджують, що суміш натуральних токоферолів α , β , γ , Δ (DSM Mixed Tocopherols 70 IP) може змінити динаміку окисних процесів купажованих олій та підвищити стабільність цих олій до окиснення.

Висновки. В результаті роботи порівняна стійкості до окиснення олій, що обрано для купажування та деяких збалансованих за жирнокислотним складом купажів на їх основі; обґрунтовано рекомендована кількість введення антиоксиданту в купаж олій з метою підвищення стійкості до окиснення; порівняна стійкості до окиснення одержаних збалансованих за жирнокислотним складом купажів олій «без» та «з» додаванням антиоксиданту.

Список літератури: 1. Табакаева О. В. Растительные масла с оптимизированным жирнокислотным составом / О. В. Табакаева, Т. К. Каленик // Масложировая промышленность. –

М., 2007. – № 1. – С. 21 – 22. **2.** Методические рекомендации МР 2.3.1.1915 – 04. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ. – М., 2004. – 36 с. **3.** Кулакова С. Н. Особенности растительных масел и их роль в питании / С.Н. Кулакова, В.Г. Байков, В.В. Бессонов // Масложировая промышленность. – М., 2009. – № 3. – С. 16 – 20. **4.** Окара А.И. Управление жирно-кислотным составом и потребительскими свойствами растительных масел-смесей путем оптимизации рецептур / А.И. Окара, К.Г. Земляк, Т.К. Каленик // Масложировая промышленность. – М., 2009. – № 2. – С. 8 – 10. **5.** Матвеева Т. В. Купажі олій – джерело поліненасичених жирних кислот / Т. В. Матвеева, З. П. Федякіна // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій Міністерства освіти і науки України. – Одеса, 2014. – Вип.46. – Том 1. – С.210 – 213. **6.** Матвеева Т. В. Математичне обґрунтування складання сумішей олій / Т. В. Матвеева, П. Ф. Петік З. П. Федякіна // Східноєвропейський журнал передових технологій. – Харків, 2013. – №3/6 (63). – С. 26 – 28. **7.** Матвеева Т. В. Щодо купажування олій за жирнокислотним складом / Т. В. Матвеева // Материали за Х міжнародна научна практична конференція «Ключові впроєкти в сьвременната наука 2014». – Том 33. – Софія: «Бял ГРАД-БГ» ООД, 2014. – С. 80 – 84. **8.** Нечаев А. П. Растительные масла функционального назначения / А. П. Нечаев, А. А. Кочеткова // Масложировая промышленность. – М., 2005. – № 3. – С. 20 – 21.

Bibliography (transliterated): **1.** Tabakaeva O.V. Rastitelnyie masla s optimizirovannyim zhirnokislotnyim sostavom / O.V. Tabakaeva, T.K. Kalenik // Maslozhirovaya promyshlennost. – Moskva, 2007. – No. 1. – P. 21–22. **2.** Metodicheskie rekomendatsii MR 2.3.1.1915 – 04. Rekomenduemyie urovni potrebleniya pischevyih i biologicheski aktivnyih veschestv. – Moscow, 2004. – 36 p. **3.** Kulakova S.N. Osobennosti rastitelnyih masel i ih rol v pitanii / S.N. Kulakova, V.G. Baykov, V.V. Bessonov // Maslozhirovaya promlshlennost. – Moscow, 2009. – No. 3. – P. 16–20. **4.** Okara A.I. Upravlenie zhirno-kislotnyim sostavom i potrebitelskimi svoystvami rastitelnyih masel-smesey putem optimizatsii retseptur / A.I. Okara, K.G. Zemlyak, T.K. Kalenik // Maslozhirovaya promyshlennost. – Moscow, 2009. – No. 2. – P. 8–10. **5.** Matvyeyeva T.V. Kupazhi oliy – dzherelo polinenasychenykh zhyrnykh kyslot / T.V. Matvyeyeva, Z.P. Fedyakina // Naukovi pratsi Odes'koyi natsional'noyi akademiyi kharchovykh tekhnolohiy Ministerstva osvity i nauky Ukrayiny. – Odesa, 2014. – Vyp. 46. – Tom 1. – P. 210–213. **6.** Matvyeyeva T.V. Matematychno obgruntuvannya skladannya sumishey oliy / T.V. Matvyeyeva, P.F. Petik Z.P. Fedyakina // Skhidnoyevropeys'kyy zhurnal peredovykh tekhnolohiy. – Kharkiv, 2013. – No. 3/6 (63). – P. 26–28. **7.** Matvyeyeva T.V. Shchodo kupazhuvannya oliy za zhyrnokyslotnym skladom / T.V. Matvyeyeva // Materiali za X mezhdunarodna nauchna praktichna konferentsiya «Klyuchovi voprosi v sovremennata nauka 2014». – Tom 33. – Sofiya: «Byal GRAD-BG» OOD, 2014. – P. 80–84. **8.** Nechaev A.P. Rastitelnyie masla funktsionalnogo naznacheniya / A.P. Nechaev, A.A. Kochetkova // Maslozhirovaya promyshlennost. – Moscow, 2005. – No. 3. – P. 20–21.

Поступила (received) 27.02.15

Т.Г. БАБАК, доцент, НТУ «ХПИ»;

И.Б. РЯБОВА, канд. техн. наук, доцент, НТУ «ХПИ»;

А.В. РЕЗАНОВ, студент, НТУ «ХПИ»

ТЕПЛОВАЯ ИНТЕГРАЦИЯ ПРОЦЕССА РАЗДЕЛЕНИЯ ГЕТЕРОАЗЕОТРОПНОЙ СМЕСИ ФУРФУРОЛ – ВОДА НА ДВУХ КОЛОННАХ

Проведен анализ энергоэффективности процесса ректификации гетероазеотропной смеси фурфурол – вода на двух колоннах. Выделены технологические потоки для тепловой интеграции процесса. Методами «пинч»-анализа и каскадного алгоритма определены значения теплоты, рекуперированной внутри технологической схемы, и количество горячих и холодных утилит. Спроектирована сеть теплообмена, позволяющая снизить потребление утилит на выделенных технологических потоках в 4,22 раза для холодных и в 8,9 раза для горячих утилит соответственно. На основании проведенных расчетов получена модифицированная энергоэффективная схема процесса разделения смеси фурфурол – вода с использованием высокоэффективных пластинчатых теплообменников.

Ключевые слова: энергоэффективность, система рекуперации теплоты, ректификация.

Введение. Высокая степень зависимости Украины от экспортируемых энергоносителей и стремительный рост цен на них стимулируют внедрение различных энергосберегающих мероприятий во все отрасли промышленности. Высокое удельное потребление энергии на производство единицы продукции по сравнению с промышленно развитыми странами делает украинские товары неконкурентоспособными на внутренних и внешних рынках. Снижение потребляемых при производстве природных ресурсов также позитивно сказывается на состоянии окружающей среды.

Реконструкция и модернизация уже существующих производств с учетом изменившихся требований по потреблению энергоресурсов является одной из актуальнейших проблем современного проектирования.

Процесс разделения смесей летучих жидкостей в колонных аппаратах является одним из самых энерго- и ресурсоемких процессов химической технологии.

© Т.Г. Бабак, И.Б. Рябова, А.В. Резанов. 2015

Существенное снижение потребления энергоносителей может быть достигнуто путем рекуперации теплоты технологических потоков внутри уже существующей технологической схемы производства [1].

Анализ последних достижений и литературы. Одним из методов, позволяющих осуществлять проектирование системы рекуперации теплоты в технологических схемах уже существующих производств является метод Pinch-анализа [2]. Применение высокоэффективного теплообменного оборудования дает возможность проектировать системы рекуперации теплоты, имеющие заданный срок окупаемости, существенно сокращая потребление энергии при относительно невысокой стоимости капитальных затрат.

Постановка задачи и цель работы. Разделяемая смесь фурфурол – вода характеризуется наличием азеотропа с температурой кипения порядка 98 °С, что ниже, чем температуры кипения чистых компонентов смеси: воды (100 °С) и фурфурола (161 °С) соответственно. К тому же при определенных условиях компоненты смеси обладают ограниченной растворимостью друг в друге. Эти особенности и обуславливают проведение процесса на двух колоннах [3]. В качестве исходной смеси в установку подается смесь фурфурол – вода в количестве 1,9 кг/с массовой долей фурфурола 0,5 и температурой 30 °С. Поток исходной смеси совместно с потоками конденсата паров, образующихся в обеих колоннах, направляется в отстойник, где происходит расслоение разделяемой смеси на фракции. Легкая фракция из отстойника, обогащенная водой, подогревается до температуры кипения и направляется в верхнюю часть первой колонны в качестве флегмы. На выходе из первой колонны пар имеет температуру конденсации 98 °С, кубовый остаток первой колонны представляет собой практически чистую воду. Во вторую колонну в качестве флегмы направляется тяжелая фракция, обогащенная фурфуролом. На выходе из этой колонны имеем пары, имеющие температуру конденсации 99 °С. Кубовый остаток второй колонны представляет собой практически чистый фурфурол.

Снижение удельных затрат энергии для осуществления процесса разделения гетероазеотропной смеси является целью данной работы.

Анализ энергоэффективности существующей схемы. Обследование технологической схемы выявило следующие потоки, теплота которых может передана внутри технологической схемы. Исходные данные о потоках сведены в табл. 1.

Таблица 1. Характеристика потоков, участвующих в рекуперации тепла

№	Наименование	Тип	G	T_S	T_T	CP	ΔH
1	Кубовый остаток первой колонны	Гор.	0,95	100	30	3,9767	278,4
2	Кубовый остаток второй колонны	Гор.	0,95	161	30	1,6594	217,4
3	Флегма первой колонны	Хол.	1,35	40	98	5,3608	310,9
4	Флегма второй колонны	Хол.	1,07	40	99	2,0436	120,6

Принятые в табл. 1 обозначения соответствуют следующим величинам: G – массовый расход, кг/с; T_S – начальные температуры потоков, °С; T_T – конечные или целевые температуры потоков, °С; CP – потоковая теплоемкость, кВт/°С; ΔH – изменение теплосодержания потока, кВт.

Как следует из табл. 1, количество тепла, которое необходимо отводить от горячих потоков составляет 501,8 кВт, для подогрева холодных потоков необходимо 431,5 кВт.

Анализ составных кривых технологических потоков позволяет определить количество рекуперированного тепла внутри технологической схемы и расход горячих и холодных энергоносителей для обеспечения целевых значений температур. Расчеты проводились путем построения составных кривых горячих и холодных потоков при минимальном температурном напоре между горячими и холодными потоками 10 °С. В результате расчета было выявлено, что максимальное сближение составных кривых (точка Pinch) происходит при 50 °С для горячих потоков и 40 °С для холодных. Количество рекуперированного теплоты составляет 383 кВт. Кроме того необходимо 118,8 кВт теплоты холодных энергоносителей и 48,5 кВт горячих теплоносителей соответственно. Правильность расчетов подтверждена также методом каскадного алгоритма.

Сеть теплообменников для обеспечения расчетного количества рекуперации тепловой энергии представлена на рис. 1. Она включает в себя

три рекуперативных теплообменника с тепловой нагрузкой 198,8, 120,6 и 63,3 кВт, один нагреватель 48,5 кВт и два охладителя 79,5 и 33,2 кВт соответственно. Размещение теплообменных аппаратов на технологических потоках показано на рис. 1.

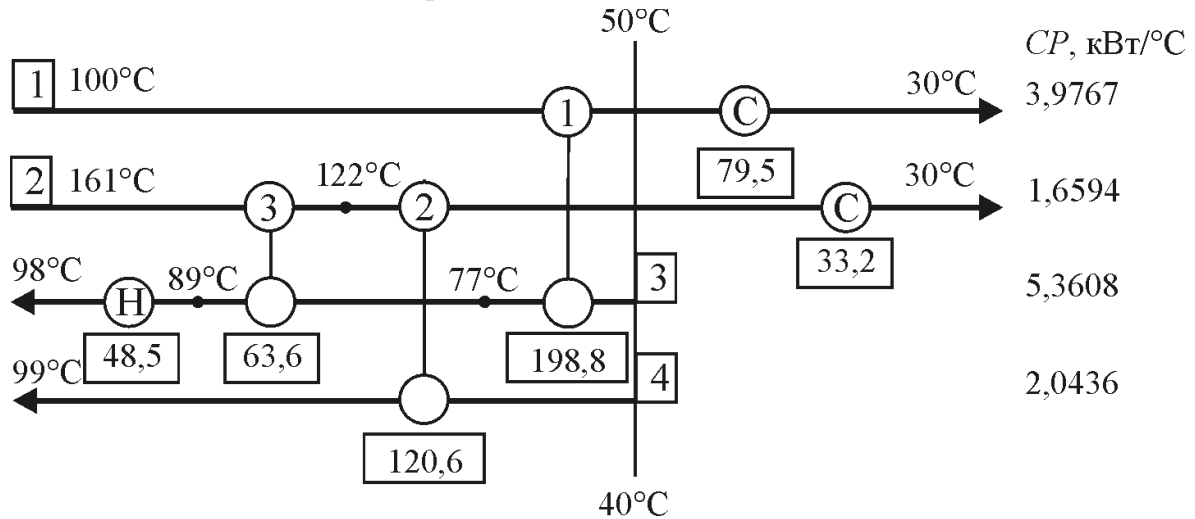


Рис. 1. Сеточная диаграмма теплообменников, установленных после модернизации

На основании приведенных результатов составлена модернизированная энергоэффективная схема процесса ректификации, приведенная на рис. 2.

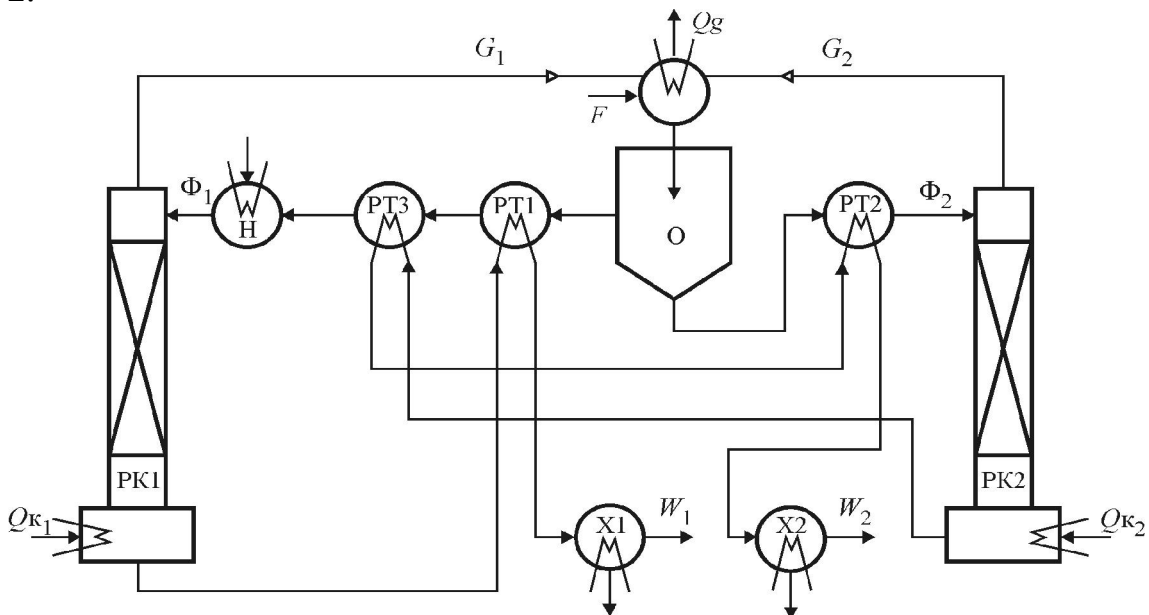


Рис. 2. Энергоэффективная схема процесса после модернизации

Размещение теплообменных аппаратов на технологических потоках проводится в соответствии с сеточной диаграммой. Таким образом,

теплота кубового остатка первой колонны РК1 (вода при температуре 100 °С) в теплообменнике РТ1 расходуется на предварительного подогрев легкой фракции, выходящей из отстойника О. Для достижения потоком кубового остатка целевого значения температур, он направляется в охладитель Х1, где охлаждающим агентом выступает сетевая вода. Теплота потока кубового остатка второй колонны РК2 частично расходуется на дальнейший подогрев легкой фракции из отстойника в рекуперативном теплообменнике РТЗ. а затем для подогрева тяжелой фракции, покидающей отстойник, в теплообменнике РТ2 до температуры кипения. Дальнейший отвод теплоты от кубового остатка второй колонны проводится в охладителе Х2 сетевой водой. Перед входом в первую колонну поток флегмы нагревается до температуры кипения в нагревателе Н1 паром из котельной.

Выводы. В результате применения «пинч»-метода получена модернизированная энергоэффективная схема процесса ректификации смеси фурфурол-вода на двух колоннах без изменения технологического процесса.

Рекуперация энергии внутри схемы составляет 383 кВт, количество холодных утилит сокращено в 4,22 раза, горячих в 8,9 раз.

Список литературы: 1. Мешалкин В.П. Основы теории ресурсосберегающих химико-технологических систем. Учебное пособие / В.П. Мешалкин, Л.Л. Товажнянский, П.А. Капустенко. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2006. – 412 с. 2. Смит Р. Основы интеграции тепловых процессов / Р. Смит, Й. Клемеш, Л.Л. Товажнянский, П.А. Капустенко, Л.М. Ульев – Харьков: НТУ «ХПИ», 2000. – 456 с. 3. Коган В.Б. Азеотропная и экстрактивная ректификация / В.Б. Коган . – Ленинград: «Химия», 1971. – 432 с.

Bibliography (transliterated): 1. Meshalkin V.P. Osnovy teorii resursosberegayushih himikotekhnologicheskikh system. Uchebnoe posobie / V.P. Meshalkin, L.L. Tovazhnyanskiy, P.A. Kapustenko. – Khar'kov. NTU «KhPI». 2006. – 412 p. 2. Smith R. Osnovy integratsii teplovykh protsessov / R. Smith, J. Klemes, L.L. Tovazhnyanskiy, P.A. Kapustenko, L.M. Ul'yev – Khar'kov. NTU «KhPI». 2000. – 456 p. 3. Kogan V.B.. Azeotropnaya s ekstraktivnaya rektifikatsiya / V.B. Kogan. – Leningrad: «Himiya», 1971. – 432 p.

Поступила (received) 04.02.2015

ОМЕЛЬЧЕНКО В.С., асист., НТУ «ХП»

НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ІММОБІЛІЗАЦІЇ АМІЛОЛІТИЧНИХ ФЕРМЕНТІВ НА МІКРОЧАСТОЧКИ Fe₃O₄

Стаття присвячена комплексному дослідженню основних параметрів іммобілізації ферментів амілолітичного комплексу за допомогою біфункційного агенту – глутарового альдегіду. При активації аміномодифікованої кремнійвмісної поверхні часточок Fe₃O₄ глутаральдегідним розчином з різною масовою часткою глутарового альдегіду спостерігається закономірне зниження масової частки білка в контактному розчині. Визначено раціональну концентрацію фермента при іммобілізації, вище якої не спостерігається значних змін у величинах активності іммобілізованих амілолітичних ферментів.

Ключові слова: комплекс амілолітичних ферментів, глутаровий альдегід, ковалентна іммобілізація, магнітні частки, адсорбційна іммобілізація.

Постановка проблеми.

Ферменти є високоактивними і селективними каталізаторами численних хімічних перетворень. Проте використання їх для потреб технології тривалий час обмежувалося відносно високою вартістю і низькою стабільністю в порівнянні з каталізаторами звичайного типу [1].

В останні десятиріччя в даній галузі був досягнутий значний прогрес, в основному, завдяки розробці техніки іммобілізації, тобто закріплення молекул ферментів на поверхні твердих водонерозчинних носіїв або включення їх в структуру гелів. Процес іммобілізації вирішує два основні завдання: перетворює фермент в гетерогенний каталізатор, забезпечуючи його багаторазове використання в проточних системах, і збільшує його операційну стабільність, що є основним чинником, який визначає впровадження біокаталізу в практику. На даний час іммобілізовані ферменти знаходять широке застосування в харчовій і фармацевтичній промисловості, медицині та аналітичній хімії [2].

Перспективи застосування ферментів в харчових технологіях у промисловому масштабі пов'язані з отриманням високостабільних і активних біокаталізаторів, іммобілізованих адсорбцією, включенням в гель

© В.С. Омельченко. 2015

або іммобілізацією на мікрочасточках. Органічні матеріали мають досить високий гідродинамічний опір і не стійкі у водних середовищах. Продуктивність таких процесів, як правило, невелика. Неорганічні матеріали мають ряд переваг перед органічними: високу механічну міцність; жорсткий скелет, що не змінюється при варіюванні середовища; можливість регенерації; прийнятні гідродинамічні характеристики. Ці властивості дозволяють використовувати мікрочасточки у високопродуктивних реакторах проточного типу практично необмежений час [2, 3].

Створення перспективного науково-обґрунтованого способу іммобілізації амілолітичних ферментів на мікро- і наночасточках для харчової промисловості є актуальним науковим завданням.

Сучасний стан проблеми.

Існує величезна кількість методів іммобілізації, які об'єднуються в дві великі групи – фізичні та хімічні за природою приєднання ферменту до носія [4]. В свою чергу фізичні методи розподіляються на адсорбційну іммобілізацію, наприклад закріплення у шпарах, катіонний обмін, інкапсулювання, іммобілізацію у гелях гідрофобно-гідрофільними взаємодіями. Адсорбційна іммобілізація при цьому дозволяє майже у повному обсязі зберегти активність ферменту – вона застосовується як правило у великомасштабних промислових процесах [2]. Хімічна або ковалентна іммобілізація застосовується у лабораторних дослідах – аналізі та отриманні високочистих речовин. Велике значення для вирішення чи застосувати іммобілізований фермент має ціна носія та самого ферментного препарату [5].

Дослідження в напрямку удосконалення технології іммобілізації ферментів описано в роботах таких науковців як І.В. Шкутина, О.В. Анисенко, І.Н. Андреева, А. Dyal, К. Loos, М. Noto та інших.

Мета і основні задачі дослідження.

В даній роботі *об'єктом дослідження* є процес іммобілізації амілолітичних ферментів на мікрочасточки Fe_3O_4 . *Предмет дослідження* – масова частка білка в контактному розчині, активність іммобілізованого ферментного препарату.

Метою даної роботи є наукове обґрунтування параметрів іммобілізації амілолітичних ферментів на мікрочасточки Fe_3O_4 . Для досягнення мети треба вирішити *наступні задачі*:

– визначити та проаналізувати залежність масової частки білка в контактному розчині від масової частки конденсуючого агента;

– визначити та проаналізувати вплив концентрації амілолітичних ферментів на активність іммобілізованого ферментного препарату.

Результати роботи.

В роботі досліджено два способи іммобілізації амілолітичних ферментів на мікрочасточки Fe_3O_4 : глутаральдегідний і адсорбційний.

Глутаровий альдегід – найбільш розповсюджений конденсуючий агент, що використовується для активації поверхнею з аміногрупами. Це гомобіфункційна молекула здатна взаємодіяти з двома аміногрупами білкової молекули.

Для вибору оптимальної концентрації глутарового альдегіду, що використовується при іммобілізації амілолітичних ферментів на мікрочасточки Fe_3O_4 , проведена серія експериментів, результати якої представлені на рис. 1.



Рис. 1. Залежність масової частки білка в контактному розчині від масової частки конденсуючого агента – глутарового альдегіду

Залежність масової частки білка в контактному розчині від масової частки конденсуючого агента – глутарового альдегіду описується рівняннями другого ступеня.

Рівняння регресії цієї залежності в діапазоні заданих концентрацій глутарового альдегіду у розчині при величині достовірності апроксимації R не менш, ніж 0,98 мають такий вигляд:

$$Y = 1,535x^2 - 26,483x + 120,84 \quad (1)$$

де Y – масова частка білка в контактному розчині, % від вихідної; x – масова частка глутарового альдегіду в розчині, %.

З рис. 1 випливає: при активації аміномодифікованої кремнійвмісної поверхні часточок Fe_3O_4 глутаральдегідним розчином з різною масовою часткою глутарового альдегіду спостерігається закономірне зниження масової частки білка в контактному розчині аж до масової частки конденсуючого агенту 10 %, що свідчить про поступовий перехід ферменту в тверду фазу.

Мінімальна досліджувана концентрація глутарового альдегіду становила 0,50 %.

Для подальших досліджень було обрано концентрацію глутарового альдегіду 10 %.

Слід зазначити, що іммобілізація амілолітичних ферментів на наночасточки Fe_3O_4 , не оброблені глутаровим альдегідом, дозволяє отримати гетерогенні препарати з ефективністю іммобілізації 27 ± 5 %.

Подальші дослідження були спрямовані на визначення раціональної концентрації розчину амілолітичних ферментів, що використовується для іммобілізації глутаральдегідним і адсорбційним способами, яку варіювали в діапазоні від 0 до 50 % (рис. 2).

Залежність концентрації амілолітичних ферментів на активність іммобілізованого ферментного препарату описується рівняннями другого ступеня.

Рівняння регресії (1) та (2) даних залежностей в діапазоні заданих концентрацій глутарового альдегіду у розчині для мікрочасточок Fe_3O_4 , модифікованих глутаровим альдегідом і немодифікованих мікрочасточок Fe_3O_4 при величині достовірності апроксимації R не менш, ніж 0,96 мають такий вигляд:

$$Y_1 = -2,2955 x^2 + 34,738 x - 35,333 \quad (1)$$

$$Y_2 = -1,1526 x^2 + 16,776 x - 14,714 \quad (2)$$

де Y_1 – активність іммобілізованого ферментного препарату на мікрочасточках Fe_3O_4 , модифікованих глутаровим альдегідом, % від нативного;

Y_2 – активність іммобілізованого ферментного препарату для немодифікованих мікрочасточок Fe_3O_4 , % від нативного;

x – концентрація амілолітичних ферментів в розчині, %.

Як впливає з рис. 2, раціональна концентрація ферменту для іммобілізації препарату у всіх досліджуваних зразках досягається при 25 – 30 %, вище якої не спостерігається значних змін у величинах активності іммобілізованих амілолітичних ферментів.

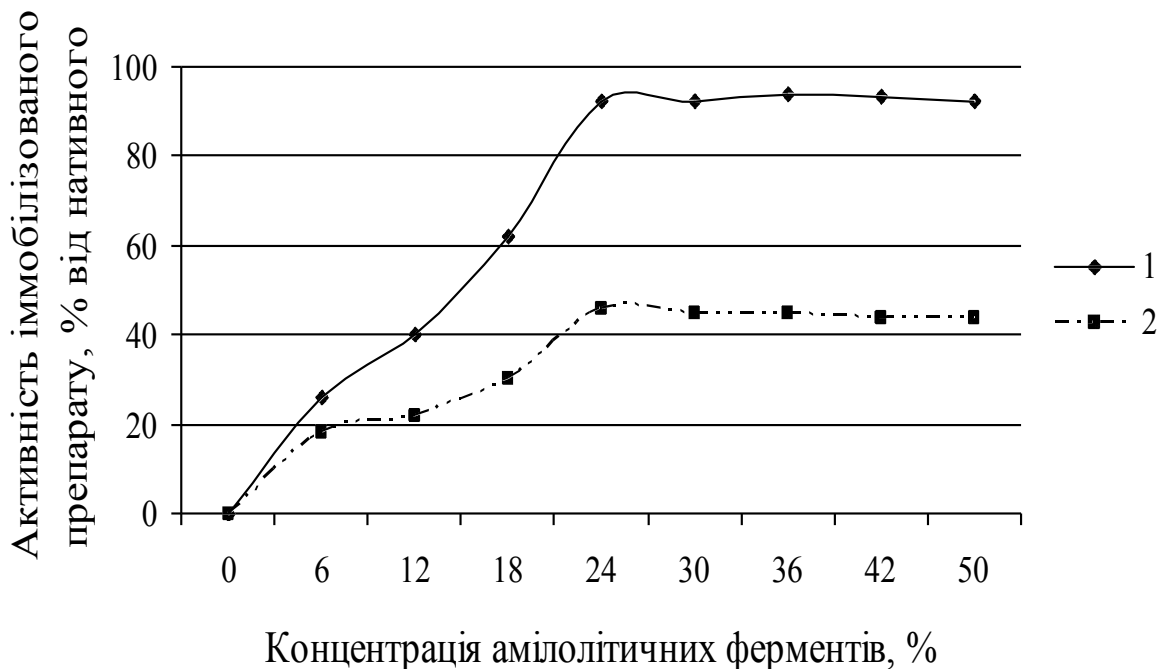


Рис. 2. Вплив концентрації амілолітичних ферментів на активність іммобілізованого ферментного препарату: 1 – мікрочасточки Fe_3O_4 , модифіковані глутаровим альдегідом; 2 – немодифіковані мікрочасточки Fe_3O_4

Висновки.

На підставі результатів досліджень обґрунтовано параметри іммобілізації амілолітичних ферментів на мікрочасточки Fe_3O_4 за допомогою біфункційного агенту – глутарового альдегіду.

Таким чином, при активації аміномодифікованої кремнійвмісної поверхні часточок Fe_3O_4 глутаральдегідним розчином з різною масовою часткою глутарового альдегіду спостерігається закономірне зниження масової частки білка в контактному розчині.

Визначено раціональну концентрацію ферменту при іммобілізації, вище якої не спостерігається значних змін у величинах активності іммобілізованих амілолітичних ферментів.

Список літератури: 1. *Lu X.* Anilinedimer-COO Hassisted preparation of well-dispersed polyaniline Fe_3O_4 nanoparticles / *X. Lu, Y. Yu, L. Chen* // *Nanotechnology*. – 2005. – № 16. – P. 1660 – 1665. 2. *Шкутина И. В.* Адсорбционная иммобилизация глюкоамилазы на амфотерных полиэлектролитах / *И. В. Шкутина, О. Ф. Стоянова, В. Ф. Селеменев* // *Журнал физической химии*. – 2001. – Т. 75. – № 11. – С. 2080 – 2010. 3. *Патент №2327738 РФ С12N11/00, С12N11/04, С12N11/12, С12N11/14* Способ получения иммобилизованной 3-фруктофуранозидазы / *Корнеева О.С.* – №2006141092/13; заявл. 20.11.2006; опубл. 27.06.2008. 4. *Liang Y. Y.* Bioconjugation of papain on super paramagnetic nanoparticles decorated with carboxymethylateded citosan / *Y. Y. Liang, L. M. Zhang, Y. Y. Liang* // *Biomacromolecules*. – 2007. – № 8. – P.1480 – 1486. 5. *Sharma R.* Composition dependent magnetic properties of ironoxide-polyaniline nanoclusters / *R. Sharma, S. Lamba, S. Annapoorni* // *J. Appl. Phys.* – 2005. – № 97. – P. 14311 – 14311.

Bibliography (transliterated): 1. *Lu X.* Anilinedimer-COO Hassisted preparation of well-dispersed polyaniline Fe_3O_4 nanoparticles / *X. Lu, Y. Yu, L. Chen* // *Nanotechnology*. – 2005. – No. 16. – P. 1660 – 1665. 2. *Shkutina I. V.* Adsorbcionnaja immobilizacija gljukoamilazy na amfoternyh polijejlektrolitah / *I. V. Shkutina, O. F. Stojanova, V. F. Selemenev* // *Zhurnal fizicheskoj himii*. – 2001. – T. 75. – No. 11. – P. 2080 – 2010. 3. *Patent №2327738 RF C12N11/00, C12N11/04, C12N11/12, C12N11/14* Sposob poluchenija immobilizovannoj 3-fruktofuranozidazy / *Korneeva O.S.* – No. 2006141092/13; zajavl. 20.11.2006; opubl. 27.06.2008. 4. *Liang Y.Y.* Bioconjugation of papain on super paramagnetic nanoparticles decorated with carboxymethylateded citosan / *Y. Y. Liang, L.M. Zhang, Y.Y. Liang* // *Biomacromolecules*. 2007. – No. 8. – P. 1480 – 1486. 5. *Sharma R.* Composition dependent magnetic properties of ironoxide-polyaniline nanoclusters / *R. Sharma, S. Lamba, S. Annapoorni* // *J. Appl. Phys.* – 2005. – No. 97. – P. 14311 – 14311.

Поступила (Received) 27.02.15

Л.Н. КУЗНЕЦОВА, канд. техн. наук, н. с., УкрНИИМЖ НААН,
Харьков

МАК – РЕНТАБЕЛЬНАЯ СЕЛЬХОЗКУЛЬТУРА

В статье проведен анализ научно-технической информации о сельхозкультуре – мак. Подняты вопросы возделывания мака, его многофункционального применения и рынков сбыта. Сконцентрировано внимание на актуальности увеличения посевных площадей, возможности экспорта мака и его выхода на мировой рынок, как высоко-рентабельной сельхозкультурой. Рассмотрен мировой рынок стран-экспортеров, предлагающих мак, и показана настоящая ситуация возделывания мака на Украине.

Ключевые слова: мак масличный, мак опийный, маковое масло, семена мака, селекция, сельхозкультура, посев.

Вступление. Многие хозяйства, особенно те, которые не имеют собственной переработки, полностью ориентированы на продажу всей продукции. В этих условиях особое значение приобретает поиск обще-территориально нераспространенных культур, которые были бы рентабельными и многофункциональными в использовании. Хозяйства все чаще стали обращать внимание на такие культуры, как рапс, горчицу, лен, мак и др. Традиция использования семян мака в кондитерских изделиях, потребность в качественном маковом масле, а также значительная стоимость импортируемых семян вызывает интерес к маку, как сельхозкультуре.

Цель исследования. Цель работы заключается в анализе научно-технической информации по вопросу возделывания мака. Так как агро-климатические условия и законодательство Украины предоставляют возможность заниматься маком, как сельхозкультурой, в полном объеме, исключить полный импорт пищевых семян мака, обеспечить свои внутренние потребности в пищевых семенах и выйти на мировой рынок с высоко-рентабельным отечественным посевным материалом и на потребительский рынок перерабатывающих предприятий, то данный анализ является востребованным.

© Л.Н. Кузнецова. 2015

Анализ литературных данных и постановка проблемы. *Потребительское значение.* Мак (*Papaver somniferum* L.) является единственным культурным растением из семейства маковых (*Papaveraceae*) и предположительно, самое древнее культурное растение мира, возделываемое в Европе и Средней Азии с эпохи неолита.

В ботаническом виде снотворного мака – *Papaver Somniferum* L. – выделяют две формы: мак масличный и опийный. Мак культивируют во многих странах Европы, Средней и Малой Азии среди которых, Индия, Туркменистан, Китай, Иран, Венгрия, Турция и др. В Украине культивируют только масличный мак с целью получения семян и масла для нужд пищевой промышленности. Главные мировые производители мака – Чехия и Турция, собирающие почти равное количество семян и в совокупности – почти 80 % от общемирового урожая.

В настоящее время в Украине увеличились на несколько тысяч гектаров площади, на которых выращивают мак, в сравнении с площадями посевов в Украинской ССР до запрета в 1986 г, когда в СССР развернулась кампания по борьбе с наркоманией. По самым скромным подсчетам, рынок Украины нуждается около 100 тыс.т зерна мака. Посевы мака на Украине возобновились с 1996 г, исключительно зерновых или масличных сортов. Так при получении 1 кг зерна мака эти сорта дают 0,3 кг маковой соломки, тогда как в опиумных в тех же пропорциях, наоборот – 1 кг мака и 3 кг соломки. Для посева разрешенных сортов мака сельхозпредприятие должно иметь лицензию на посев, зарегистрированную в областном отделе по контролю за оборотом наркотиков и обязательный договор в охране плантации госслужбой. Существует ряд требований к территориальному расположению полей под посев мака и последующей утилизации или подконтрольному передачи «соломки» на переработку на химико-фармацевтические заводы для извлечения из них алкалоидов, таким образом, страна частично экономит валюту, необходимую для покупки опиума для фармацевтической промышленности.

Биологические особенности, семеноводство, ботаническая характеристика. По сравнению с зерновыми культурами мак «вытягивает» намного больше из почвы питательных веществ на единицу урожая, поэтому мак требует тщательной обработки почвы перед посевом, осенью рекомендуется глубокая вспашка полей. Культуру высеивают ранней

весной или поздней осенью. Хорошо мак растет на легких почвах – супесчаных и суглинистых. Тонна семян мака из почвы потребляет примерно азота – 55 кг, фосфора – 22 кг, калия – 53 кг и кроме того 56 кг кальция. Из-за этого под него необходимо внести не только минеральные удобрения, но и органические. Рекомендовано вносить под основную обработку почвы – навоз, фосфорно-калийные удобрения, азот, суперфосфат. Превышение дозы подкормки азотом может влиять на увеличение содержания морфина. На кислых почвах обязательно проводят известкование. Высокие урожаи мака получают на плодородных почвах с pH 6,2–6,8. Мак растение длительного дня, поэтому положительно реагирует на ранний посев, так же следует учитывать его чувствительность к заморозкам. Мак можно сеять с такими же междурядьями, как зерновые. Норма высева семян мака должна быть 1,5–2 кг (в некоторых источниках приведено значение 3–4 кг) на гектар площади, при позднем посеве рекомендуется повысить рекомендуемые объемы посевного материала. После появления всходов мака, сорняки в значительной мере угнетают рост растения. Всходы мака развиваются очень медленно в сравнении с сорняками, поэтому до их всходов, а также и после всходов требуются провести меры по борьбе с сорняками – обработку гербицидами, основными веществами которых являются: пиридат, хлортолурун, кломазон, просульфокарб, дикват. Засоренность сорняками посева влияет на рост и развитие растений мака [1]. Мак является хорошим предшественником для многих сельскохозяйственных культур, а лучшие предшественники для масличного мака – удобренные озимые, идущие по пару, зернобобовые, бобово-злаковые мешанки, сахарная свёкла, картофель [2, 3].

Плод мака – многогнездчатая коробочка. Образовавшиеся на перегородках коробочки семена опадают при созревании и собираются на дне коробочки. Современные сорта мака имеют нерастрескивающиеся коробочки, что предотвращает преждевременное высыпание семян. При нормальной густоте стояния образуются 4–8 коробочки на растение, при загущенных посевах – 1–2 головки. От величины и количества головок на растении существует прямая зависимость урожая семян. Число семян в коробочке может достигать 3000, в 1 г мака содержится от 1600 до 3300 семян.

Уборочная спелость мака достигается через от 85 до 140 суток вегетационного периода, когда коробочки твердые, семена отделились от перегородок и шелестят при встряхивании коробочек. Урожайность некоторых отечественных сортов мака на отдельных участках составит 20–25 ц/га. Мак убирают лишь в сухую погоду. На сегодняшний день в всём мире актуальны селекционные работы над повышением хозяйственных показателей и по уменьшению содержания морфина в семенах мака. Так, в новых отечественных сортах мака, в сравнение с сортами, возделываемых в Украине до 1986 г, содержание наркотических веществ снизилось почти в 10 раз [1, 4, 5]. В семенах масличного мака содержится около 45–56 % масла и до 20 % белка. Содержание жира в семенах мака масличного зависит от погодных условий вегетационного периода, минерального питания и густоты посева [1].

Применение. Производят маковое масло главным образом в две стадии – холодным и горячим прессованием. Основные физико-химические свойства макового мака приведены в таблице 1.

Таблица 1. Физико-химические свойства макового мака

Показатель	Значение
Жирнокислотный состав, %	
– стеариновая кислота	2-3
– пальмитиновая кислота	4-5
– олеиновая кислота	28-30
– линоленовая кислота	до 65
Плотность при 15 °С, кг/м ³	924-937
Показатель преломления при 20 °С	1,474-1,480
Температура застывания, °С	от -15 до -20
Йодное число	132-157

Масло пищевого качества получают только в результате первого холодного отжима – светло-желтое, прозрачное со слабым приятным запахом и сладковатым вкусом маковых семян, легко усваивается организмом человека, вполне заменяя оливковое.

Масло горячего прессования темно-коричневого цвета относится к категории технического и используется в косметике для производства мыла, кремов, лосьонов и бальзамов и для художественных работ. По химическому составу оно близко к конопляному и льняному и относится

к быстровысыхающим маслам, склонным к полимеризации и образующим прочные пленки. Семена мака, особенно с голубой окраской, употребляют в хлебобулочных и кондитерских изделиях. Маковый жмых – ценный концентрированный корм для скота и птиц. Стебли мака после обмолота плодов могут быть использованы в производстве топлива.

Выводы. Рентабельность макового бизнеса довольно высокая. Причем рентабельность выращивания мака в чешских хозяйствах, при том, что Чехия – является одной из самых лидирующих стран по выращиванию мака, значительно ниже отечественных показателей. Хозяйства, освоившие эту сельхозкультуру, имеют стабильные доходы. У Украины есть возможность экспортировать мак в соседние страны СНГ, которые так же вынуждены масштабно импортировать масличный мак и в своих странах его не культивируют. Но на сегодняшнее время внутренний рынок Украины еще не полностью обеспечен отечественными семенами мака и на отечественный рынок поступает импортный мак. Прибыль сельхозпредприятий от посевов масличного мака составляет от 100 % до 300 %, что дает основание для расширения площадей посева под данной культурой.

Список литературы: 1. *Передистый Д.* Цветок сна и забвения // *АгроВестник*. – Киев, 2007. – № 6(18). 2. Приемы возделывания мака масличного в условиях лесостепи Поволжья: диссертация...канд. с-хоз. наук: 06.01.09 / *Барашкина Е.В.* – Пенза, 2006. – 128 с. 3. *Смирнов А.А.* Продуктивность мака масличного в лесостепи Поволжья / *А.А. Смирнов, Е.В Барашкина* // *Достижения науки и техники АПК*. – Москва, 2006. – № 9. – С. 12 – 18. 4. *Грызлов В.П.* Мак масличный и опийный / *В.П. Грызлов, И.Ф. Булгаков, Ф.В. Кутейников*. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 143 с. 5. *Гайдаш, В.* Мак олійний: ефективна технологія – запорука врожаю [Електронний ресурс]. – Режим доступу <<http://www.propozitsiya.com/?page=149&itemid=199&number=6>>.

Bibliography (transliterated): 1. *Peredistyj D.* Cvetok sna i zabveniya // *AgroVestnik*. – Kiev, 2007. – No. 6(18). 2. Priemy vzdelyvaniya maka maslichnogo v usloviyah lesostepi Povolzh'ya: dissertaciya...kand. s-hoz. nauk: 06.01.09 / *Barashkina E.V.* – Penza, 2006. – 128 p. 3. *Smirnov A.A.* Produktivnost' maka maslichnogo v lesostepi Povolzh'ya / *A.A. Smirnov, E.V Barashkina* // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. – Moscow, 2006. – No. 9. – P. 12 – 18. 4. *Gryzlov V.P.* Mak maslichnyj i opijnyj / *V.P. Gryzlov, I.F. Bulgakov, F.V. Kutejnikov* – Moscow: Sel'hozizdat, 1963. – 143 p. 5. *Gajdash, V.* Mak olijnij: effektivna tekhnologiya – zaporuka vrozhayu [Elektronnij resurs]. – Rezhim dostupu <<http://www.propozitsiya.com/?page=149&itemid=199&number=6>>.

Поступила (Received) 04.02.15

М. АЛАЛІ, асп., НТУ «ХП»

СПОСОБИ ОТРИМАННЯ НАНОСОРБЕНТІВ НА ОСНОВІ ВУГЛЕЦЕВИХ МАТЕРІАЛІВ

Вуглецеві матеріали знаходять широке застосування в різних галузях науки і техніки. Їх застосовують в аерохімічній, хімічній, нафтохімічній, в металургійній промисловості, в машинобудуванні, в будівництві, у медицині. Вуглецеві матеріали також використовуються при вирішенні екологічних проблем як носії каталізаторів і сорбентів. В результаті активації та додаткової модифікації вироблено біпористий вуглецевий матеріал, утворений шарами вуглецю, між якими знаходяться порожнечі з газифікованого вугілля. представлено способи отримання наносорбентів на основі вуглецевих матеріалів. Визначено основні напрямки досліджень в сфері синтезу вуглецевих адсорбентів на основі вуглецевих нановолокон.

Ключові слова: вуглецеві матеріали, нанотрубки, наносорбенти, каталізатори.

Постановка проблеми.

Останні роки приділяється велика увага матеріалам на основі вуглецю. Вироби на їх основі мають високу міцність при малій вазі, стійкі до впливу як високих, так і низьких температур, хімічних агентів, мають прийнятну електропровідність.

Вуглецеві матеріали знаходять широке застосування в різних галузях науки і техніки. Їх застосовують в аерохімічній, хімічній, нафтохімічній, в металургійній промисловості, в машинобудуванні, в будівництві, у медицині. Вуглецеві матеріали також використовуються при вирішенні екологічних проблем як носії каталізаторів і сорбентів.

Особливе місце серед вуглецевих матеріалів займають високопористі тіла, що мають розвинену поверхню. До таких належать активне вугілля, сажа, терморозширений графіт, сибуніт та інші матеріали, отримані на основі вуглецю.

Сучасний стан проблеми.

Недоліком активних вугілля, що мають розвинену пористу структуру, є низька стабільність в середовищах окисників [1]. Сажа є одним з основних компонентів композиційних матеріалів, це пов'язано з її адсорбційними властивостями, однак для приготування каталізаторів сажа практи-

© М. Алалі. 2015

чно не застосовується [2]. Сибуніт за своїми структурними параметрами суттєво відрізняється від відомих вуглецевих матеріалів [3]. Завдяки високій питомій поверхні він представляє інтерес як адсорбент і носій каталізаторів. Але галузь його застосування обмежена невисокою стійкістю до окисної корозії. Висопористими вуглецевими матеріалами (ВМ) є також вуглецеві нанотрубки і нановолокна.

До вуглецевих нановолокон можна віднести і матеріал, що утворюється в результаті термokatалітичного розкладу вуглеводнів або диспропорційнування монооксиду вуглецю на поверхні заліза, кобальту, нікелю та ін. [4]. Слід зазначити, що раніше ВМ розглядали як небажаний продукт, що приводить до дезактивації каталізаторів переробки вуглеводневої сировини і СО-вмістних газів. В останні роки, у зв'язку з появою перспективи практичного використання ВМ, ставлення до нього змінилося. Про це свідчать численні публікації вітчизняних і зарубіжних журналів [5]. Завдяки поєднанню вуглецевої та металеві складових ВМ має цілий ряд цінних фізико-хімічних властивостей: високу адсорбційну поверхню, електропровідність, магніточутливість. Такий набір властивостей дозволяє розглядати його як посилюючий наповнювач полімерних матриць, носій каталізаторів, адсорбент для вилучення компонентів з газоподібних і рідких потоків [6], акумулятор водню для паливних систем двигунів внутрішнього згорання. Можливість застосування ВМ за зазначеними напрямками в кожному конкретному випадку пов'язана з набором певних властивостей.

Разом з тим, незважаючи на великі перспективи ВМ, інформація про його характеристики або матеріали, отримані на його основі, представлена у літературі недостатньо. У кращому випадку повідомляється про адсорбційні поверхні продукту, склад сплаву, на якому він синтезований і, іноді, про його магнітні характеристики. Можливо, причиною цього є широкий діапазон варіювання характеристик ВМ і впливу на них умов синтезу. В даний час, очевидно, найбільш реальним є використання ВМ як сорбент чи носій каталізаторів. Останнім часом вуглецеві матеріали все частіше розглядаються як носії каталізаторів хімічних і нафтохімічних процесах.

В останні два десятиріччя з'явилися публікації [7], пов'язані з новим класом композиційних вуглець-вуглецевих матеріалів, що отримав назву

сібуніт, що був розроблений в Інституті каталізу ім. Г.К. Боресков СО РАН та отриманий на основі сажі (марки П-234, П-267, П-514, П-803). Цей ВМ за своєю структурою принципово відрізняється від відомих вуглецевих сорбентів і є новим класом пористих ВМ [7].

Мета і основні задачі дослідження.

В даній роботі *об'єктом дослідження* став вуглецевміщуючий сорбент – сібуніт. *Предмет дослідження* – оцінка процесів сорбції нафтопродуктів з водної поверхні. *Метою даної роботи* є отримання вуглецевміщуючої речовини, що володіє сорбуючою дією

Наступні задачі:

- порівняти властивості сібуніту з іншими сорбентами.

Матеріали досліджень.

Для отримання сібуніту сажу попередньо формують у гранули переважно у вигляді шарів, орієнтованих до поверхні базальними гранями графітової структури, повторюючи рельєф матриці сажі. Для регулювання фізико-хімічної природи поверхні з метою досягнення певних властивостей носія отриманий сібуніт модифікують, тобто піддають термообробці, і додатково ущільнюють шпарини. Високотемпературну обробку проводять в контрольованих середовищах при температурах 2200 – 3000 °С протягом 1 години, що дозволяє не тільки регулювати хімічний склад поверхні, а також призводить до часткової графітації сібуніта і відкриває шлях до отримання високопористого графітоподібного матеріалу. Далі сібуніт додатково покривають піровуглецем. Така обробка дозволяє отримати вуглецевий носій (з мікро- і мезопорами), будова поверхневого шару якого аналогічна будові поверхні широкопористого вуглецевого композиту (з макро- і мезопорами).

Особливістю методу додаткового ущільнення піровуглецем є істотне збільшення механічної міцності носія при збереженні високої питомої поверхні. Крім того, нанесення ПВ на зовнішній шар гранули сібуніта не змінює пористої структури його внутрішньої частини, а створює зовнішній шар, що захищає його від стирання. Треба відзначити, що при відкладенні піровуглецю на сажі заповнення пористого простору вихідної матриці піролітичним вуглецем до залишкового об'єму шпарин $0,1 \text{ см}^3/\text{г}$ призводить до значного зниження і часткового вирівнювання питомої пове-

рхні композитів. Зміна характеристик сибуніта відбувається також при його активації. Дослідження зразків з різним ступенем активації методами низькотемпературної адсорбції азоту та ртутної порометрії дозволяє виявити характерні особливості формування тонких пор. На початковому етапі активації відбувається утворення ультрамікрошпарин з міцністю такого традиційного мінерального носія, як силікагель (200 кг/см^2).

Результати роботи.

Таким чином, в результаті активації та додаткової модифікації вироблено біпористий ВМ, утворений шарами вуглецю, між якими знаходяться порожнечі з газифікованого вугілля. Схема отримання сибуніта дозволяє регулювати всі його структурні та текстурогенні властивості в широких межах. Наприклад, розмір макрошпарин регулюється на стадіях уплотнення дисперсністю технічного вуглеводню і ступенню уплотнення сажи піровуглеводнем ($m_{\text{пв}}/m_{\text{гн}}$), розмір та об'єм мезошпарин регулюються поїдбором дисперсності вуглецю, ступенем уплотнення і обгара композита при активації.

Отриманий на основі сажі сибуніт має наступні характеристики: питома поверхня варіюється в межах $320 + 600 \text{ м}^2/\text{г}$, істинна густина – $2050 + 2170 \text{ кг/м}^3$, насипна вага – $400 - 600 \text{ кг/м}^3$ середній розмір пор становить $12 + 20 \text{ нм}$, обсяг пор – $0,27 + 0,32 \text{ см}^3/\text{г}$, міжплощинна відстань – $3,4 + 3,56 \text{ А}$, розмір кристалітів графіту рівний $40 - 180 \text{ А}$, $35 + 140 \text{ А}$.

Відмінні риси даного типу висопористого вуглецевого матеріалу – регульована питома поверхня, хімічна і термічна стабільність, механічна міцність, висока активність і термін служби приготованих на них катализаторів, можливість багаторазової регенерації, що задається і відтворна пориста структура. Цей вуглецевий матеріал поєднує в собі властивості графіту (хімічна стабільність і електропровідність) з властивостями активних вугіль (висока питома поверхня та сорбційна ємність) [7].

В останні роки часто згадується ще один вид високодисперсних вуглецевих матеріалів, відомих як вуглецеві нановолокна, вуглецеві нанотрубки, волокнистий вуглець, каталітичний філаментарний вуглець та ін.

Одним з найбільш перспективних напрямків використання ВМ є застосування його як носія катализаторів, сорбенту і акумулятора водню та CO_2 . (табл.1).

Таблиця 1. Здатність вуглецевих матеріалів сорбувати CO₂

Сорбент	Адсорбційна поверхня, м ² /г	Тиск, МПа	Сорбційна ємкість, ммоль/г	Необоротна адсорбція	
				ммоль/г	%
Вугілля марки А	690	0,121	1,294	0,561	43,3
		0,507	3,509	1,366	38,9
		1,006	4,214	1,813	43,0
Сібуніт	350	0,109	0,179	0,018	9,9
		0,514	0,696	0,054	7,7
		1,028	0,973	0,128	13,1
Сілікагель	333	0,116	0,494	0,011	2,2
		0,505	0,919	0,049	5,3
		1,029	1,357	0,138	10,2

Порівняння проводили з адсорбуючими властивостями вугілля та сілікагелю. Робота [5] присвячена порівнянню каталітичної активності залізних і залізо-мідних каталізаторів в реакції гідрування етилену. В якості носіїв використовувалися вуглецеві волокна, активоване вугілля, у тому числі у-А1203.

Слід зазначити, що сам ВМ також проявляє каталітичні властивості. В роботі [5] показано, що ВМ каталізує процес окислення етанолу в ацетальдегід.

Розвинена поверхня ВМ і його незвичайна морфологія дозволяють застосовувати сібуніт в якості матеріалу для адсорбції і виділення одного або кількох компонентів з газових і рідких потоків. Одним з традиційних методів, використовуваних для видалення органічних і мінеральних домішок з рідких сумішей, є адсорбція активованим вугіллям.

Недоліком активованого вугілля є швидке насичення його молекулами води, що призводить до зменшення адсорбційного об'єму [8].

Таким чином, модифікуванням можна варіювати властивості отриманих вуглецевих продуктів у необхідному напрямку. Модифікація ВМ дозволить отримати на його основі високоадсорбційний вуглецевий матеріал.

Висновки.

В результаті роботи представлено способи отримання наносорбентів на основі вуглецевих матеріалів. З урахуванням вищевикладених відомостей було визначено основні напрямки досліджень, які полягають у розробці тех-

нології синтезу вуглецевих адсорбентів на основі вуглецевих нановолокон і встановлення взаємозв'язку між характеристиками отриманих вуглецевих адсорбентів і умовами їх утворення.

Список літератури: 1. *Киселев А.А.* Вуглецеві адсорбенти та їх застосування в промисловості / *А.А. Киселев, В.А. Галкін* // М., Наука. 1983. – С. 299 – 311. 2. *Крічко А.А.* Каталізатором на основі активованого вугілля / *А.А. Крічко* // Підсумки науки і техніки ВІНІТІ. Технол. орг.веществ. 1987. – т. 4. – С. 95 – 102. 3. *Михайлова А.В.* Освіта ВУ при взаємодії оксидів вуглецю з метаном / *А.В. Михайлова, А.М. Алексєєв* // Теоретич. основи хім. технології. 1996. – Т.30. – № 2. – С.195 – 199. 4. Пат. 5653951 США A23D9/00, C11B3/00. Storage of gidrogen in layered nanostrures/ *Razam Abd, Ananthan Krishnan* Sime Darby Research Sdn. Bhd. – № 971,449; заявл: 31.12.1998, опубл: 15.07.1999. 5. *Nisha J.* Adsorption and catalytic properties of single-wall carbon nanohorns. / *J. Nisha* // J. Chem.phys. Lett. 2000. – v. 328. – P.381 – 386. 6. *Плаксін Г.В.* Дослідження особливостей графітизації пористих вуглецевих композитів на основі сажі різної дисперсності. / *Г.В. Плаксін, В.Ф. Суровикино* // Кінетика і каталіз. 1997. – Т. 38. – № 6. – С.929 – 934. 7. *Семіколенов В.А.* Сучасні підходи до приготування каталізаторів Pd на вугіллі / *В.А. Семіколенов* // Успіхи хімії. 1992. – т. 61. – С. 320 – 331. 8. *Planeix J.* Application of carbon nanotubes as supports in heterogeneous. / *J. Planeix* // J. Amer. Chem. Soc. 1994. – v. 116. – P. 7935 – 7939.

Bibliography (transliterated): 1. *Kiselev A.A.* Vuglecevi adsorbenti ta ih zastosuvannja v promislovosti / *A.A. Kiselev, V.A. Galkin* // Moscow, Nauka. – 1983. – P. 299 – 311. 2. *Krichko A.A.* Katalizatorom na osnovi aktivovanogo vugillja / *A.A. Krichko* // Pidsumki nauki i tehnik VINITI. Tehnol. org.veshhestv. – 1987. – t. 4. – P. 95 – 102. 3. *Mihajlova A.V.* Osvita VU pri vzaemodii oksidiv vuglecju z metanom / *A.V. Mihajlova, A.M. Alekseev* // Teoretich. osnovi him. tehnologiyi. – 1996. –Т. 30. – No. 2. – P. 195 – 199. 4. Pat. 5653951 SShA A23D9/00, C11B3/00. Storage of gidrogen in layered nanostrures / *Razam Abd, Ananthan Krishnan* Sime Darby Research Sdn. Bhd. – № 971,449; zajavl: 31.12.1998, opubl: 15.07.1999. 5. *Nisha J.* Adsorption and catalytic properties of single-wall carbon nanohorns. / *J. Nisha* // J. Chem.phys. Lett. 2000. – No. 328. – P. 381 – 386. 6. *Plaksin G.V.* Doslidzhennja osoblivostej grafitezacii poristih vuglecevih kompozitiv na osnovi sazhi riznoi dispersnosti. / *G.V. Plaksin, V.F. Surovikino* // Kinetika i kataliz. – 1997. – Т. 38. – No. 6. – P. 929 – 934. 7. *Semikolenov V.A.* Suchasni pidhodi do prigotovannja katalizatoriv Rd na vugilli / *V.A. Semikolenov* // Uspihimi himii. 1992. – No. 61. – P. 320 – 331. 8. *Planeix J.* Application of carbon nanotubes as supports in heterogeneous. / *J. Planeix* // J. Amer. Chem. Soc. – 1994. – No. 16. – P. 7935 – 7939.

Поступила (Received) 27.02.15

І.М. ДЕМИДОВ, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХП»;

Н.С. СИТНИК, інженер-технолог II категорії, УкрНДІОЖ НААН,
Харків;

В.С. МАЗАЄВА, інженер-технолог II категорії, УкрНДІОЖ НААН;

В.Є. ВЕДЬ, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХП»

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ТРИАЦИЛГЛІЦЕРОЛЬНОГО СКЛАДУ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ В ПРОЦЕСІ ПЕРЕЕТЕРИФІКАЦІЇ

В статті наведено результати дослідження закономірностей зміни кількостей триацилгліцеролів в процесі хімічної переетерифікації олії з метою її подальшої модифікації. В якості зразку було взято олію соняшникову рафіновану дезодоровану виморожену. Встановлено кінетику зміни ацилгліцерольного складу соняшникової олії під час протікання реакції переетерифікації. Визначено триацилгліцерольний склад вихідної олії, а також проб, які відбиралися під час дослідження кожні 0,5 год. Розраховано різницю між триацилгліцерольного складу у вихідній олії та відібраних пробах, а також абсолютну похибку вимірювання. Виконано порівняння експериментально визначеного та розрахованого статистично рівноважного триацилгліцерольного складу. Встановлено час, за який відбуваються найбільш суттєві зміни в триацилгліцерольному складі олії.

Ключові слова: переетерифікація, соняшникова олія, триацилгліцерольний склад, кінетика, жирнокислотний склад.

Вступ. В теперішній час процес переетерифікації олій та жирів отримала широке розповсюдження в багатьох країнах світу. Вона відкриває великі можливості для створення жирових композицій зі збалансованим хімічним складом, різними фізичними властивостями та харчовою цінністю. Даний спосіб модифікації може застосовуватися для отримання жирів з низьким вмістом або відсутністю транс-ізомерів, які мають негативний вплив на здоров'я людини [1].

Переетерифіковані жири внаслідок високої пластичності та здатності кристалізуватися в стійкій дрібнокристалічній поліморфній модифікації може бути використано в якості жирової основи маргаринів, замінників молочного жиру, призначених для виготовлення спредів, топлених сумішей, молоковмісних продуктів, а також кондитерських виробів (начинок, кремів) [2].

У більшості випадків використовується процес хімічної переетерифікації, коли використовуються хімічні сполуки у якості каталізатору (найбільш поширено використовується метилат натрію) [3, 4]. Внаслідок реакції відбувається перерозподіл жирних кислот у складі ацилгліцеролів, якій підкорюється статистичному закону [5]. Нативні жири не мають такого статистичного розподілу, тому вихідний та переетерифікований жир мають різний ацилгліцерольний склад і різні фізичні властивості (температура плавлення, твердість), що має практичне значення.

Мета дослідження. Встановлення кінетики зміни ацилгліцерольного складу соняшникової олії під час протікання реакції переетерифікації.

Матеріали та методи. Для дослідження використовували олію соняшкову рафіновану дезодоровану виморожену, яка відповідає вимогам ДСТУ 4492:2005 [6] з жирнокислотним складом, наведеним у таблиці 1. Каталізатор – метилат натрію. Реакцію переетерифікації проводили в наступних умовах: температура (105-115)°С, концентрація каталізатору 0,12% (в перерахунку на метал), залишковий тиск (0,4-0,9) кПа. Вихідну олію попередньо сушили у вакуумі за температури 110°С.

Таблиця 1. Жирнокислотний склад олії соняшникової рафінованої дезодорованої вимороженої

№ п/п	Жирні кислоти	Позначення	Вміст жирної кислоти
1	Пальмітинова C _{16:0}	P	5,75
2	Пальмітолеїнова C _{16:1}	Po	0,08
3	Стеаринова C _{18:0}	S	3,55
4	Олеїнова C _{18:1}	O	26,93
5	Лінолева C _{18:2}	L	62,25
6	Ліноленова C _{18:3}	Ln	0,09
7	Арахінова C _{20:0}	A	0,24
8	Гадолеїнова C _{20:1}	Ga	0,14
9	Бегенова C _{22:0}	Be	0,72
10	Лігноцеринова C _{24:0}	Lg	0,25
Всього			100,0

Після початку процесу переетерифікації з реакційної маси кожні 30 хв. відбирали пробу для визначення триацилгліцерольного (ТАГ) складу

з використанням методу газової хроматографії. Загальна тривалість процесу склала 3 год.

Результати. Отримані результати щодо триацилгліцерольного складу соняшникової олії в кожній пробі, а також розрахований статистично рівноважний ТАГ-склад, наведено в таблиці 2. Було визначено різницю вмісту відповідних триацилгліцеролів у вихідній олії (0 годин) і в кожній пробі.

Таблиця 2. Зміна триацилгліцерольного складу олії соняшникової рафінованої дезодорованої вимороженої в процесі переетерифікації

№ п/п	ТАГ	Вміст триацилгліцеролів в пробах, %							Розрахункове значення
		0 год.	0,5 год.	1 год.	1,5 год.	2 год.	2,5 год.	3 год.	
		x ₀	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	
1	POP	0,33402	0,71292	0,67125	0,68253	0,68835	0,64441	0,68344	0,280
2	PLP	1,21727	1,24055	1,34331	1,31982	1,36764	1,39931	1,35062	0,646
3	POS	0,63334	0,68958	1,17941	0,61049	1,1039	0,46627	0,42873	0,346
4	POO	1,89637	2,02797	2,35259	2,28716	2,51404	1,94282	2,12932	1,309
3	PLS	1,7553	1,1392	1,30303	0,69997	1,06746	0,9993	0,85555	0,799
5	PLO	7,54306	8,78379	9,18339	8,77567	9,19038	8,80283	8,68705	6,054
6	PLL	10,63767	8,66473	8,89115	8,76441	8,93897	8,75301	8,58465	6,997
7	PLLn	0	0	0	0	0	0	0	0,022
8	OOO+SLS	1,18168	1,49943	1,19617	1,09459	1,01688	1,18051	0,89869	2,292
9	SLO	5,92287	6,34026	5,92121	5,73351	5,68278	5,93421	5,92197	3,743
10	OOL	7,11687	9,41245	8,47831	8,44172	8,2907	9,6364	8,51121	14,180
11	SOO	15,66815	12,08978	12,97664	13,94851	13,62675	12,59192	14,04327	4,326
12	SLL	0	0	0	0	0	0	0	0,809
13	OLL	26,57482	29,17908	28,64268	29,30893	28,61536	29,32725	29,53816	32,781
14	LLL	19,07129	17,87085	17,54659	18,06702	17,58413	18,09687	18,07742	25,261
15	LLLn	0,44466	0,34941	0,31430	0,26565	0,31266	0,22489	0,26147	0,118

На рис. 1 наведено різницю триацилгліцерольного складу у вихідній олії та у переетерифікованій олії в пробах, які відбирали кожні 0,5 год., а також абсолютну похибку вимірювання. Цифрами від 1 до 16 на рисунку позначено порядкові номери відповідних триацилгліцеролів з таблиці 2. До складу певної олії входять декілька жирних кислот, вміст яких значно більший, ніж інших. Відповідно вміст тих триацилгліцero-

лів, до складу яких входять ці кислоти, буде найбільшим для даного виду олії. Для олії соняшникової рафінованої дезодорованої вимороженої такими кислотами є пальмітинова, стеаринова, олеїнова та лінолева (таблиця 1). Як видно з таблиці 2, вміст деяких ТАГ в досліджуваній олії є найбільшим (>7). Крім того, відсотковий вміст вищевказаних ТАГ у вихідній соняшниковій олії та тій, що піддавалася процесу переетерифікації, значно відрізняється.

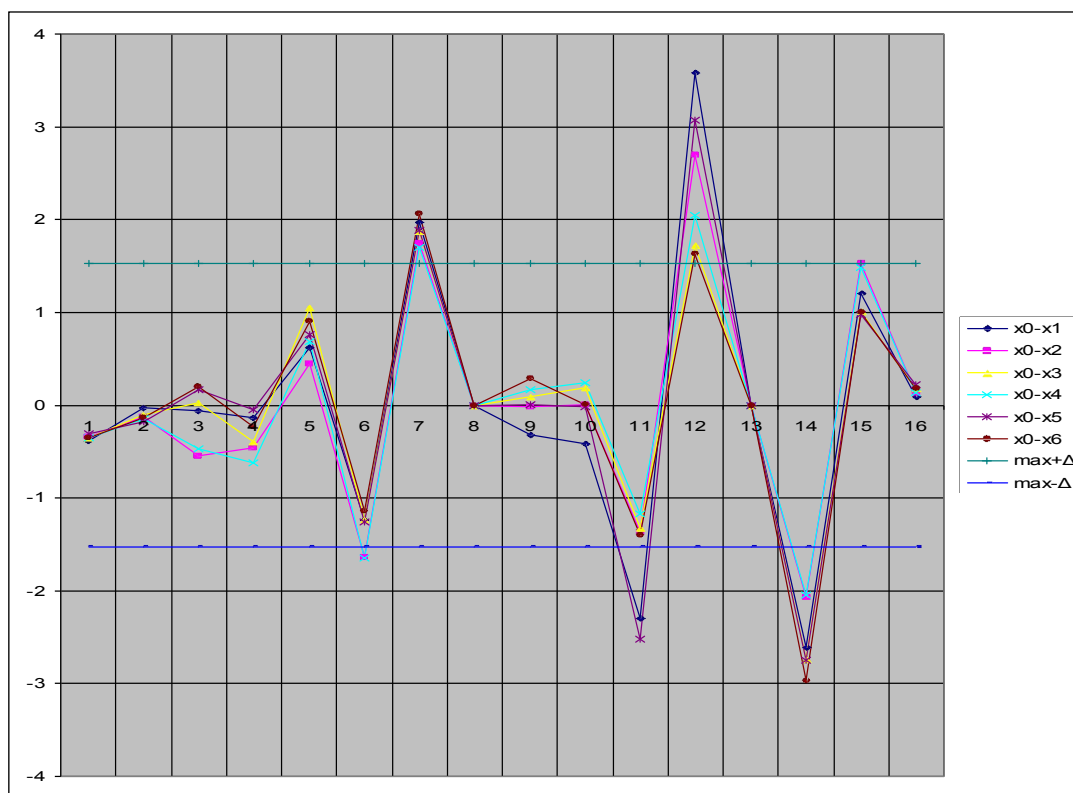


Рис. 1. Різниця вмісту відповідних триацилгліцеролів у вихідній олії і в кожній пробі та максимальна абсолютна похибка вимірювання

Таким чином, зміна вмісту основних ТАГ є підтвердженням того, що олія піддалася переетерифікації [7]. На рис. 2 показано, як змінюється вміст ТАГ, яких більше всього знаходиться в досліджуваній олії, в часі в процесі переетерифікації. В даному процесі найбільш значно змінюється відсотковий вміст тих ТАГ, яких більше всього містить вихідна олія. Як видно з рис. 2, вміст таких ТАГ найбільш суттєво змінюється за перші 0,5 год., ніж за всі наступні проміжки часу тривалістю 0,5 год. Але при протіканні процесу вміст деяких ТАГ за більший проміжок часу (наприклад, 1 год., 1,5 год.) може також значно змінюватись, причому як змен-

шуватися, та і збільшуватися. Відсотковий вміст певних ТАГ (SOO, OLL, LLL) змінюється більш суттєво за перші 0,5 год., ніж за весь час проведення процесу (3 год.).

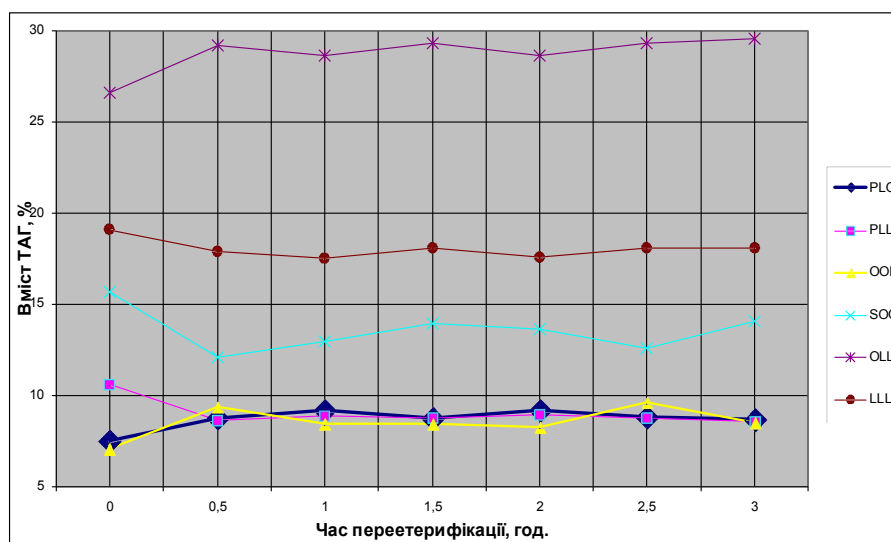


Рис. 2. Залежність вмісту деяких ТАГ в соняшниковій олії від часу проведення процесу переестерифікації

На рис. 3 наведено різницю експериментально визначеного та розрахованого триацилгліцерольного складу соняшникової олії.

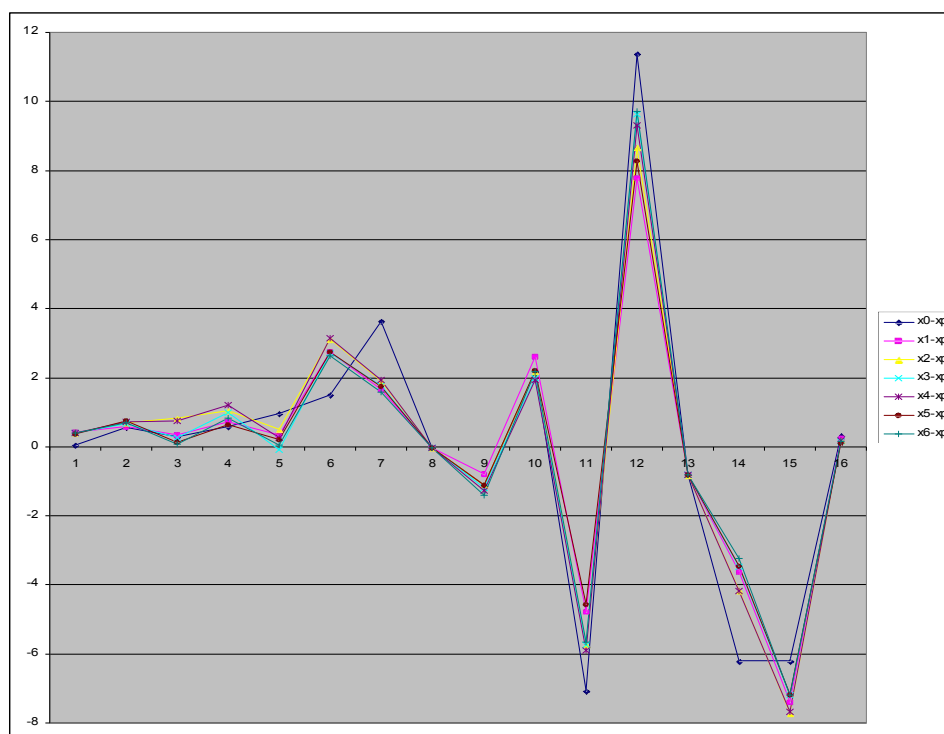


Рис. 3. Різниця експериментально визначеного та розрахованого вмісту відповідних триацилгліцеролів в соняшниковій олії

З рис. 3 (цифрами від 1 до 16 позначено порядкові номери відповідних триацилгліцеролів з табл. 2) видно, що для ТАГ, вміст яких є найбільшим в досліджуваному зразку олії, різниця між експериментально визначеним та розрахованим статистично рівноважним є мінімальною після 0,5 год. від початку процесу переестерифікації, при подальшому проведенні реакції ця різниця збільшується, а також спостерігається тенденція до повертання до початкового вмісту деяких ТАГ.

Висновок. Таким чином, було встановлено, як змінюється у часі триацилгліцерольний склад соняшникової олії в процесі хімічної переестерифікації. Найбільших змін він зазнає за перші 0,5 год. процесу.

Список літератури: 1. Зайцева Л.В. Роль жирных кислот в питании человека и при производстве пищевых продуктов / Л.В. Зайцева // Масложировая промышленность. – 2010. – №5. – С. 11–15. 2. Сундякова Т.А. Переэтерификация как наиболее эффективный способ модификации жиров / Масложировая промышленность. – 2010. – №3. – С. 11–12. 3. Технология переработки жиров / Н.С. Арутюнян, Е.П. Корнена и др. Под ред. проф. Н.С.Арутюняна. – М.: Пищепромиздат, 1999. – 452 с. 4. Технологія модифікованих жирів : навч. посіб. / Ф.Ф. Гладкий, В.К. Тимченко, І.М. Демидов та ін. – Харків: Підручник НТУ «ХПІ», 2014. – 214 с. 5. Химия жиров / Б.Н. Тютюнников, З.И. Бухштаб, Ф.Ф. Гладкий и др. – М.: Колос, 1992. – 448 с. 6. ДСТУ 4492:2005 Олія соняшникова. Технічні умови. – Введ. 2007-01-01. – К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 22 с. 7. Звіт з науково-дослідної роботи «Методичне забезпечення ідентифікації переестерифікованих олій». № держреєстрації 012U005479. – Харків: УкрНДІОЖ НААН, 2013. – 155 с.

Bibliography (transliterated): 1. Zaitseva L.V. Rol zhyrnykh kyslot v pytanny cheloveka y pry proyzvodstve pyshchevykh produktov / Maslozhyrovaia promyshlennost. 2010. – No. 5. – P. 11-15. 2. Syndiakova T.A. Pereeteryfykatsiya kak naybolee efektyvnyi sposob modyfykatsyy zhyrov / Maslozhyrovaia promyshlennost. 2010. – No. 3. – P. 11–12. 3. Tekhnolohiya pererabotky zhyrov / N.S. Arutiunian, E.P. Kornena y dr. Pod red. prof. N.S.Arutiuniana. – Moscow : Pyshchepromyzdat, 1999.– 452 p. 4. Tekhnolohiia modyfikovanykh zhyriv : navch. posib. / F.F. Hladkyi, V.K. Tymchenko, I.M. Demydov ta in. – Kharkiv: Pidruchnyk NTU «KhPI», 2014. – 214 p. 5. Khymiya zhyrov / B.N. Tiutiunnykov, Z.Y. Bukhshtab, F.F. Hladkyi y dr. – Moscow : Kolos, 1992. – 448 p. 6. DSTU 4492:2005 Oliia soniashnykova. Tekhnichni umovy. – Vved. 2007-01-01. – Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2006. – 22 p. 7. Zvit z naukovo-doslidnoi roboty «Metodychne zabezpechennia identyfikatsii pereeteryfikovanykh olii». No. derzhreiestratsii 012U005479. – Kharkiv: UkrNDIOZh NAAN, 2013. – 155 p.

Надійшла (received) 26.02.15

О.О. ЛЮБАВИНА, канд. техн. наук, доцент, НТУ «ХП»;
А.О. ДЕМИДОВА, канд. техн. наук, асистент, НТУ «ХП»;
О.Ф. АКСЬОНОВА, канд. техн. наук, доцент, ХДУХТ, Харків;
Г.С. ПАПЕНКО, студент, НТУ «ХП»

ПІДГОТОВКА СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА АРОМАТИЗОВАНОЇ МІНЕРАЛЬНОЇ ВОДИ

У статті наведений аналіз методів та можливих способів підготовки мінеральної води для використання її як сировини для ароматизованого напою. Рекомендується для ароматизації напою виготовляти екстракти з рослинної сировини. Наводиться технологія одержання екстрактів методом мацерації. Представлено структурну технологічну схему приготування ароматизованого напою.

Ключові слова: мінеральна вода, нестабільні сполуки, фільтрування, знезараження, ароматична рослинна сировина, екстракти, ароматизовані напої, антиоксиданти, фітодобавки.

Постановка проблеми. Бажання людей споживати натуральну та корисну продукцію визначає основний напрямок розвитку безалкогольної галузі. На цей час особливу увагу у світі розширення асортименту безалкогольних напоїв приділяється виробництву напоїв, що використовують властивості мінеральних вод та фізіологічно активних компонентів рослинної сировини. Це група безалкогольних напоїв, що класифікується, як напої на пряно-ароматичній рослинній сировині з підсолодженням або без – ароматизована питна або мінеральна вода. Зазвичай такі води випускаються сильногазованими. У зарубіжних країнах активно розробляють безалкогольну продукцію в склад якої входить мінеральна вода, рослинна, плодово-ягідна та інша сировина, що має біологічно активні властивості. Завдяки присутності у мінеральній воді життєвоважливих макро- та мікроелементів покращується засвоєння вітамінів та інших корисних сполук.

Сучасний стан проблеми. Питну мінеральну столову воду в останнє десятиріччя часто стали використовувати як основу для виробництва напоїв з додаванням традиційної та нетрадиційної сировини рослинного походження (місцевої флори) що дозволяє створити широкий

© О.О. Любавіна, А.О. Демідова, О.Ф. Аксьонова, Г.С. Папенко. 2015

ассортимент напоїв як загального споживання так і функціональних, що мають біологічно активні властивості.

Співробітниками Кемеровського технологічного інституту харчової промисловості розроблено напої на основі мінеральної лікувально-столової води «Широнинская» з мінералізацією 5–6 г/дм³. В лабораторії ВНИИ пивоварної безалкогольної і винодільної прмьшленности (г. Москва) розроблено ряд напоїв з використанням мінеральної лікувально-столової води «Карачинская» з мінералізацією 2 г/дм³ [1].

В УкрНДІ медичної реабілітації та курортології розроблено ряд напоїв на основі мінеральної води №10 м. Східниця, «Куяльник» і фітодобавками «Він-Віта», «Трускавцька кришталева» і «Іверське джерело» з додаванням концентрату алоє. Також використовувалась фітодобавка «Стевіасан», як без калорійний природний підсолоджував [1,2].

Таким чином, створення на основі мінеральних вод, склад яких збалансовано самою природою, напоїв з фітодобавками – перспективний і актуальний напрямок у сфері здорового харчування населення.

Мета і основні задачі дослідження. Підприємство, «Березовські мінеральні води», з метою розширення асортименту продукції, окрім газованої мінеральної води випускає негазовану мінеральну воду та питну воду для дітей. Раніше на підприємстві випускали сильногазовані безалкогольні напої з використанням цукрового сиропу, підсолоджувачів, синтетичних ароматичних основ, а також CO₂ – екстрактів із рослинної сировини. Випуск такої продукції став можливий, так як на підприємстві встановлено та працює ряд технологій та устаткування по підготовці води. Для використання мінеральної води «Березівська» як сировини для бегалкогольних напоїв необхідно було повністю зруйнувати її мінеральний склад. Для цього застосовувались методи іонообміну та зворотнього осмосу. Вочевидь корисна складова таких напоїв з боку мінеральної води була відсутня. Також не сприяло випуску цих напоїв висока їх вартість та відсутність збалансованого сполучення мінеральної води, смако-ароматичних основ та фітопрепаратів.

Сьогодні на окремих вітчизняних підприємствах випускається ароматизована вода зі застосуванням ароматизаторів, ідентичних натуральним. У такій продукції використовується вода якості питної. Такий підхід забезпечує стабільність та тривалий термін зберігання продукції, але знижує її функціональність. Застосування як ароматизаторів природ-

ної пряно- ароматичної рослинної сировини, а також мінеральної води дозволить не тільки розширити асортимент продукції, а й апідвищити її фізіологічні властивості.

Метою наших досліджень є розробка технології безалкогольного напою – ароматизована мінеральна вода «Березівська» з застосуванням екстрактів з рослинної сировини. В даній роботі *об'єктом дослідження* стала ароматизована мінеральна вода. *Предмет дослідження* – технологія підготування мінеральної води та її ароматизування.

В *задачу* досліджень входило: вибір ароматичної рослинної сировини, приготування екстрактів, підготовка мінеральної води для виготовлення напоїв, розробка технології приготування ароматизованої мінеральної води.

Результати роботи. У виробництві безалкогольних вода є основною сировиною. Якість води, її іонний склад впливає на формування органолептичних властивостей. Присутність у воді окремих мінеральних та органічних компонентів, а також мікроорганізмів, що перевищують вимоги до води для напоїв, можуть призвести до негативних змін, наприклад, до помутніння води, утворення осаду [3]. Мінеральна вода «Березівська», що добувається із свердловини, нестабільна по мінеральному складу. Поряд з достатньо високим вмістом гідрокарбонатів кальцію, у воді міститься висока концентрація солей двовалентного заліза. Раніше нами був впроваджений ряд неруйнівних технологій вилучення нестабільних сполук двовалентного заліза та сірководню.

Такі технології дозволяють одержувати мінеральну воду без запаху сірководню та сполук заліза. Для цього застосовується інтенсивна аерація шару води повітрям. Після такої обробки вилучається запах сірководню, випадають в осад нестабільні сполуки заліза. Для доокиснення розчинних сполук двовалентного заліза проводиться фільтрування води крізь шар піролюзиту (MnO_2).

У подальшому вода фільтрується для відокремлення осаду на пісочних фільтрах та картриджних фільтрах тонкої фільтрації. Після тонкої фільтрації вода є ідеально прозорою, без запахів та присмаків і перед розливом у тару, проходить фінішну обробку ультрафіолетом. Для гарантії якості приготування напою необхідно, щоб усі складники мали стабільні показники. Нами проведено дослідження впливу методів обробки міне-

ральної води на її якість. Основний склад мінеральної води не змінювався на всіх стадіях окрім обробки води УФ-опроміненням. На рис. 1 показано, що нестабільність води спостерігається після обробки УФ-опроміненням.

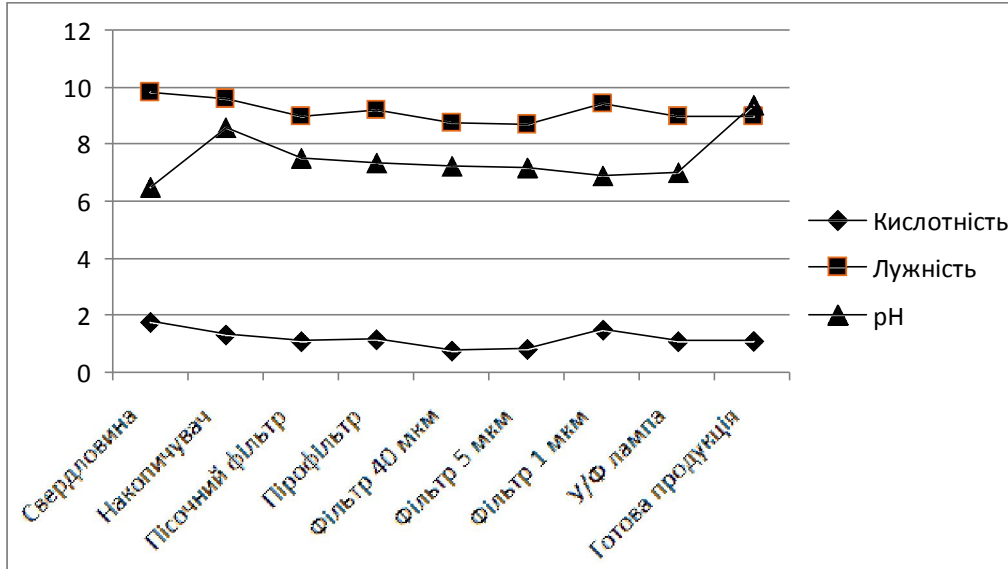


Рис. 1. Показники води після кожної стадії обробки

Така обробка технологічної води зазвичай використовується для знезараження при виробництві безалкогольних напоїв, але вона не завжди необхідна для мінеральної води. Наприклад, у Євросоюзі всі мінеральні води заборонено обробляти видами обробки, що змінюють її склад у тому числі і УФ-опроміненням. До цього ж вода мінеральна «Березівська» має специфічну підземну мікрофлору, яка має лікувальні властивості і перебуває у рівновазі з біологічно активними органічними сполуками.

По результатам досліджень у технології приготування ароматизованої води ми рекомендуємо використовувати мінеральну воду без обробки її УФ-опроміненням. Як ароматизатори для приготування напою нами пропонується використовувати водно-спиртові екстракти м'яти перцевої та чабрецю. Така рослинна сировина містить 1 – 2,5 % ефірних олій та значну кількість біологічно активних речовин, що мають антиоксидантні (антиокислювальні) властивості. Водно-спиртові екстракти добре зберігаються та не втрачають своєї активності. Зазвичай на їх активність впливають концентрація екстрагенту, якість рослинної сировини та параметри одержання екстракту.

Для виготовлення екстрактів з м'яти та чабрецю ми використовували воду мінеральну «Березівська», спирт етиловий ректифікований, листя м'яти перцевої та чабрецю. Екстрагування проводили методом мацерації. Рослину сировину подрібнювали до розміру часточок 3 -5мм. Подрібнене листя м'яти заливали екстрагентом з об'ємною долею етилового спирту – 55%, листя чабрецю – 47%. рН – 4,0 створювали додаванням лимонної кислоти. Співвідношення рослинна сировина і екстрагент підтримувалось на рівні 1 : 10. Екстрагування листя м'яти перцевої проводили при температурі 40 °С для м'яти і 60 °С для чабрецю, протягом 24 годин. Під час екстрагування здійснювали періодично перемішування суміші. Після закінчення процесу одержували готові екстракти з показниками якості, що наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Характеристика екстрактів з листя м'яти та чабрецю

Показники	Екстракт з м'яти	Екстракт з чабрецю
Органолептичні	Прозора рідина світло коричневого кольору з сильним ароматом та присмаком м'яти	Прозора рідина світло коричневого кольору з ароматом та присмаком чабрецю
О'ємна частка етилового спирту, %	52 ± 0,5	44 ± 0,5
Масова частка сухих речовин, %, не менше	1,8	1,3
Показник поглинання екстрагенту сировиною	2,6	2,1

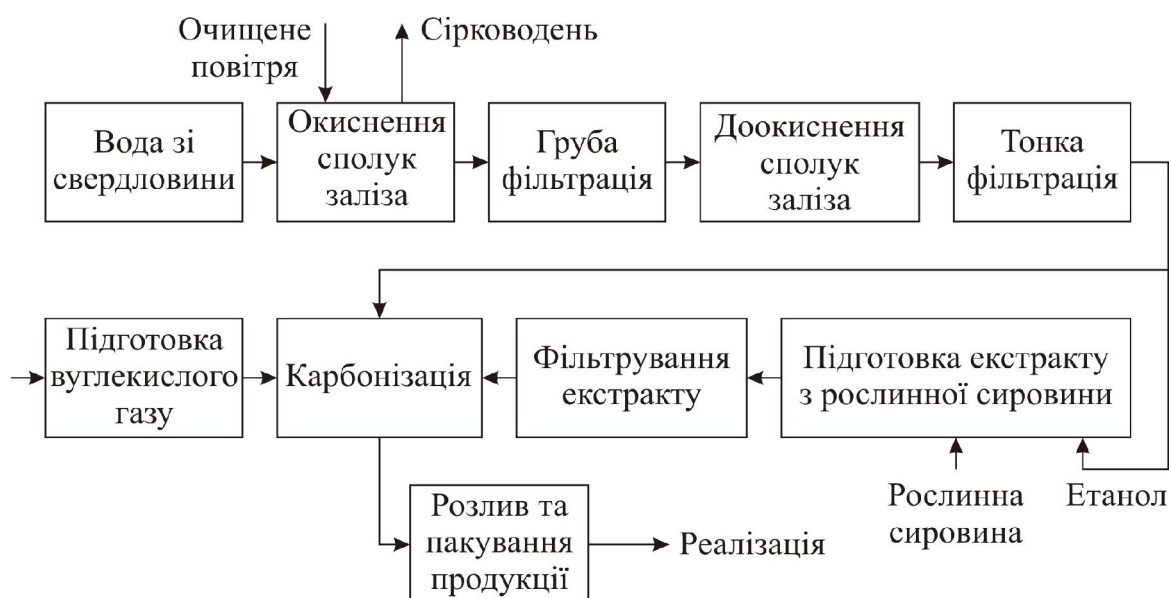


Рис.2 Структурна схема виробництва ароматизованої мінеральної води

Після екстрагування одержані екстракти охолоджували і відстоювали при температурі 8 – 10 °С протягом 48 годин. Екстракти фільтрували та зберігали при температурі 0 – 20 °С у затемненому приміщенні.

На рис. 2 представлено структурну схему приготування ароматизованої мінеральної води на підприємстві «Березівські мінеральні води».

Готувати напій – ароматизовану мінеральну воду на підприємстві можливо безпосередньо у карбонізаторі, що працює як синхронно-змішувальний апарат, де змішується мінеральна вода, екстракт, та CO₂. Можливо також здійснювати попереднє змішування мінеральної води та екстракту з наступною карбонізацією у апаратах різної конструкції.

Висновки. Таким чином запропоновано у технології підготовки мінеральної води для виготовлення напою не проводити опромінення води УФ-променями. Для ароматизації мінеральної води використано екстракти м'яти перцевої та чабрецю. Наведено технологію їх виготовлення. Запропоновано технологію приготування ароматизованого напою.

Використання натуральних природних ароматичних основ з рослинної сировини додасть ризику мікробіологічної нестабільності мінеральної води. Тому завданням наших подальших досліджень буде вивчення впливу кількості доданих до мінеральної води природних ароматичних екстрактів на мікробіологічну та фізико-хімічну стабільність ароматизованої мінеральної води у процесі зберігання.

Список літератури: 1. Безалкогольные напитки с использованием природных минеральных вод – фактор насыщения потребительского рынка напитками здоровья / Е.М. Севостьянова, Г.Л. Филонова, О.В. Соболева [и др.] // Пиво и напитки. – 2013. – № 5 – С. 6 – 9. **2.** Влияние технологических процессов на стабильность микрокомпонентного состава минеральных вод / Е.В. Хорошева, И.В. Абрашина, И.Ю. Михайлова, Г.А. Ремнева, Е.М. Севостьянова. [и др.] // Пиво и напитки. – 2013. – № 4. – С. 7 – 10. **3.** Зависимость качества безалкогольных напитков на основе минеральных вод от их состава / И.Ю. Михайлова [и др.] // Пиво и напитки. – 2009. – № 5. – С. 46 – 48.

Bibliography (transliterated): 1. Soft drinks with natural mineral water - a factor saturation of the consumer market health drinks / E.M. Sevostyanova, G.L. Filonova, O.V. Soboleva [and other] // Beer and Beverage – 2013. – № 5 – P. 6 – 9. **2.** The impact of technological processes on the stability of mineral water MICRO / E.V. Khorosheva, I.V. Abrashina, I.Y. Mikhailova, G.A. Remneva, E.M. Sevostyanova [and other] // Beer and Beverage – 2013. – № 4. – P. 7 – 10. **3.** Dependence of the quality of soft drinks based on mineral water on their composition / I.Y. Mikhailova [and other] // Beer and Beverage. – 2009. – № 5. – P. 46 – 48.

Поступила (Received) 27.02.15

А.О. АГЕЙЧЕВА, канд. пед. наук, ст. викладач, національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка, Полтава

ДОСВІД РЕФОРМУВАННЯ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ШВЕЦІЇ У ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ УКРАЇНИ

Стаття присвячена дослідженню концептуальних ідей дистанційної освіти в Європейському просторі вищої освіти та визначенню подальших перспектив розвитку вітчизняної практики впровадження інформаційно-комунікаційні технологій у дистанційній освіті сучасної молоді. Проаналізовано особливості розвитку дистанційної освіти Швеції. Наведено типові приклади дистанційного навчання. Показано важливість ролі електронного навчання для підвищення ефективності безперервної освіти. Обґрунтовано перспективність впровадження інформаційно-комунікативних технологій навчання.

Ключові слова : дистанційне навчання, вища освіта, інформаційно-комунікаційні технології, дистанційна освіта

Вступ. З кожним роком досвід дистанційної освіти Швеції набуває все більшої актуальності для вищих навчальних закладів України. Систематизація та проведення аналізу існуючих практик та методів забезпечення якості дистанційного навчання створюють необхідне підґрунтя для наукових доробок. Відмінність дистанційного навчання України та Швеції полягає в тому, що в Україні воно заходиться на стадії становлення.

Процес розвитку дистанційного навчання в Україні стримується рядом причин:

- недостатнє нормативно-правове забезпечення процесу дистанційного навчання;
- обмежений склад учасників експерименту по впровадженню системи дистанційного навчання;
- відсутність єдиних підходів при створенні електронних навчально-методичних комплексів;
- відсутність розробок електронних навчально-методичних комплексів іноземними мовами;

© А.О. Агейчева. 2015

– відсутність спеціальних програм для дистанційного навчання соціально незахищених верств населення та осіб з обмеженими фізичними можливостями;

– недостатнє фінансування системи дистанційного навчання України за рахунок бюджетних коштів;

– проблеми при організації дистанційного навчання в магістратурі.

Аналіз наукових праць, присвячених проблемі. Аналіз педагогічної літератури дозволяє простежити деяку загальну тенденцію в підходах до виділення дидактичних принципів та їх класифікації різними дослідниками. Рекдел Тостейн [1] у дослідженнях дистанційної освіти Швеції підкреслює важливість постійного впровадження інновацій. Борье Гольмберг [2] відмічає необхідність застосування найновітніших методів у процесі дистанційного навчання .

Мета статті полягає у формуванні позитивного світогляду педагогічної спільноти щодо доцільності, необхідності і можливості впровадження дистанційних технологій в системі вищої освіти.

Виклад основного матеріалу. Швеція значно випереджає Україну у впровадженні інформаційно-комунікаційних технологій. Порівняльний аналіз проведено на основі джерел, пов'язаних з інформацією, зібраною і проаналізованою за допомогою шведських стандартів для моніторингу коледжів та університетів. Шведські дослідники та вчені працюють над покращенням системи дистанційної освіти. Необхідно відзначити практичний вклад Леа Алексон у розвиток дистанційної вищої освіти. Наукові доробки Кристіана Нільсона мають велике практичне значення для країн, що переймають досвід Швеції з дистанційного навчання [3].

За даними Шведського національного агентства з вищої освіти процес інтеграції в Європейський простір проходить досить успішно. Велику роль у цьому відіграє вільне володіння англійською мовою шведських студентів.

Шведське національне агентство з вищої освіти (Högskoleverket) є центральним органом, який займається питаннями, що торкаються вищих навчальних закладів. Шведське національне агентство з вищої освіти (Högskoleverket) відповідає за проведення різних перевірок якості вищої освіти, а також контроль, огляд та аналіз усієї системи. Агентство також оцінює різні кваліфікації, що присуджуються за кордоном, фокусується на інноваціях і розвитку, а також виконує функції інформаційно-

го агентства, коли справа доходить до освітніх питань. Воно є основним центром для набору студентів.

Організація побудована таким чином: університет – канцлер – особа, відповідальна за питання з вищої освіти. Крім канцлера, є одинадцять інших членів правління. Усі ці особи призначаються урядом. Уряд видає інструкції до агентства, що стосуються положень різних завдань, які будуть досліджені, а також, як організувати спільну роботу системи вищої освіти. Кожного року уряд відправляє директиву в агентство. У директиві є положення, що стосуються загального фінансування агентства від шведського уряду. Крім того, у директиві визначено мету в різних галузях діяльності. Шведське національне агентство з вищої освіти (Högskoleverket) має шість різних завдань, які представлені таким чином:

1. Перевірка якості вищої освіти: аудит вищих навчальних закладів.

2. Перевірка керівництва вищих навчальних закладів. Контроль вищих навчальних закладів і програм. Це робиться шляхом перевірки навчальних закладів з правових питань.

3. Огляд і аналіз системи вищої освіти. У цьому завданні метою є забезпечення зворотного зв'язку з урядом та поради з покращення стандартів вищої освіти.

4. Оцінка кваліфікацій, що присуджуються за кордоном. Вищі освітні програми за кордоном оцінюються в порівнянні із шведською системою вищої освіти та присуджуються відповідні ступені.

5. Постійне оновлення та розвиток шведської системи вищої освіти. Відповідальність за виконання цього покладено на шведський уряд.

6. Відомості про програми підготовки та заохочення студентів. Надання інформації за програмами вищої освіти і заохочення студентів та слухачів дистанційних курсів. Необхідно підкреслити, що все навчання в Швеції безкоштовне [4]. Єдине, за що сплачують студенти, – проживання та підручники. Тому дистанційне навчання має беззаперечні переваги.

Проводячи порівняльний аналіз дистанційного навчання Швеції та України, необхідно відзначити важливість скандинавського досвіду для вітчизняної системи освіти.

Інтернет-навчання, навчальні програми і курси мають ту ж структуру нагляду за управлінням і організацією як програми і курси, пропонувані в традиційному форматі лекції. Однак у зв'язку з добре розвинутою технологічною інфраструктурою в Швеції, програми і курси за допомогою Інтернету розвиваються набагато швидше, ніж в Україні. Технічна інфраструктура в Швеції настільки добре розвинена, що Economist

Intelligence Unit відмічає Швецію першою серед двадцяти держав як найбільш готову до впровадження онлайн-навчання та викладання. Академічні програми відрізняються між установами та академічними дисциплінами.

Порівняння дистанційного навчання України та Швеції не буде довершеним без зображення перспективи шведської системи освіти. Швеція спрямована на розвиток дистанційного навчання для поліпшення кваліфікаційного рівня студентів. Витрачаються значні зусилля на розвиток технічної інфраструктури, а також зусилля з організації адміністративних відомств, упроваджується політика покращення якості, що підтверджує необхідність розвитку дистанційного освітнього напрямку. У цілому Україна та Швеція дуже схожі, незважаючи на відмінності в історії, управлінні, адміністрації та спроможності впровадження інноваційного дистанційного навчання курсів і програм. У той же час, в обох країнах представники вищих навчальних закладів пов'язані спільною просвітницькою метою.

Вирішення нових завдань, поставлених перед системою освіти України процесами державотворення, кардинальними змінами в суспільно-політичному житті, вимагає вироблення адекватної організаційної структури системи освіти, яка б забезпечувала перехід до принципу «освіта впродовж усього життя». Вирішення цієї проблеми можна знайти через добре відому в усьому світі систему дистанційного навчання.

У процесі дослідження виявлені елементи позитивного досвіду організації дистанційного навчання в системі вищої освіти Швеції, упровадження яких сприятиме ефективному розвитку дистанційного навчання в українській вищій школі:

- розробка і реалізація державної стратегії розвитку дистанційного навчання;
- надання цільової державної фінансової підтримки університетам, які надають освітні послуги через дистанційну форму;
- спрощення процедури сертифікації освітніх послуг, пов'язаних з дистанційним навчанням;
- створення розгалуженої мережі пунктів доступу до дистанційних курсів;
- регулювання дистанційного навчання і систематичний контроль за його якістю;

- інтеграція бібліотечної мережі в освітній простір, що сприяє ефективному функціонуванню центрів дистанційного навчання;
- створення єдиної мережі навчально-методичної документації, що сприяє мобільності університетського навчання.

Враховуючи актуальність дослідження, перспективними напрямами впровадження позитивного досвіду дистанційного навчання Швеції у вищі навчальні заклади України є: формування позитивного світогляду педагогічної спільноти щодо доцільності, необхідності і можливості впровадження дистанційних технологій в системі вищої освіти; підготовка педагогічних кадрів для дистанційного навчання; створення центрів дистанційної освіти у вищих навчальних закладах; розробка навчально-методичних комплексів дистанційного навчання; створення локальної телекомунікаційної мережі з виходом в Інтернет; формування експериментальних навчальних груп для адаптації шведських стандартів дистанційного навчання.

Електронне навчання в Україні реалізується через систему дистанційного навчання, яка є частиною системи освіти України, з нормативно-правовою організаційно оформленою структурою, кадровим, системотехнічним, технічним та фінансовим забезпеченням. Позитивною тенденцією сучасних освітніх процесів є їх спрямованість на інтеграцію культур, упровадження та використання сучасних освітніх технологій, розширення можливостей особистісного розвитку людини, що і призвело до розвитку дистанційного навчання. Сьогодні дистанційна освіта – поширене явище в багатьох країнах світу, і з кожним роком її популярність зростає. Не існує єдиного визначення для дистанційного навчання. Швидше, існує багато підходів до розуміння цього терміна.

Слід також зауважити, що поряд з терміном «дистанційна освіта» уживаються і такі поняття, як заочне навчання, домашня освіта, самостійне вивчення, відкрите навчання, незалежне навчання, екстернат, навчання на відстані тощо.

Нормативно-правова база дистанційної освіти повинна формуватися у вигляді пакета національних актів з питань організації правового ре-

гулювання відносин між об'єктами і суб'єктами у сфері дистанційної освіти з урахуванням єдиних вимог, визначених Міністерством освіти і науки. В основу повинні бути покладені такі засади: облік конституційних норм, відкритість і доступність інформації, захист прав інтелектуальної власності, інформаційна безпека, узгодженість норм з актами інших галузей законодавства, а також з міжнародним законодавством. Якщо система дистанційної освіти матиме нормативно-правову базу, вона стане однією з офіційних форм отримання освіти. Відсутність же правових рамок для дистанційного навчання не тільки стримує економічний розвиток країни, але й змушує українців звертатися за відповідними послугами до навчальних закладів Швеції та інших країн [5].

Проте слід визнати, що вже зараз на території України діє цілком обґрунтована і добре аргументована нормативна база, яка сприяє інтенсивному розвитку дистанційних освітніх технологій.

Упровадження електронних, інформаційних або дистанційних освітніх технологій не повинне означати ліквідацію класичних освітніх технологій. Стратегічна мета дистанційної освіти – вільний доступ до можливості отримання освіти будь-якого рівня за місцем свого проживання або професійної діяльності. Досягнення цієї мети здійснюється за рахунок розповсюдження знань за допомогою інформаційних технологій. Аналіз досвіду розвитку моделей дистанційного навчання Швеції дозволяє виявити їх характерні особливості, пов'язані з національними традиціями, освітньою політикою і зробити висновок про неможливість прямого копіювання даних моделей для України. Великий та незбагнений досвід вітчизняної педагогіки дає можливість побудувати дистанційне навчання, враховуючи шведський прогресивний досвід. У цілому розвиток дистанційного навчання в Україні містить усі досягнення і принципи як сучасної, так і зарубіжної педагогіки.

Упровадження технологій дистанційного навчання в установах з науково-методичним, кадровим та виробничим потенціалом, інформаційними ресурсами та технологіями, телекомунікаційна інфраструктура інтенсифікує процес упровадження. Підвищення якісного рівня освіти за

рахунок більш активного використання наукового та освітнього потенціалу провідних університетів, академій, інститутів, галузевих центрів підготовки та перепідготовки кадрів, інститутів підвищення кваліфікації, інших освітніх установ; можливість отримання як базової, так і додаткової освіти паралельно з основною діяльністю. Розширення освітнього середовища в Україні для найбільш повного задоволення потреб і прав людини в галузі освіти; інтеграція та удосконалення системи освіти. Створення умов для безперервної освіти – забезпечення принципово нового рівня доступності освіти при збереженні його якості.

Важливим інтегрованим чинником типології дистанційних університетів є сукупність педагогічних методів і прийомів. Вибравши в якості критерію спосіб комунікації викладачів і студентів, ці методи (прийоми) можна класифікувати таким чином:

Висновки. Дуже важливо звернути увагу на першу з перерахованих вимог – вимога забезпечення високих стандартів і якості дистанційної освіти за рахунок використання передових науково-обґрунтованих психолого-педагогічних та інших технологій. У цілому, технічні засоби повинні забезпечувати програму роботи студентів над змістом навчального матеріалу (програму процесу його засвоєння), поєднання функцій навчання і виховання, посилення можливості контролю і самоконтролю за процесом і його результатами процесу засвоєння знань, допомога в реалізації ідей диференційного і проблемного навчання.

Однак, слід зауважити, що сьогодні, говорячи про дистанційне навчання і вирішуючи проблеми його впровадження в практику, провідні шведські вчені значну увагу приділяють, в основному, аспектам інформаційного обміну, як основі випереджаючої освіти, орієнтованої на існування людини в інформаційному суспільстві.

Проблема вивчення досвіду створення і розвитку дистанційної освіти в Україні, а також в інших країнах, та можливості використання прогресивних ідей в Україні є багатоаспектною. Перспективи подальшого дослідження можуть бути пов'язані з вивченням особливостей організації дистанційної освіти, порівнянням вітчизняних і зарубіжних техноло-

гій дистанційного навчання, розробленнями новітніх форм і методів дистанційної освіти.

Шведські педагоги відмічають важливість стимулювання і мотивації позитивного ставлення до навчання. Інтерактивне спілкування студентів один з одним, з викладачем дозволяє зробити процес навчання цікавим, захоплюючим. Обговорення теоретичних питань, що виникли в процесі дискусії, спільного пошуку рішень, сприяє інтелектуальному, творчому саморозкриттю студентів. Інтерактивне спілкування – одна з провідних та найбільш популярних серед скандинавських педагогів та студентів форм навчання.

Список літератури: 1. Willén, B. Distance Education at Swedish universities / B. Willén. – Uppsala : Uppsala University 2014. 2. Rovai, A. P. Why some distance education programs fail while others succeed in a global environment / A. P. Rovai, J. R. Downey // Internet and Higher Education. – 2010. – № 13. – P. 141–147. 3. Roberts, C. Implementing Educational Technology in Higher Education : a Strategic Approach / C. Roberts // The Journal of Educators Online. – 2008. – № 5 (1). – P. 1–16. 4. HSV Frihetens pris – ett gränslöst arbete. En tematisk studie av de akademiska lärarnas och institutionsledarnas arbetssituation. Högskoleverkets rapportserie, 2008. – 22 p. 5. Brattlund, Åsa What Role of God and National Curriculum in School life. A Comparative Study of Schools with a Muslim Profile in England and Sweden / Åsa Brattlund ; IIE. – Stockholm University, 2009.

Bibliography (transliterated): 1. Willén, B. Distance Education at Swedish universities / B. Willén. – Uppsala : Uppsala University 2014. 2. Rovai, A. P. Why some distance education programs fail while others succeed in a global environment / A. P. Rovai, J. R. Downey // Internet and Higher Education. 2010. – No. 13. – P. 141–147. 3. Roberts, C. Implementing Educational Technology in Higher Education : a Strategic Approach / C. Roberts // The Journal of Educators Online. 2008. – No. 5 (1). – P. 1–16. 4. HSV Frihetens pris – ett gränslöst arbete. En tematisk studie av de akademiska lärarnas och institutionsledarnas arbetssituation. Högskoleverkets rapportserie, 2008. – 22 p. 5. Brattlund, Åsa What Role of God and National Curriculum in School life. A Comparative Study of Schools with a Muslim Profile in England and Sweden / Åsa Brattlund ; IIE. – Stockholm University, 2009.

Надійшла (received) 21.02.2015

К.І. ЛЯШЕНКО, магістр, НТУ «ХПІ»;

Р.Ф. СМОЛОВИК, професор, канд. екон. наук, НТУ «ХПІ»

ПРОЦЕСИ ОНОВЛЕННЯ ОСНОВНИХ ВИРОБНИЧИХ ЗАСОБІВ ТА ЇХ ВІДОБРАЖЕННЯ У БУХГАЛТЕРСЬКОМУ ОБЛІКУ ПІДПРИЄМСТВА

Розглянуті задачі основних засобів підприємства у процесі підвищення рівня конкурентоспроможності продукції, підвищення ефективності роботи підприємства, національної економіки в цілому, проаналізовані економічні та соціальні значення основних засобів виробництва на макро і макрорівні, а також причини, що характеризують це значення. Запропоновані деякі шляхи підвищення ефективності основних засобів виробництва. Особливо робиться акцент на їх активну частину (обладнання) з урахуванням особливості їх експлуатації в різних функціональних виробничих підрозділах підприємства.

Ключові слова: основні засоби, фактори виробництва, конкурентоспроможність, ефективність виробництва, продуктивність, питома вага, собівартість.

Вступ. У сучасних умовах основні засоби є найважливішим фактором виробництва, а в умовах інноваційної економіки та прискорення науково технічного прогресу (НТП) роль цього фактора в національній економіці істотно зростає. Процес виробництва будь-якого виду конкурентоспроможного продукту вимагає необхідну кількість основних засобів.

Основна частина. Для здійснення ефективної виробничої діяльності підприємствам потрібно постійно оновлювати основні засоби. Необхідно враховувати, що основні засоби мають не тільки економічне, але і соціальне значення на макрорівні і мікрорівні, що обумовлюється багатьма причинами.

По-перше, основні засоби є суттєвою частиною національного багатства країни, тому не тільки кількісним, але й якісним їх зростанням збільшується і національне багатство країни.

По-друге, від величини основних засобів, особливо їх якісного стану, значною мірою залежить ефективність виробництва, конкурентоспроможність вітчизняної продукції на світовому ринку.

© К.І. Ляшенко, Р.Ф. Смоліков. 2015

По-третє, від кількісного і якісного стану, особливо активної частини основних засобів залежить рівень механізації і автоматизації праці з усіма економічними і соціальними наслідками: зростанням продуктивності праці відповідної рівню розвитку НТП, покращенням умов праці, зниженням рівня фізичної та монотонної праці.

По-четверте, від величини та якісного стану основних виробничих засобів у підприємства і сфері промислового виробництва країни в цілому значною мірою залежать темпи її економічного зростання. Крім того, вирішується велика кількість соціальних задач.

По-п'яте, наявність достатньої величини основних засобів – це основа для економічної безпеки країни та її обороноздатності.

Тому, при визначенні основних засобів необхідно виходити з того, що вони є частиною активів, тобто ресурсів, контрольованих підприємством у результаті минулих подій, використання яких, як очікується, приведе до надходження економічних вигод у майбутньому [1, с.331].

У зв'язку з цим, методологічні засади формування в бухгалтерському обліку інформації про основні засоби та інші необоротні матеріальні активи, порядок розкриття цієї інформації у фінансовій звітності, визначаються Положенням (стандартом) бухгалтерського обліку 7 «Основні засоби» [2], які дозволяють виробляти не тільки їх правильний облік, динаміку, оцінку, але й аналізувати їх стан у поточний момент, величину зносу і розраховувати ефективність їх використання у процесі виготовлення продукції. Шляхом розрахунку, аналізу кількісних показників, що характеризують динаміку ефективного їх використання в умовах підприємства. Тому, необхідно відзначити різні підходи до оцінки та обліку і розрахунку амортизації в податковому і в бухгалтерському обліку. Крім того, необхідно враховувати той факт, що з точки зору міжнародних стандартів існують деякі особливості відображення основних засобів в обліку. Відповідно до «Міжнародного стандарту фінансової звітності 16» основними засобами вважаються активи, які відповідають таким критеріям: матеріальність – наявність фізичної форми; сфера дії – утримуються підприємством для використання у процесі виробництва або для постачання товарів чи послуг, для здачі в оренду іншим особам або для адміністративних цілей; тривалість очікуваного строку використання – мають використовуватись більше від одного облікового періоду [3, с. 266].

Основні засоби підприємства, які використовуються як засоби виробництва, функціонують як чинники процесу праці доти, доки зберігають свою споживчу форму, в якій вони виступають у процесі виробницт-

ва. Засоби праці утримують тривалий час у сфері виробництва за допомогою їх функції – протягом певного періоду виготовлення продукція.

Покращення використання основних виробничих засобів дозволяє без додаткових інвестицій збільшити випуск продукції, робіт, послуг та покращити техніко-економічні показники виробництва. Саме тому дослідження шляхів підвищення ефективності використання основних фондів на підприємствах України є актуальним.

Система планування організаційно-технічного розвитку на підприємстві включає комплекс різноманітних планів, які взаємодіють один з одним та спрямовані на здійснення за цілями, предметом, рівнями, змістом та періодом планування. Важливо виділити фактори, які визначають склад та зміст цього комплексу: організаційна структура та профіль інноваційної діяльності підприємства; склад інноваційних процесів, які здійснюються на вітчизняному підприємстві; рівень кооперації при проведенні інноваційних процесів; масштаби та постійність інноваційної діяльності.

Важливе значення має інвестування фінансових ресурсів у процес оновлення основних засобів. Саме тому, на наш погляд, одним з ключових завдань для підприємства є їх оновлення: модернізація, ремонт, або придбання інноваційних основних засобів.

Якщо підприємство своєчасно реагує на впровадження інноваційних основних засобів, то воно має переваги щодо ринкової позиції та отримання додаткового економічного ефекту.

Однак цей процес потребує значних фінансових ресурсів. У цих умовах особливо важливе значення має якість відображення у бухгалтерському обліку тих елементів виробництва, які впливають на створення конкурентоспроможності продукції. Для потреб бухгалтерського обліку здійснюють оцінку кожного об'єкта основних засобів – закінченого пристрою з усіма пристосуваннями і приладдям до нього або окремого конструктивно відокремленого предмета, що призначений для виконання самостійних функцій.

У зв'язку з тим, що оцінка основних засобів – це спосіб вартісного вимірювання господарських засобів та джерел їх утворення. Тому для досконального ведення їх бухгалтерського обліку дуже важливим є правильність оцінки основних засобів підприємства з урахуванням функціональних особливостей тих виробничих підрозділів підприємства, у яких вони використовуються.

Так, наприклад, в умовах науково-дослідних організацій використовується інноваційне устаткування. Однак термін його використання значно менший, ніж в умовах промислового підприємства.

Тому простої активної частини основних засобів знайдуть своє відображення у зростанні собівартості і капітальних витрат, які розраховуються на одиницю виконаних робіт, послуг. У зв'язку з цим, необхідно ураховувати фактичне навантаження обладнання. У цьому разі кількість додаткових капітальних витрат повинна коректуватися. Інтегральний коефіцієнт ($K_{ин.}$) використання обладнання може бути визначений:

$$K_{ин.} = K_e \cdot K_i,$$

де K_e – коефіцієнт використання устаткування за фактором часу;

K_i – коефіцієнт використання устаткування за фактором продуктивності.

Аналогічно вказані вище коефіцієнти повинні корегуватися з амортизаційними відрахуваннями.

Зміни накладних витрат у зв'язку з непрацездатністю устаткування ($\Pi_{пр}$) можна розрахувати:

$$\Pi_{пр} = \frac{C_{г.} \cdot K_{уд.} \cdot T_{пр.}}{\Phi_{д.}},$$

де $C_{г.}$ – річна собівартість робіт, послуг;

$K_{уд.}$ – питома вага накладних витрат собівартості робіт, послуг;

$T_{пр.}$ – час простою обладнання;

$\Phi_{д.}$ – дійсний час роботи обладнання.

Крім того необхідно корегувати капітальні витрати з урахуванням часу праці обладнання, особливо його активної частини.

Висновок. Основні засоби підприємства завжди були і є основою господарської діяльності підприємства, одним із ключових елементів процесу виробництва продукції, а отже – одним із найважливіших об'єктів обліку і звітності, що характеризує загальний майновий стан підприємства, його економічний потенціал та інвестиційну привабливість. Інноваційні машини та обладнання, нові технології надають можливість підприємству підвищувати ефективність діяльності підприємства.

Список літератури: 1. *Огійчук М.Ф.* Фінансовий та управлінський облік за національними стандартами: Підручник / *М.Ф. Огійчук, В.Я. Плаксієнко, М.І. Беленкова та ін.* К.: Алерта, 2011. 1044 с. 2. Положення (стандарт) бухгалтерського обліку 7 «Основні засоби» від 27.04.2000 р. №92 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0288-00> (дата звернення 01.03.2014 р.) 3. *Сидовська І. Б.* Бухгалтерський облік: навч. посіб / *І. Б. Садовська, Т. В. Божидарнік, К. Є. Нагірська.* К: Центр учбової літератури, 2013. – 688 с.

Bibliography (transliterated): 1. *Ohiychuk M. F.* Financial and managerial accounting for national standards: tutorial / *M.F. Ohiychuk, V. Plaksienko, M. Belenkova is engaged, etc.* – Kyiv: Alerta, 2011. 1044 p. 2. The accounting standard 7 «Primary funds» from 27.04.2000 No. 92 [electronic resource]. Access mode: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0288-0000> (date of treatment 01.03.2014 y.) 3. *Sidovskaya I.B.* accounting: study guide / *I.B. Sadovskaya, T. Bozidarnik, K.E. Nagorskaya.* – Kyiv : Center for educational literature, 2013. – 688 p.

Надійшла (received) 16.02.2015

УДК 339.116-1

А. АБДУЛАЕВ, бакалавр, НТУ «ХПИ»;

Б. МУХЕММЕДОВ, бакалавр, НТУ «ХПИ»;

Р.Ф. СМОЛОВИК, проф., канд. екон. наук, НТУ «ХПИ»

АНАЛИЗ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ КАК ОТКРЫТОЙ СИСТЕМЫ ВНУТРЕННЕГО И ВНЕШНЕГО ОКРУЖЕНИЯ

Рассмотрены задачи предприятия как открытой системы внешнего и внутреннего окружения в процессе повышения уровня конкурентоспособности продукции, эффективности работы предприятия и национальной экономики в целом; проанализированы экономические и социальные значения этапов производства на макро и микроуровне, а также причины, определяющие это значение. Предложены некоторые пути повышения финансовой устойчивости предприятия, снижения себестоимости, увеличения прибыли и уровня рентабельности. Особенно делается акцент на снижение всех видов потерь, влияющих на увеличение затрат на производство продукции.

Ключевые слова: производственная деятельность предприятия, вспомогательные операции, маркетинговый срез, управление, эффективность, внешняя среда, прибыльность, внутренне окружение, рентабельность, система.

© А. Абдулаев, Б. Мухеммедов, Р.Ф. Смолвик. 2015

Вступление. В современных условиях рыночной экономики любое предприятие, организация представляют собой открытую систему внутреннего и внешнего окружения по переработке исходных ресурсов в готовую продукцию. В этих условиях процесс изготовления изделия может быть представлен как система, «входом» которой являются материальные, трудовые, интеллектуальные, финансовые ресурсы, информация; «выходом» является готовое изделие с определенными технико-экономическими характеристиками, качественными и количественными и себестоимостью.

Основная часть. Поскольку «выход» системы совпадает с определением цели предприятия возникает необходимость определить критерий ее эффективности. В качестве критерия используется показатель характеризующий соотношение «доходы-затраты». Затраты на изготовление изделия должны снижаться при улучшенных характеристиках изделия; однако затраты могут несколько повышаться, но при более значительной степени повышения технико-экономической характеристики изделия. Моделирование процесса изготовления изделия начинается с выделения отдельных подсистем рассматриваемой системы и составления принципиальных взаимосвязей, в которых проявляется функционирование данного объекта. Такими основными подсистемами являются: подсистема конструктивного исполнения, технологии производства продуктов, подсистема организации производства и управления, организации труда (рис. 1). Внутренняя среда предприятия, организации является источником ее экономического потенциала, который дает возможность им эффективно функционировать и выживать в конкурентной рыночной среде. Внешняя среда предприятия является источником, который обеспечивает организацию ресурсами, необходимыми развития ее внутреннего потенциала.

Любая организация, предприятие находятся в состоянии постоянного обмена с внешней средой, обеспечивая тем самым себе возможность выживания. Однако ресурсы внешней среды всегда находятся в дефиците. Задача стратегического управления заключается в обеспечении такого взаимодействия организации с внешней и внутренней средой, которое позволяло бы предприятию эффективно функционировать, со-

храняя свой экономический потенциал на необходимом уровне, для достижения ее целей в долгосрочной перспективе.

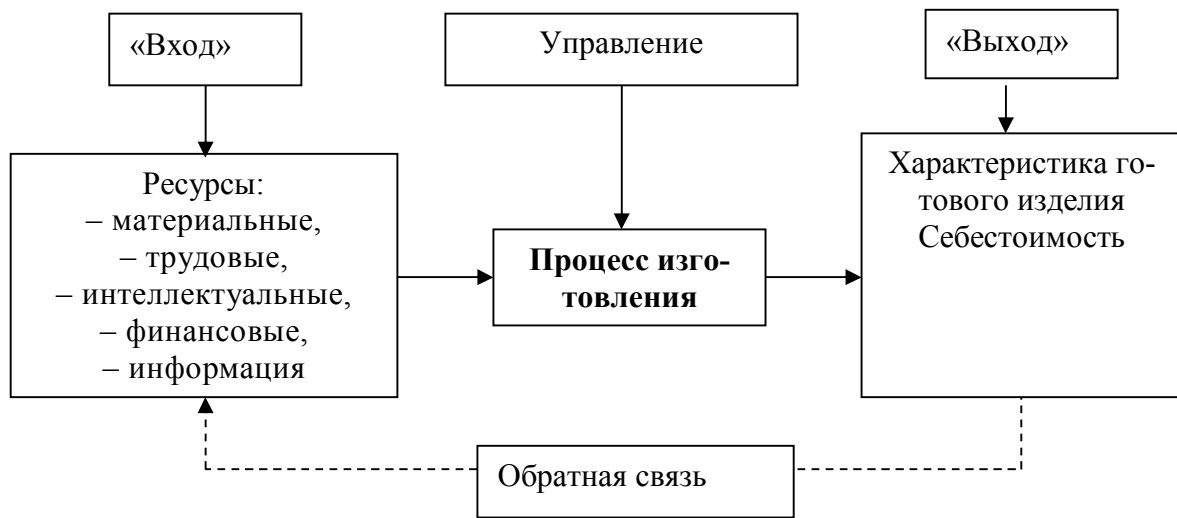


Рис. 1. Предприятие как открытая система внутреннего и внешнего окружения

Анализ факторов внешней среды прямого действия состоит в изучении потребителей, поставщиков, конкурентов и действующего законодательства. Изучение потребителей продукции дает возможность определить, для кого будет изготавливаться продукция; выяснить, какой продукт более всего пользуется спросом у потребителя, на какой объем реализации продукции организация может рассчитывать, может ли быть расширен круг покупателей и т.п. Изучение элементов внешнего окружения направленно на анализ тех аспектов деятельности, от которых зависит эффективность работы предприятия. Изучение конкурентов предусматривает выявление их сильных и слабых сторон и разработку стратегии конкурентной борьбы в условиях рыночной среды. Анализ и оценка внутреннего потенциала предприятия состоят в изучении его внутренней среды, в выявлении его сильных и слабых сторон. Внутренняя среда имеет несколько срезов, которые характеризуют потенциал организации: маркетинговый, финансовый, производственный, кадровый.

Маркетинговый срез охватывает процессы и элементы, связанные с реализацией продукции: доля рынка, которую занимает предприятие и его конкурентоспособность; ассортимент и качество изделий; рыночная демо-

графическая статистика; рыночные исследования и разработки; предпродажное и послепродажное сервисное обслуживание потребителей; эффективный сбыт, реклама и продвижение товаров на рынке и др.

Финансовый срез – это процессы, связанные с обеспечением эффективного использования и движения денежных средств на предприятии: обеспечение ликвидности и прибыльности; создание инвестиционных возможностей для развития предприятия и т.п. Производственный срез предусматривает: оценку прогрессивности используемого оборудования, эффективности схем движения материалов и комплектующих; контроль качества продукции; степень использования имеющихся производственных мощностей и т.п.

Кадровый срез охватывает уровень укомплектованности предприятия трудовыми ресурсами по количественным и качественным характеристикам; системы мотивации и оплаты труда. Результаты оценки состояния внутренней среды предприятия позволяют определить его «сильные», «слабые» стороны, «угрозы» и «возможности» и возможности дальнейшего развития на основе разработанной стратегии, с учетом представленных характеристик производственной деятельности предприятия. К сильным сторонам хозяйственной предприятия относят: сильные рыночные позиции; большие объемы производства продукции; наличие уникальной технологии; преимущества в сфере расходов материальных ресурсов, необходимых для изготовления продукции; высокую квалификацию работников предприятия; положительный имидж; наличие инноваций и возможности их реализации; изобретательность в функциональных сферах деятельности; стойкое финансовое положение; доступ к закрытым для широких масс источникам информации; возможность привлечения редчайших ресурсов; защищенность от сильной конкуренции. К слабым сторонам предприятия относят: неопределенность стратегических направлений; неспособность финансировать необходимые изменения стратегии; устаревшую технологию; низкую прибыльность; чрезмерную централизацию управления предприятием; отсутствие необходимой квалификации и компетенции у работников; отставание в области исследований и разработок; отсутствие эффективной системы контроля; неэффективные системы мотивации и оплаты труда;

слабую маркетинговую деятельность и т.п. Анализ только внутреннего среды не дает полной картины позиции предприятия в конкурентной борьбе. Часто предприятие не способно использовать свой потенциал для укрепления собственных позиций из-за неблагоприятных обстоятельств внешней среды. Поэтому анализ внутренней среды необходимо объединять с анализом внешней, что дает возможность оценить рыночные позиции предприятия в процессе осуществления различных видов производственной деятельности.

Под обычной производственной деятельностью понимают любой вид основной деятельности предприятия, а также вспомогательные операции, обеспечивающие обычную производственную деятельность или возникающие в результате ее выполнения.

Выводы. Любое предприятие, организация представляют собой открытую систему внутреннего и внешнего окружения по переработке исходных ресурсов в готовую продукцию поэтому нуждаются в постоянном процессе поиска резервов, направленных на повышение эффективности хозяйственной деятельности.

Список литературы: 1. Методика добутку поглибленого аналізу фінансово-господарського стану неплатоспроможних підприємств й організацій – Галицькі контракти №40, 2001. 2. *Кавторева Я.* Бухгалтерський облік: збірник систематизованого законодавства / *Я. Кавторева, В. Кузнєцов.* – Х.: Фактор, 2007. – 704 с. 3. *Балабанов И.Т.* Основы финансового менеджмента. М.: Финансы и статистика, 2000. – 524 с. 4. *Перерва П.Г.* Управление маркетингом на машиностроительном предприятии. – Х.: Основа, 2005. – 234 с.

Bibliography (transliterated): 1. Methods of works of an in-depth analysis of the financial and economic state of insolvent companies and organizations-Galichi contracts № 40, 2001. 2. *Kavtoreva I.* Accounting: Handbook of systematic legislation / *I. Kavtoreva, V. Kuznetsov.* Kharkov.: Factor 2007. – 704 p. 3. *Balabanov I.T.* Fundamentals of financial management. – Moscow: The finance and statistics, 2000. –524 p. 4. *Pererva P.G.* Marketing management in a machine-building company. – Kharkov: Foundation, 2005. – 234 p.

Поступила (received) 16.02.2015

А. ДЖУМАБАЄВА, бакалавр, НТУ «ХПИ»;

С. ШАКУЛИЄВА, бакалавр, НТУ «ХПИ»;

Р.Ф. СМОЛОВИК, професор, к.е.н., НТУ «ХПИ»

АНАЛІЗ ДЕЯКИХ НАПРЯМКІВ ПІДВИЩЕННЯ ФІНАНСОВОЇ СТІЙКОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

У статті розглянуті деякі шляхи підвищення ефективності роботи підприємства на базі одержання більшого прибутку, підвищення фінансової стійкості підприємства, рівня рентабельності його господарської діяльності. Розглянуто значення прибутку як найважливішого абсолютного показника ефективності господарської діяльності й рентабельності як відносного показника результатів його господарської діяльності. Проаналізовано пріоритетні шляхи використання прибутку в умовах промислового підприємства не залежно від форм його власності.

Ключові слова: прибуток, рентабельність, ефективність, фінансова стійкість, собівартість, фінансові результати, реалізація продукції.

Вступ. Однією з найважливіших проблем, які вирішують вітчизняні підприємства, є недостатня ефективність організації процесом керування фінансовими ресурсами. Особливо гострої дана проблема стає в умовах глобалізації економічних систем.

Постановка завдання й ціль дослідження. Розвиток ринкових відносин у сучасних умовах значно підвищує відповідальність підприємств у процесі підготовки й прийнятті управлінських рішень, що забезпечують ефективність виробничої, інвестиційної й фінансової діяльності підприємства, що виражається в досягнутих фінансових результатах.

Викладання основного матеріалу дослідження. Метою аналізу фінансових результатів господарської діяльності підприємства є пошук резервів, спрямованих на підвищення ефективності його діяльності, рівня рентабельності виробництва й зміцнення його фінансового стану як основи стабільної роботи підприємства й виконання їм зобов'язань перед бюджетом, банками й другими фінансовими установами.

Економічний аналіз фінансових результатів господарської діяльності підприємства починається з аналізу й оцінки його фінансового стану на основі даних балансу.

© А Джумабаєва, С. Шакулієва, Р.Ф. Смоліков. 2015

Для аналізу фінансового стану підприємства за даними балансу, необхідно використати порівняльні дані, які охоплюють два планових періоди й більше. Аналізуючи тенденції, можна знайти кошовні ключові моменти щодо важливих факторів, що роблять вплив на фінансові результати господарської діяльності підприємства. Аналіз структури статей балансу й динаміка їхніх змін проводиться за допомогою одного з наступних способів:

- аналіз безпосередньо по балансі без попередньої зміни балансових статей;

- складання ущільненого порівняльного аналітичного балансу шляхом агрегування деяких однорідних по складу елементів балансових статей;

- проведення додаткового коректування балансу на індекс інфляції з наступним агрегуванням статей у необхідному аналітичному розрізі.

Аналіз по балансу – досить трудомістка й частіше малоефективна процедура, тому що занадто велика кількість розрахункових показників не дозволяє виділити головні тенденції в зміні фінансового стану підприємства.

Узагальнюючим фінансовим результатом господарської діяльності підприємства є прибуток, рівень рентабельності. Значення показника прибутку обумовлене тим, що з однієї сторони він залежить, в основному, від кінцевих результатів господарської діяльності підприємства; впливає на підвищення економічної зацікавленості працівників в ефективному використанні всіх видів ресурсів: матеріальних, трудових, фінансових, інтелектуальних. Крім того прибуток служить найважливішим джерелом формування: державного бюджету, за рахунок відрахування від прибутку, формування місцевого бюджету, а також головним джерелом технічного й соціального розвитку підприємства, оскільки прибуток підприємства залишається в його розпорядженні, – головне джерело формування всіх його фондів економічного стимулювання.

Фінансовий результат в основному враховує два фактори господарської діяльності – доходи підприємства, одержувані в результаті реалізації продукції, робіт, послуг і витрати, необхідні для їхнього виготовлення. Розмір одержаного прибутку та рівень рентабельності має важли-

ве значення в діяльності підприємства. Ці показники мають вплив на формування фінансових ресурсів підприємства, на збільшення його ринкової вартості, на ефективність виробничої діяльності та, як наслідок, на рівень економічного розвитку держави.

Практика промислових підприємств дозволяє зробити висновок, що необхідною умовою вдосконалення механізму формування та використання прибутку кожного підприємства є розрахунок потреби прибутку. Економічне обґрунтування останнього проводиться на основі детального планування окремих напрямів використання грошових коштів для досягнення стратегічних цілей діяльності підприємства. Також розрахунок потреби прибутку має бути підкріплений реальними можливостями підприємства щодо отримання необхідного розміру прибутку. Тому під час розподілу прибутку треба визначити обґрунтовані пріоритети його розподілу з урахуванням обмеженості ресурсів, та визначити конкретні цілі, для досягнення яких будуть мобілізуватися ресурси підприємства.

Таким чином, на нашу думку, основними напрямками покращення цільової структури використання прибутку на підприємстві є: розробка детального плану використання та розподілу прибутку підприємства з конкретними датами та визначенням кошторисом; створення умов діяльності підприємства, при яких прибуток, що розподіляється підприємством, не буде використовуватися для сплати штрафних санкцій; визначення пріоритетного шляху використання прибутку – капіталізації коштів, що призведе до подальшого розвитку підприємства та покращення фінансових результатів від його діяльності; оптимізація розміру коштів, що спрямовуються на фонд споживання, зокрема грошових коштів, призначених для матеріального заохочення працівників, що сприятиме підвищенню продуктивності праці і, як наслідок, величини прибутку у майбутніх періодах, а також соціального розвитку підприємства; та ін.

Необхідно відмітити, що одним із важливих резервів росту прибутку підприємства являється збільшення об'єму реалізації товарної продукції, зниження собівартості, поліпшення якості продукції. Між прибутком й об'ємом реалізації продукції існує пряма залежність: тобто чим більше продукції реалізується, при інших рівних умовах, тим більшою є сума прибутку, і навпаки, невиконання плану з реалізації продукції зме-

ншує величину прибутку. Крім того збільшення прибутку підприємства внаслідок розвитку виробничої діяльності дає змогу підприємству мати фінансові засоби на його виробничий та соціальний розвиток, матеріальне заохочення працівників.

Розрахунок збільшення чистого прибутку від збільшення обсягу реалізації продукції має вигляд:

$$\Delta\text{ЧП} = \text{ЧП}' - \text{ЧП}_0,$$

де $\Delta\text{ЧП}$ – зміна чистого прибутку;

$\text{ЧП}'$ – плановий чистий прибуток;

ЧП_0 – чистий прибуток у звітному періоді.

Розрахунок рівня рентабельності діяльності підприємства (R_d) по чистому прибутку має вигляд:

$$R_d = \frac{\text{ЧП}}{\text{ЧД}} \times 100\%,$$

де ЧП – чистий прибуток, ЧД – чистий дохід від реалізації продукції.

Необхідно враховувати той факт, що зниження собівартості виготовленої продукції є найважливішим фактором росту прибутку. У зниженні собівартості продукції найбільш повно відображається ефективність використання матеріальних, трудових та фінансових ресурсів, якими розпоряджається підприємство. Зниження собівартості – необхідна умова стабілізації цін, економічного процвітання будь-якого підприємства, джерело накопичень фінансових ресурсів для прискорення соціально-економічного розвитку держави, суспільства, підвищення якості життя населення.

Висновки. Узагальнюючим фінансовим результатом господарської діяльності підприємства є прибуток, рівень рентабельності. Значення показника прибутку обумовлене тим, що з однієї сторони він залежить, в основному, від кінцевих результатів господарської діяльності підприємства; впливає на підвищення економічної зацікавленості працівників в ефективному використанні всіх видів ресурсів: матеріальних, трудових, фінансових, інтелектуальних. Необхідно враховувати той факт, що зниження собівартості виготовленої продукції є найважливішим фактором росту прибутку. Таким чином, підвищення прибутковості, рівня рентабельності підприємства та його стратегічного розвитку потребує вдоскона-

лення механізму формування, розподілу та використання прибутку; однак, рішення цих завдань потребує сформуванню необхідний обсяг інвестиційних ресурсів.

Список літератури: 1. Кононенко О. Аналіз фінансової звітності. – Х.: Фактор, 2003. 2. Всеукраїнський бухгалтерський щотижневик «Баланс» №11 (396), 12 березня 2002 р. – С. 104-106. 3. Методичний посібник Облік на підприємствах – Баланс – Клуб 2004 р. – № 4 квітень 2004 с. 4. Об утверждении Порядка представления финансовой отчетности: Постановление Кабинета Министров Украины от 28.02.2000 г. №419. 5. Балабанов И.Т. Основы финансового менеджмента. М.: Финансы и статистика, 2000. – 524 с.

Bibliography (transliterated): 1. O. Kononenko. Financial statement analysis. – Kharkiv: Factor, 2003. 2. All-Ukrainian business weekly «balance» No. 11 (396), March 12, 2002. – P. 104-106. 3. Manual Accounting in enterprises-balance-Club 2004, 2005. – No. 4 April 2004, p. 204. 4. On approval of the procedure for the presentation of financial statements: the Cabinet of 28.02.2000, No. 419. 5. Balabanov I.T. Fundamentals of financial management. – Moscow : The finance and statistics, 2000. – 524 p.

Надійшла (received) 16.02.2015

УДК 339.117

М. АННАМАММЕДОВ, спеціаліст, НТУ «ХПИ»;

А.В. ФАДЄЄВ, канд. техн. наук, доцент, НТУ «ХПИ»

ЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ОБЛІКУ ОСНОВНИХ ЗАСОБІВ ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ ПІДПРИЄМНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Розглянуто завдання основних засобів підприємства не тільки в процесі виготовлення різних видів продуктів, але й при наданні різного виду послуг з ремонту встаткування. Проаналізовано різні шляхи підвищення ефективності використання основних засобів підприємства як із застосуванням способів автоматизації, механізації, так і шляхи їхнього відтворення. Проаналізовано методи обліку основних засобів в умовах промислового підприємства при зміні вартості основних засобів у процесі РЄ їхньої експлуатації; запропоновані деякі заходи щодо вдосконалення обліку з використанням автоматизованих систем.

Ключові слова: основні засоби, підвищення ефективності, облік основних засобів, модернізація, продуктивність, амортизація, автоматизація обліку.

© М Аннамаммедов, А.В. Фадєєв. 2015

Вступ. В умовах ринкової економіки важливого значення набуває процес надання різних видів сервісних послуг, пов'язаних з ремонтом різного виду техніки при високій якості виконуваних робіт. Однак досягнення високого рівня якості надаваних послуг можливо тільки за умови високого рівня якості вихідних матеріалів, високого рівня кваліфікації працюючих, високого якості застосовуваного встаткування. У цих умовах особливі вимоги за рівнем якості повинні бути пред'явлені до основних засобів, особливо до їхньої активної частини, за допомогою якої вихідні ресурси перетворюються в готовий продукт або послугу.

Постановка задачі та ціль дослідження. Підвищення ефективності суспільного виробництва нерозривно пов'язане з ростом технічної озброєності, створенням знарядь і засобів праці з високими споживчими властивостями.

Світова й вітчизняна практика ринкового механізму господарювання дозволяє зробити висновок, що якісне перетворення системи керування раціональним використанням основних засобів має винятково важливе значення, особливо в кризовій ситуації.

Основна частина. Основні засоби можуть вибувати з сфери діяльності підприємства внаслідок безкоштовного передання юридичній чи фізичній особі обладнання чи інвентарю, закінчення строку їх служби, повного зношення об'єкта обліку, реалізації через недоцільність подальшого використання, в результаті морального зношення, а також унаслідок руйнування. Записи в бухгалтерському обліку за вибуттям основних засобів здійснюються на підставі акта вибуття. Тому для списання з балансу основних засобів створюється постійно діюча комісія. За функціональним призначенням розрізняють операційні основні засоби, що беруть безпосередню участь у виробництві продукції або сприяють її здійсненню, і неопераційні основні засоби, що не беруть безпосередньої або опосередкованої участі у діяльності підприємства.

Метою обліку основних засобів та нематеріальних активів є: правильне і своєчасне документування і відображення операцій за їх рухом та збереженням. На практиці наказом керівника підприємства призначається особа, відповідальна за збереження основних засобів, з якою укладається угода про матеріальну відповідальність згідно з чинним законо-

давством. Кожному інвентарному об'єкту незалежно від того, перебуває він в експлуатації чи в запасі, надається відповідний інвентарний номер, який проставляється на предметі та в інвентарній картці, або в книзі обліку основних засобів та нематеріальних активів, якщо кількість об'єктів незначна (кілька десятків найменувань). Картки розміщуються в картотеці за групами однорідних предметів. Надані номери зберігаються за об'єктом на весь період його перебування в певній установі. Інвентарні номери об'єктів, що вибули, не можуть бути передані іншим об'єктам. Інвентарні номери основних засобів мають відрізнятися від інвентарних номерів малоцінних та швидкозношуваних предметів. Установлюючи інвентарний номер предмета, рекомендується включати в нього номер балансового рахунка. Облік основних засобів в інвентарних картках, а також в інвентарній книзі обліку основних засобів та нематеріальних активів називається аналітичним. Записи в інвентарній книзі здійснюються на кожний об'єкт окремо. Допускається ведення інвентарних карток на групу однорідних об'єктів, одночасно придбаних та однакової вартості. Картки об'єктів основних засобів, що не експлуатуються, групуються окремо. Якщо облік ведеться в автоматизованому режимі, то матеріали звірки даних аналітичного обліку з синтетичним роздруковуються на перше число кожного місяця. Зміна первісної вартості основних засобів допускається лише в разі добудови, дообладнання, реконструкції, частково ліквідації об'єктів, а та переоцінки та індексації. Проіндексовані об'єкти основних засобів згідно з «Відомістю індексації балансової вартості основних фондів та їх зношення» записуються за відновною вартістю в розділ картки «Добудовування, доустаткування, модернізація, переоцінка, індексація».

Інвентарна книга (картка) обліку основних засобів наприкінці року не закривається, і записи в ній продовжуються в новому році. Але після завершення звітного року в книзі робиться відмітка про звірку аналітичного обліку з синтетичним станом на 1 січня року, яка підтверджується підписом головного бухгалтера чи іншою відповідальною особою.

Серед широкого кола питань, які завжди необхідно вирішувати промисловим підприємствам, на першому плані встає проблема підвищення економічного зростання виробництва. Тому важливе значення набуває

проблема інноваційного розвитку промисловості, яка не може бути вирішена без оновлення основних засобів підприємства, установи.

Основні напрямки поліпшення показників використання основних засобів підприємства можна розглядати як з погляду їхнього інтенсивного використання, так і екстенсивного. Інтенсивне використання встаткування припускає:

1. Використання новітніх досягнень науково-технічного прогресу при створенні й модернізації знарядь і засобів праці. Нове й модернізоване встаткування повинне мати більше високі якісні характеристики, забезпечувати збільшення продуктивності за рахунок підвищених швидкостей різання, потужності, збільшення ступеня механізації й автоматизації робіт, удосконалювання керування механізмами й ін. На сучасному етапі розвитку виробництва найважливішого значення набуває широке впровадження засобів комплексної автоматизації й роботизації. Їхнє використання дозволить повністю виключити ручна праця й значно підвищити продуктивність праці. При аналізі зазначених заходів щодо даним звітності про розвиток і впровадження організаційно-технічних заходів дається їхня коротка характеристика, обсяг впровадження, витрати на впровадження й економічний результат, виражений в економії матеріальних, трудових, фінансових ресурсах, тобто, в приватних показниках, крім того проводиться загальна оцінка ефективності організаційно-технічних заходів. Про виконання плану науково-технічних заходів підприємства судять по статистичній звітності бухгалтерського й оперативного обліку. Поряд з визначенням річного економічного ефекту можуть розраховуватися показники: приріст прибутку, зниження собівартості, приріст продуктивності праці, одержувані за рахунок впровадження організаційно-технічних заходів. Однак необхідно відзначити, що статистична й бухгалтерська звітність не містить достатньої кількості даних для проведення аналізу впливу впровадження організаційно-технічних заходів на планові економічні показники виробництва. За даними звітних форм не можна, наприклад, визначити величину впливу організаційно-технічних заходів на підвищення продуктивності праці, фондоемкості продукції, величину економії фонду заробітної плати й ін.

2. Застосування передової технології, використання прогресивних технологічних процесів сприяє не тільки підвищенню якості продукції,

але й, як правило, зниженню трудомісткості робіт. Немаловажне значення має також та обставина, що впровадження прогресивної технології дозволяє поліпшити використання матеріальних ресурсів, у першу чергу металів, у тому числі срібла, наприклад, електротехнічна промисловість відчуває певний дефіцит.

3. Зниження маси й габаритних розмірів машин, раціональне розташування встаткування у виробничому процесі дозволяє зменшити виробничі площі, займані встаткуванням, у результаті чого з'являється можливість установити додаткове встаткування й збільшити випуск продукції.

Висновки.

Усе викладене вище дозволяє зробити висновки, що раціональне удосконалення бухгалтерського обліку основних засобів буде впливати не тільки на оцінку рівня їх ефективного використання, але й на фінансові результати усієї господарської фінансову діяльності. Тому виникає необхідність не тільки підвищення ефективного використання основних засобів, але і удосконалення системи бухгалтерського обліку, аудиту основних засобів підприємства незалежно від форм власності.

Список літератури: 1. *Засухин А.Г.* Интенсификация производства. – М.: Феникс, 2007. – 118 с. 2. *Кваша Я.Б.* Фондоёмкость производства. – М.: Феникс, 2006. – 108 с. 3. Инструкция по инвентаризации основных средств, нематериальных активов, товарно-материальных ценностей, денежных средств и документов и расчетов, утверждена приказом Министерства финансов Украины от 11.08.94 г. № 69.

Bibliography (transliterated): 1. *Zasuhin A.G.* Intensification of production. – Moscow : Phoenix, 2007. – 118 p. 2. *Kvasha J.B.* Fondoemkost' production. – Moscow : Feniks, 2006. – 108 p. 3. Instruction on inventory of fixed assets, intangible assets, inventories, cash and documents and calculations, approved by order of the Ministry of Finance of Ukraine of 11.08.94 № 69.

Надійшла (received) 16.02.2015

ЗМІСТ

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ Й НАУКОВІ РОЗРОБКИ

1. **БУХКАЛО С.І.** Основні складові комплексних підприємств енергетичного міксу 3
2. **УЛЬЄВ Л.М., МААТОУК А.** Экстракция технологических данных процессов разделения широкой фракции легких углеводородов и пропан-пропиленовой фракции 22
3. **НЕТРЕБА А.О., ГЛАДКИЙ Ф.Ф., ЛИТВИНЕНКО О.А., САДОВНИЧИЙ Г.В., ЛЕВЧУК І.В., КИЩЕНКО В.А.** Нові перспективи в технології видалення воскоподібних речовин із соняшникової олії 29
4. **БАБАК Т.Г., РЯБОВА И.Б., ОРОБЕЙ А.Н.** Обследование работы выпарной установки концентрирования сахарного сока 36
5. **АРУТЮНЯН Т.В., ТИМЧЕНКО В.К., ТРОЩЕНКО О.М.** Ячмінно-солодовий екстракт – функціональний інгредієнт м'яких маргаринів 43
6. **МЕЛЬНИК А.П., ПАПЧЕНКО В.Ю., МАТВЄЄВА Т.В., КРАМАРЕВ С.О., МАЛІК С.Г.**, Дослідження одержання поверхнево-активних циклічних азотовмісних органічних речовин 51
7. **НЕКРАСОВ П.А., ДАНИЛОВА Л.А., БЕРЕЗКА Т.А., ИВАНЕНКО Д.И.** Новая технология использования CO₂-экстракта хмеля в пивоварении 58

МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ

8. **П.Ф. ПЕТИК, І.П. ПЕТИК**, Наукове обґрунтування раціональної концентрації соапстоків при нейтралізації жирів в системі селективних розчинників 69
9. **МОЛЬЧЕНКО С.М., ДЕМІДОВ І.М., ВЕДЬ В.Є.** Одержання жирних кислот з соапстоку шляхом розкладання мила карбонатною кислотою 76
10. **КРИЧКОВСЬКА Л.В., АНАН'ЄВА В.В.** Використання загусників некрохмальної природи в рецептурі емульсійного продукту функціонального призначення 83
11. **МАРЧЕНКО В.С., КРИЧКОВСЬКА Л.В., БЕЛІНСЬКА А.П.** Обґрунтування комплексу антиоксидантів для стабілізації косметичного крему 89
12. **БАБАК Т.Г., ДЕМИРСКИЙ А.В., РЯБОВА И.Б., ОРОБЕЙ А.Н.** Модернизация выпарной установки концентрирования сахарного сока 95
13. **БУХКАЛО С.І., ОЛЬХОВСЬКА О.І.** Основні складові комплексних підприємств енергетичного міксу 103

ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ЯК ЗАДАЧІ

ТА ТЕХНОЛОГІЇ ІННОВАЦІЙ

14. **ФРОЛОВА Н.Е., КАРПУТІНА М.В., БЕРЕЗКА Т.О.** Ефірна олія *Nepeta cataria* як основа виробництва натуральних ароматизаторів для харчової промисловості 109
15. **МАТВЄЄВА Т.В.** Розробка сумішей олій стійких до окиснення 119
16. **БАБАК Т.Г., РЯБОВА И.Б., РЕЗАНОВ А.** Тепловая интеграция процесса разделения гетероазеотропной смеси фурфурол – вода на двух колоннах 126
17. **ОМЕЛЬЧЕНКО В.С.** Наукове обґрунтування параметрів іммобілізації амілолітичних ферментів на мікрочасточки Fe₃O₄ 131
18. **КУЗНЕЦОВА Л.Н.** Мак – рентабельная сельхозкультура 137
19. **АЛАЛИ М.** Способи отримання наносорбентів на основі вуглецевих матеріалів 142
20. **ДЕМІДОВ І.М., СИТНІК Н.С., МАЗАЄВА М.С., ВЕДЬ В.Є.** Дослідження зміни триацилгліцерольного складу соняшникової олії в процесі переетерифікації 148
21. **ЛЮБАВИНА О.О., ДЕМИДОВА А.О., АКСЬОНОВА О.Ф., ПАПЕНКО Г.С.** Підготовка сировини для виробництва ароматизованої мінеральної води 154

ІННОВАЦІЙНІ ЗАХОДИ РІЗНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ У НАВЧАННІ

22. **АГЕЙЧЕВА А.О.** Досвід реформування дистанційного навчання Швеції у вищих навчальних закладах України 160
23. **ЛЯШЕНКО К.І., СМОЛОВИК Р.Ф.** Процеси оновлення основних виробничих засобів та їх відображення у бухгалтерському обліку підприємства 168
24. **АБДУЛАЕВ А., МУХЕММЕДОВ Б., СМОЛОВИК Р.Ф.** Анализ хозяйственной деятельности предприятия как открытой системы внутреннего и внешнего окружения 172
25. **ДЖУМАБАЄВА А., ШАКУЛИЄВА С., СМОЛОВИК Р.Ф.** Аналіз деяких напрямків підвищення фінансової стійкості підприємства 177
26. **АННАМАММЕДОВ М., ФАДЄЄВ А.В.** Значення раціонального обліку основних засобів підприємства в умовах підприємницької діяльності 181
- ЗМІСТ** 186
- РЕФЕРАТИ** 188
- РЕФЕРАТЫ** 195
- ABSTRACTS** 187

РЕФЕРАТИ

Основні складові концепції комплексних підприємств енергетичного міксу / С.І. Бухкало // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ». 2015. – № 7 (1116). – С. 3–19. Бібліогр.: 21 назв. – ISSN 2220-4784.

У роботі розглянуті питання дослідження хіміко-технологічних задач з метою розробки науково-обґрунтованої концепції інтегрованих процесів комплексних підприємств енергетичного міксу утилізації полімерних відходів як частини твердих побутових відходів. Показані можливості вирішення цих задач із застосуванням методів математичного моделювання процесів і урахуванням зміни фізико-хімічних, молекулярних, хімічних і структурно-механічних характеристик полімерних матеріалів при експлуатації. Основна мета розробки – вибір екологічно безпечних енергоефективних і ресурсозберігаючих способів виробництва полімерної продукції нового асортименту з вторинної полімерної сировини, проектування ефективного обладнання для реалізації її випуску. При цьому вказані можливі напрямки утилізації полімерних відходів які не підлягають повторній переробці.

Ключові слова: енергетичний мікс, утилізація, полімерні відходи, термін експлуатації, ідентифікація, критерії оцінювання, науково-обґрунтовані технологічні процеси

УДК 338.45:662.276

Экстракция технологических данных процессов разделения широкой фракции легких углеводородов и пропан-пропиленовой фракции / Л.М. Ульянов, А. Маатюк // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ». 2015. – № 7 (1116). – С. 22–28. Бібліогр.: 6 назв. – ISSN 2220-4784.

Потенциал энергосбережения в процессах стабилизации ППФ, разделения ППФ и разделения ШФЛУ, исследуется в данной работе. Определены все технологические потоки, которые необходимы для интеграции процессов. Для уточнения теплофизических данных потоков, построена компьютерная модель процесса в программе UniSim. На основании анализа технологической схемы, собраны теплофизические данные технологических потоков, которые систематизированы и занесены в потоковую таблицу.

Ключевые слова: технологическая схема, пинч-анализ, потоковая таблица, легкие углеводороды, UniSim Design.

УДК 665.36

Нові перспективи в технології видалення воскоподібних речовин із соняшникової олії / А.О. Нетреба, Ф.Ф. Гладкий, О.А. Литвиненко, Г.В. Садовничий, І.В. Левчук, В.А. Кіщенко // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ». 2015. – № 7 (1116). – С. 29–35. Бібліогр.: 8 назв. – ISSN 2220-4784.

Розглянуто можливість створення вдосконаленої технології виморожування соняшникової олії, а саме поліпшення технологічних стадій кристалізації воскоподібних речовин і фільтрування суспензії за допомогою волокнистих фільтруючих матеріалів на основі полісульфону. Інтенсифікацію всіх технологічних стадій процесу виморожування здійснено за рахунок електромагнітної обробки соняшникової олії, що йде за принципом прилипання негативно заряджених частинок воскоподібних речовин до позитивно заряджених волокон полімерного фільтрматеріалу. Таке впровадження відкриває шляхи до скорочення тривалості кристалізації воскоподібних речовин, спрощення процесу фільтрування суспензії та дозволяє отримати олію вищого ґатунку. Розроблено технологічну схему та фільтрапарат для вилучення воскоподібних речовин. Ефективність видалення воскоподібних речовин підтверджено методом високотемпературної газорідинної хроматографії.

Ключові слова: соняшникова олія, виморожування, кристалізація, фільтрування, електромагнітне поле, хроматографія.

УДК 66.012.45:664.1.048

Обстеження роботи випарної установки концентрування цукрового соку / Т.Г. Бабак, І.Б. Рябова, А.М. Оробей // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у

наукових роботах студентів. – Х.: НТУ «ХП». 2015. – № 7 (1116) – С. 36–42. Бібліогр.: 9 назв. – ISSN 2220-4784

З метою підвищення енергоефективності цукрового виробництва було проведено аналіз процесу утилізації тепла на установці випарювання освітленого цукрового соку. Було ідентифіковано усереднені дані теплових потоків, що беруть участь у рекуперації теплової енергії, і обстежено режими роботи теплообмінних апаратів. Отримані дані було оброблено за допомогою засобів пінч-аналізу. В статті показано, що внаслідок існування перехресного теплообміну порушується мінімальна температурна різниця в теплообмінних апаратах, що є достатньою для рекуперації даної кількості тепла, що свідчить про завищення поверхні теплообміну в існуючій схемі. Враховуючи, що отримане значення мінімальної температурної різниці є великим, зроблено висновок про можливість модернізації схеми рекуперації з метою зменшення споживання утиліт.

Ключові слова: випарна установка, пінч-технологія, складові криві, потужність рекуперації, мінімальна температурна різниця.

УДК 664.315.6

Ячмінно-солодовий екстракт – функціональний інгредієнт м'яких маргаринів / Т.В. Арутюнян, В.К. Тимченко, О.М. Трощенко // Вісник НТУ «ХП». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХП». 2015. – № 7 (1116). – С. 43–50. Бібліогр.: 9 назв. – ISSN 2220-4784

У статті визначено перспективність створення харчових функціональних продуктів з використанням рослинних інгредієнтів, зокрема ячмінно-солодового екстракту, який успішно використовується в оздоровчо-профілактичному харчуванні здорових людей з метою поліпшення обмінних процесів в організмі. Удосконалено сучасну технологію виробництва м'якого маргарину на обладнанні фірми «Alfa Laval», яке широко використовується на підприємствах оліє-жирової галузі України. З метою підвищення стабільності маргаринової емульсії при зберіганні, за рахунок уповільнення перекристалізації жиру, додатково у водну фазу був введений ячмінно-солодовий екстракт. Розроблено покращену рецептуру м'якого маргарину «Вітамінний» 82% жирності з поліпшеною кристалічною структурою та подовженим терміном зберігання.

Ключові слова: харчові функціональні продукти, ячмінно-солодовий екстракт, м'який маргарин

УДК 664.3:547

Дослідження одержання поверхнево-активних циклічних азотовмісних органічних речовин / А.П. Мельник, В.Ю. Панченко, Т.В. Матвєєва, С.О. Крамарев, С.Г. Малік // Вісник НТУ «ХП». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХП». 2015. – № 7 (1116). – С. 125–132. Бібліогр.: 15 назв. – ISSN 2220-4784.

В работе проведено исследование реакции взаимодействия триацилглицеринов подсолнечного масла с β -гидроксиэтилэтилендиамином. Исследовано получение алкилимидазолинов реакцией амидирования. Найдены условия реакции, а именно мольное отношение исходных реагентов, температура и продолжительность реакции, при которых достигается максимальная концентрация алкилимидазолинов.

Ключевые слова: триацилглицерины, подсолнечное масло, β -гидроксиэтилэтилендиамин, реакция, мольное отношение, алкилимидазолин. амидирование.

УДК 663.4

Нова технологія використання CO₂-екстракта хмелю у пивоварінні / П.О. Некрасов, Л.А. Данилова, Т.О. Березка, Д.І. Іваненко // Вісник НТУ «ХП». Серія: Інноваційні

дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХП». 2015. – № 7 (1116). – С. 58–68. Бібліогр.: 7 назв. – ISSN 2220-4784.

У статті надано аналіз сучасного стану виробництва і застосування хмелю, а також продуктів його переробки в пивоварінні. Показані переваги і недоліки CO₂-екстракту хмелю в порівнянні з іншими продуктами переробки хмелю. Проаналізовано процеси, що відбуваються при кип'ятінні сусла з хмелем. В умовах Харківського пивоварного заводу «Сан ІнБев Україна» проведені дослідження, спрямовані на виявлення фенольних речовин рослинних антиоксидантів, що сприяють коагуляції білків і захисту від окислення гірких речовин при кип'ятінні сусла з CO₂-екстрактом хмелю. В результаті запропонована технологія використання CO₂-екстракту хмелю спільно з антиоксидантом з кори дуба. Використання CO₂-екстракту хмелю разом з антиоксидантом з кори дуба дає можливість отримати менш окислене пиво з тривалим терміном зберігання і економити хміль в кількості 8–10%. Крім цього, антиоксидант не тільки стабілізує якість пива, але й збільшує його фізіологічну цінність. Це може бути основою для створення нового сорту пива з підвищеною фізіологічною цінністю.

Ключові слова: CO₂-екстракт хмелю, рослинні антиоксиданти, економія хмелю, пиво з тривалим терміном зберігання.

УДК 665.12

Наукове обґрунтування раціональної концентрації соапстоків при нейтралізації жирів в системі селективних розчинників / П.Ф. Петик, І.П. Петик // Вісник НТУ «ХП». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХП». 2015. – № 7 (1116). – С. 69–75. Бібліогр.: 7 назв. – ISSN 2220-4784

Стаття присвячена комплексному дослідженню граничної розчинності соапстоків ряду жирних кислот і ряду рослинних олій в системі селективних розчинників – воді, гліцерині та етанолі (ВГЕ) в заданому діапазоні температур. Проаналізовано результати дослідження, отримано регресійні моделі залежностей розчинності соапстоків окремих жирних кислот та їх сумішей в системі ВГЕ від температури, а також обґрунтовано рекомендації щодо розчинності соапстоків олій в системі ВГЕ.

Ключові слова: рослинні олії, лужна нейтралізація, селективні розчинники, жирні кислоти, соапстоки, гранична розчинність.

УДК 665.12

Одержання жирних кислот з соапстоку шляхом розкладання мила карбонатною кислотою / С.М. Мольченко, І.М. Демидов, В.Є. Вєдь // Вісник НТУ «ХП». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХП», 2015. – № 7 (1116). – С. 76–82. Бібліогр.: 10 назв. – ISSN 2220-4784.

Жирні кислоти – цінні продукти, що знаходять своє застосування в самих різних галузях народного господарства. Одним з їхніх джерел є відходи лужної рафінації рослинних олій – соапстоки. Недоліками сучасної технології виділення жирних кислот є витрати сульфатної кислоти, а також наявність шкідливих речовин, що надходять в навколишнє середовище у вигляді сульфату натрію і водорозчинних органічних домішок. У даній статті наведено результати дослідження щодо одержання жирних кислот шляхом вуглекислотного розкладання їх миль. Отримані дані доводять можливість одержання жирних кислот шляхом розкладання натрієвих солей жирних кислот (мил) карбонатною кислотою. Визначені раціональні технологічні параметри та отримана апроксимаційна модель цього процесу. Проаналізовано жирнокислотний склад одержаних жирних кислот, який визначали методом газорідинної хроматографії.

Ключові слова: рослинні олії, соапсток, відходи, жирні кислоти, карбонатна кислота, розкладання.

УДК 665.11

Використання загусників некрохмальної природи в рецептурі емульсійного продукту функціонального призначення / Л.В. Кричківська, В.В. Анан'єва // Вісник НТУ

«ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ». 2015. – № 7 (1116). – С. 83–88. Бібліогр.: 7 назв. – ISSN 2220-4784.

Розглянуто задачу визначення складу комплексного загусника некрохмальної природи у рецептурі низькокалорійного майонезу. Отримано діаграму залежності в'язкості емульсійного продукту від концентрації і співвідношення загусників, а також визначено концентрації загусників, при яких продукт має оптимальні показники в'язкості емульсії. Обґрунтовано доцільність використання загусників некрохмальної природи у виробництві низькокалорійного майонезу.

Ключові слова: харчові добавки, функціональні продукти харчування, низькокалорійний соус, емульсійний продукт, комплексний загусник, гелеутворювач.

УДК 665.584.2

Обґрунтування комплексу антиоксидантів для стабілізації косметичного крему / В.С. Марченко, Л.В. Кричковська, А.П. Белінська // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ». 2014. – № 7 (1116). – С. 89–94. Бібліогр.: 9 назв. – ISSN 2220-4784.

У статті запропоновано комплекс антиоксидантів для захисту від окиснювального псування косметичного крему, збагаченого на ω -3 поліненасичені жирні кислоти. Визначено залежність періоду індукції окиснення жирової основи косметичного крему від вмісту і співвідношення обраних антиоксидантів. Обґрунтовано співвідношення антиоксидантів та їх дозування у складі косметичного продукту.

Ключові слова: антиоксиданти, ретинол, токоферол, тіотриазолін, поліненасичені жирні кислоти, купажована олія, косметичний крем.

УДК 664.1.048

Модернізація випарної установки концентрування цукрового соку / Т.Г. Бабак, О.В. Демирський, І.Б. Рябова, А.М. Оробей // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х.: НТУ «ХПІ». 2015. – № 7 (1116). – С. 95–102. – Бібліогр.: 9 назв. – ISSN 2220-4784

Розглянуто задачу модернізації установки випарювання освітленого цукрового соку, головною метою якої було зниження споживання зовнішніх енергоносіїв. Задачу підвищення енергоефективності було вирішено згідно принципів пінч-аналізу. Значення мінімальної температурної різниці було знайдено за умови досягнення мінімуму загальної приведенної вартості. Для отриманого значення мінімальної температурної різниці було побудовано складові криві, знайдено цільові значення утиліт та побудована сіткова діаграма. Згідно з принципами пінч-аналізу було розташовано теплообмінне обладнання. В статті наведено аргументацію підбору розбірних пластинчатих теплообмінників фірми Alfa Laval з урахуванням можливого забруднення в процесі експлуатації. Наведені результати економічних розрахунків, що доводять ефективність запропонованої схеми модернізації.

Ключові слова: випарна установка, пінч-технологія, складові криві, мінімальна температурна різниця, забруднення теплообмінників.

УДК 678:519.713

Основні можливості комплексних проектів енергетичного міксу / С.І. Бухкало, О.І. Ольховська // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ». 2015. – № 7 (1116). – С. 103–108. Бібліогр.: 12 назв. – ISSN 2220-4784.

У роботі розглянуті можливості розробки науково-обґрунтованої концепції інтегрованих процесів комплексних підприємств енергетичного міксу з метою утилізації полімерних відходів як частини твердих побутових відходів. При проведенні комплексного міжвузівського інноваційного проектування студенти отримують додаткові глибокі знання з основних курсів навчання та навички для проведення самостійної наукової роботи. Основна мета розробки – вибір екологічно безпечних енергоефективних і ресурсозберігаючих способів виробництва полімерної продукції нового асортименту з вторинної полімерної сировини, проекту-

вання ефективного обладнання для реалізації її випуску. При цьому вказані можливі напрямки утилізації полімерних відходів які не підлягають повторній переробці.

Ключові слова: енергетичний мікс, утилізація, комплексні проекти, полімерні відходи, критерії оцінювання, науково-обґрунтовані технологічні процеси.

УДК 665.52

Ефірна олія *Nereta sataria* як основа для виробництва натуральних ароматизаторів для харчової промисловості / Н.Е. Фролова, М.В. Карпуніна, Т.О. Березка // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х.: НТУ «ХПІ», 2015. – № 7 (1116). – С. 109–118. Бібліогр.: 12 назв. – ISSN 2220-4784.

Приведено результати дослідження умов спрямованого фракціонування ефірної олії *Nereta sataria*. Встановлено параметри процесу для кожної фракції – залишковий тиск, температурні режими, флегмове число. Отримано чотири фракції (ароматизатора) різної тональності аромату. Розраховані значення параметрів розділення для бінарних систем ефірної олії *Nereta sataria*. Застосування фізичних процесів перероблення ефірної олії не руйнує природні структурні зв'язки, зберігає натуральність, біологічну здатність. Комбінування фракцій із залученням комп'ютерних програм дозволяє поширити лінійку натуральних ароматизаторів з однієї ефірної олії для харчової промисловості. Нові ароматизатори на основі ефірної олії *Nereta sataria* мають не тільки злагоджений, приємний аромат, але й характеризуються високою насиченістю та поліпшеною стабільністю. Строк зберігання таких ароматизаторів при кімнатній температурі становить 24 місяця. Отримані ароматизатори мають соціальний і виробничий запит, оскільки сприятимуть виготовленню якісних харчових продуктів на натуральній ароматичній основі.

Ключові слова: ефірна олія, фракціонування, параметри, ароматизатори, комбінування, тональність.

УДК 664.36

Розробка сумішей олій стійких до окиснення / Т. В. Матвеева // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ». 2015. – № 7 (1116). – С. 119–125. Бібліогр.: 8 назв. – ISSN 2220-4784.

Купажовані олії на основі вітчизняних рафінованих дезодорованих соняшникової, ріпакової та соєвої олій, що збалансовані за жирнокислотним складом, є продуктами функціонального призначення. Найважливішими чинниками біологічної цінності таких олій є кількість і співвідношення поліненасичених (ПНЖК) – лінолевої (ω -6) та ліноленової (ω -3) – жирних кислот. Однак підвищення біологічної цінності олій внаслідок збільшення ПНЖК супроводжується підвищенням швидкості їх окиснення. У статті наведено результати дослідження щодо розробки стійких до окиснення купажів олій, що збалансовані за жирнокислотним складом.

Ключові слова: олії, купажі, поліненасичені жирні кислоти, мононенасичені жирні кислоти, есенціальні жирні кислоти, окиснення.

УДК 66.078.3.62

Теплова інтеграція процесу розділення гетероазетропної суміші фурфурол – вода на двох колонах / Т.Г. БАБАК, І.Б. РЯБОВА, О.В. РЕЗАНОВ // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ», 2015. – № 7 (1116). – С. 126–130. – Библиогр.: 2 назв.

Проведено аналіз енергоефективності процесу ректифікації гетероазетропної суміші фурфурол – вода на двох колонах. Обрано технологічні потоки щодо теплової інтеграції процесу. методами «пінч»-аналізу та каскадного алгоритму визначені значення теплоти, що рекуперується всередині технологічної схеми, та кількості гарячих та холодних утиліт. Спроектовано мережку теплообміну, що дозволяє зменшити витрати на обраних технологічних потоках в 4,22 рази для холодних та в 8,9 рази для гарячих утиліт відповідно. На ґрунті проведених розрахунків отримано модифіковану енергоефективну схему процесу розділення

суміші фурфурол – вода з використанням високоефективних пластинчастих теплообмінників.

Ключові слова: енергоефективність, система рекуперації теплоти, ректифікація.

УДК 663.813

Наукове обґрунтування параметрів іммобілізації амілолітичних ферментів на мікрочасточки Fe_3O_4 / В.С. Омельченко // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ». 2015. – № 7 (1116). – С. 131–136. Бібліогр.: 7 назв. – ISSN 2220-4784.

Стаття присвячена комплексному дослідженню основних параметрів іммобілізації ферментів амілолітичного комплексу за допомогою біфункційного агенту – глутарового альдегіду. При активації аміномодифікованої кремнійвмісної поверхні часточок Fe_3O_4 глутаральдегідним розчином з різною масовою часткою глутарового альдегіду спостерігається закономірне зниження масової частки білка в контактному розчині. Визначено раціональну концентрацію фермента при іммобілізації, вище якої не спостерігається значних змін у величинах активності іммобілізованих амілолітичних ферментів.

Ключові слова: комплекс амілолітичних ферментів, глутаровий альдегід, ковалентна іммобілізація, магнітні частки, адсорбційна іммобілізація.

УДК 663.75

Мак - рентабельна сільгоспкультура / Л.М. Кузнецова // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ». 2015. – № 7 (1116). – С. 137–141. Бібліогр.: 6 назв. – ISSN 2220-4784

У статті проведено аналіз науково-технічної інформації про сільгоспкультуру - мак. Підняті питання обробітку маку, його застосування, ринку збуту. Сконцентровано увагу на актуальності збільшення посівних площ, можливості експорту маку та його виходу на світовий ринок, як високорентабельної сільгоспкультури. Розглянуто світовий ринок країн-експортерів, що пропонують мак, і показана справжня ситуація обробітку маку на Україні.

Ключові слова: мак олійний, мак опійний, макова олія, насіння маку, селекція, сільгоспкультура, посів.

УДК 504.4.054.001.5

Способи отримання наносорбентів на основі вуглецевих матеріалів / М. Алалі // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ». 2015. – № 7 (1116). – С. 142–147. Бібліогр.: 8 назв. – ISSN 2220-4784

Вуглецеві матеріали знаходять широке застосування в різних галузях науки і техніки. Вуглецеві матеріали використовуються при вирішенні екологічних проблем як носії каталізаторів і сорбентів. В результаті активації та додаткової модифікації вироблено біпористий вуглецевий матеріал, утворений шарами вуглецю, між якими знаходяться порожнечі з газифікованого вугілля. Представлено способи отримання наносорбентів на основі вуглецевих матеріалів. Визначено основні напрямки досліджень в сфері синтезу вуглецевих адсорбентів на основі нановолокон.

Ключові слова: вуглецеві матеріали, нанотрубки, наносорбенти, каталізатори.

УДК 665. 1

Дослідження зміни триацилгліцерольного складу соняшникової олії в процесі переестерифікації / Демидов І. М., Ситнік Н. С., Мазаєва В. С., Ведь В.Є. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ». 2015. – № 7 (1116). – С. 148–153. Бібліогр.: 7 назв. – ISSN 2220-4784

В статті наведено результати дослідження закономірностей зміни кількостей триацилгліцеролів в процесі хімічної переестерифікації олії з метою її подальшої модифікації. В якості зразку було взято олію соняшникову рафіновану дезодоровану виморожену. Встанов-

лено кінетику зміни ацилгліцерольного складу соняшникової олії під час протікання реакції переетерифікації. Визначено триацилгліцерольний склад вихідної олії, а також проб, які відбиралися під час дослідження кожні 0,5 год. Розраховано різницю між триацилгліцерольного складу у вихідній олії та відібраних пробах, а також абсолютну похибку вимірювання. Виконано порівняння експериментально визначеного та розрахованого статистично рівноважного триацилгліцерольного складу. Встановлено час, за який відбуваються найбільш суттєві зміни в триацилгліцерольному складі олії.

Ключові слова: переетерифікація, соняшникова олія, триацилгліцерольний склад, кінетика, жирнокислотний склад.

УДК 663.64

Підготовка сировини для виробництва ароматизованої мінеральної води / О.О. Любавіна, А.О. Демидова, О.Ф. Аксьонова, Г.С. Папенко // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ». 2015. – № 7 (1116). – С. 154–159. Бібліогр.: 3 назв. – ISSN 2220-4784

У статті наведений аналіз методів та можливих способів підготовки мінеральної води для використання її як сировини для ароматизованого напою. Рекомендується для ароматизації напою виготовляти екстракти з рослинної сировини. Наводиться технологія одержання екстрактів методом мацерації. Представлено структурну технологічну схему приготування ароматизованого напою.

Ключові слова: мінеральна вода, нестабільні сполуки, фільтрування, знезараження, ароматична рослинна сировина, екстракти, ароматизовані напої, антиоксиданти, фітодобавки.

УДК 378.018.43.02:004

Впровадження досвіду реформування дистанційного навчання Швеції у вищих навчальних закладах України / А.О. Агейчева // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ». 2015. – № 7 (1116). – С. 160–167. Бібліогр.: 8 назв. – ISSN 2220-4784.

Стаття присвячена дослідженню концептуальних ідей дистанційної освіти в Європейському просторі вищої освіти та визначенню подальших перспектив розвитку вітчизняної практики впровадження інформаційно-комунікаційні технологій у дистанційній освіті сучасної молоді. Проаналізовано особливості розвитку дистанційної освіти Швеції. Наведено типові приклади дистанційного навчання. Показано важливість ролі електронного навчання для підвищення ефективності безперервної освіти. Обґрунтовано перспективність впровадження інформаційно-комунікативних технологій навчання.

Ключові слова: дистанційне навчання, вища освіта, інформаційно-комунікаційні технології, дистанційна освіта

УДК 339.117

Процеси оновлення основних виробничих засобів та їх відображення у бухгалтерському обліку підприємства / Ляшенко К.І., Р.Ф. Смолвик // Вісник НТУ «ХПІ», Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ», 2015. – № 7 (1116). – С. 168–172. Бібліогр. 3

Розглянуті задачі основних засобів підприємства у процесі підвищення рівня конкурентоспроможності продукції, підвищення ефективності роботи підприємства, національної економіки в цілому, проаналізовані економічні та соціальні значення основних засобів виробництва на макро і макрорівні, а також причини, що характеризують це значення. Запропоновані деякі шляхи підвищення ефективності основних засобів виробництва. Особливо робиться акцент на їх активну частину (обладнання) з урахуванням особливості їх експлуатації в різних функціональних виробничих підрозділах підприємства.

Ключові слова: основні засоби, фактори виробництва, конкурентоспроможність, ефективність виробництва, продуктивність, питома вага, собівартість.

УДК 339.116-1

Аналіз господарської діяльності підприємства як відкритої системи внутрішнього й зовнішнього оточення / А. Абдулаєв, Б. Мухаммедов, Р.Ф. Смоловик // Вісник НТУ «ХПІ», Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ», 2015. – № 7 (1116). – С. 172–176. Бібліогр. 4 назв. – ISSN 2220-4784.

Розглянуті задачі підприємства як відкритої системи зовнішнього й внутрішнього оточення в процесі підвищення рівня конкурентоспроможності продукції, ефективності роботи підприємства й національної економіки в цілому; проаналізовані економічні й соціальні значення етапів виробництва на макро й мікрорівні, а також причини, що визначають це значення. Запропоновано деякі шляхи підвищення фінансової стійкості підприємства, зниження собівартості, збільшення прибутку й рівня рентабельності. Особливо робиться акцент на зниження всіх видів витрат, що впливають на збільшення витрат на виробництво продукції.

Ключові слова: виробнича діяльність підприємства, допоміжні операції, маркетинговий зріз, керування, ефективність, зовнішнє середовище, прибутковість, внутрішнє оточення, рентабельність, система.

УДК 380.065.17

Аналіз деяких напрямків підвищення фінансової стійкості підприємства / А. Джумабаєва, С. Шакулієва, Р.Ф. Смоловик // Вісник НТУ «ХПІ», Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ», 2015. – № 7 (1116). – С. 177–181. Бібліогр. 3. – ISSN 2220-4784.

У статті розглянуті деякі шляхи підвищення ефективності роботи підприємства на базі одержання більшого прибутку, підвищення фінансової стійкості підприємства, рівня рентабельності його господарської діяльності. Розглянуто значення прибутку як найважливішого абсолютного показника ефективності господарської діяльності й рентабельності як відносного показника результатів його господарської діяльності. Проаналізовано пріоритетні шляхи використання прибутку в умовах промислового підприємства не залежно від форм його власності.

Ключові слова: прибуток, рентабельність, ефективність, фінансова стійкість, собівартість, фінансові результати, реалізація продукції.

УДК 339.117

Значення раціонального обліку основних засобів підприємства в умовах підприємницької діяльності / М. Аннамаммедов, А.В. Фадеев // Вісник НТУ «ХПІ», Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ», 2015. – № 7 (1116). – С. 181–185. Бібліогр. 3. – ISSN 2220-4784.

Розглянуто завдання основних засобів підприємства не тільки в процесі виготовлення різних видів продуктів, але й при наданні різного виду послуг з ремонту встаткування. Проаналізовано різні шляхи підвищення ефективності використання основних засобів підприємства як із застосуванням способів автоматизації, механізації, так і шляхи їхнього відтворення. Проаналізовано методи обліку основних засобів в умовах промислового підприємства при зміні вартості основних засобів у процесі РЄ їхньої експлуатації; запропоновані деякі заходи щодо вдосконалення обліку з використанням автоматизованих систем.

Ключові слова: основні засоби, підвищення ефективності, облік основних засобів, модернізація, продуктивність, амортизація, автоматизація обліку.

РЕФЕРАТЫ

УДК 678:519.713

Основные составляющие концепции комплексных предприятий энергетического микса / С.И. Бухкало // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ». 2015. – № 7 (1116). – С. 3–21. Бібліогр.: 21 назв. – ISSN 2220-4784.

В работе рассмотрены вопросы исследования химико-технологических задач с целью разработки научно-обоснованной концепции интегрированных процессов комплексных предприятий энергетического микса утилизации полимерных отходов как части твердых бытовых отходов. Показаны возможности решения этих задач с применением методов математического моделирования процессов и учетом изменения физико-химических, молекулярных, химических и структурно-механических характеристик полимерных материалов при эксплуатации. Основная цель разработки – выбор экологически безопасных энергоэффективных и ресурсосберегающих способов производства полимерной продукции нового ассортимента из вторичного полимерного сырья, проектирование эффективного оборудования для реализации ее выпуска. При этом указаны возможные направления утилизации полимерных отходов не подлежащих повторной переработке.

Ключевые слова: энергетический микс, утилизация, полимерные отходы, срок эксплуатации, идентификация, критерии оценки, научно-обоснованные технологические процессы.

УДК 338.45: 662.276

Екстракція технологічних даних процесів поділу широкої фракції легких вуглеводнів і пропан-пропіленової фракції / Л.М. Ульєв, Маатюк А. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ». 2015. – № 7 (1116). – С. 22–28. Бібліогр.: 6 назв. – ISSN 2220-4784.

Потенціал енергозбереження в процесах стабілізації ППФ, поділу ППФ і поділу ШФЛУ, досліджується в даній роботі. Визначені всі технологічні потоки, які необхідні для інтеграції процесів. Для уточнення теплофізичних даних потоків, побудована комп'ютерна модель процесу в програмі UniSim. На підставі аналізу технологічної схеми, зібрані теплофізичні дані технологічних потоків, які систематизовані і занесені в потокову таблицю.

Ключові слова: технологічна схема, пінч-аналіз, легкі вуглеводні UniSim Design.

УДК 665.36

Новые перспективы в технологии удаления воскоподобных веществ из подсолнечного масла / А.А. Нетреба, Ф.Ф. Гладкий, Е.А. Литвиненко, Г.В. Садовничий, И.В. Левчук, В.А. Кищенко // Вестник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ». 2015. – № 7 (1116). – С. 29–35. Бібліогр.: 8 назв. – ISSN 2220-4784.

Рассмотрена возможность создания усовершенствованной технологии вымораживания подсолнечного масла, а именно улучшение технологических стадий кристаллизации воскоподобных веществ и фильтрации суспензии с помощью волокнистых фильтрующих материалов на основе полисульфона. Интенсификация всех технологических стадий процесса вымораживания осуществлена за счет электромагнитной обработки подсолнечного масла, которая идет по принципу прилипания отрицательно заряженных частиц воскоподобных веществ к положительно заряженным волокнам полимерного фильтрующего материала. Такое внедрение открывает пути к сокращению продолжительности кристаллизации воскоподобных веществ, упрощению процесса фильтрации суспензии и позволяет получить масло высшего сорта. Разработана технологическая схема и фильтр-аппарат для извлечения воскоподобных веществ. Эффективность удаления воскоподобных веществ подтверждена методом высокотемпературной газожидкостной хроматографии.

Ключевые слова: подсолнечное масло, вымораживание, кристаллизация, фильтрация, электромагнитное поле, хроматография.

УДК 66.012.45:664.1.048

Обследование работы выпарной установки концентрирования сахарного сока / Т.Г. Бабак, И.Б. Рябова, А.Н. Оробей // Вісник НТУ «ХП». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х.: НТУ «ХП». 2015. – № 7 (1116). – С. 36–42. – Библиогр.: 9 назв. – ISSN 2220-4784.

С целью повышения энергоэффективности сахарного производства был проведен анализ процесса утилизации тепла на установке выпаривания осветлённого сахарного сока. Были идентифицированы усредненные данные тепловых потоков, участвующих в рекуперации тепловой энергии, и обследованы режимы работы теплообменных аппаратов. Полученные данные были обработаны с помощью методов пинч-анализа. В статье показано, что вследствие наличия перекрестного теплообмена нарушается минимальная температурная разность в теплообменных аппаратах, достаточная для рекуперации данного количества тепла, что свидетельствует о завышении поверхности теплообмена в существующей схеме. Учитывая, что полученное значение минимальной температурной разности велико, сделан вывод о возможности модернизации схемы рекуперации с целью уменьшения потребления утилит.

Ключевые слова: выпарная установка, пинч-технология, составные кривые, мощность рекуперации, минимальная разность температур.

УДК 664.315.6

Ячменно-солодовый экстракт – функциональный ингредиент мягких маргаринов / Т.В. Арутюнян, В.К. Тимченко, Е.Н. Трощенко // Вісник НТУ «ХП». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х.: НТУ «ХП». 2015. – № 7 (1116). – С. 43–50. Библиогр.: 9 назв. – ISSN 2220-4784.

В статье определена перспективность создания пищевых функциональных продуктов с использованием растительных ингредиентов, в частности ячменно-солодового экстракта, который успешно используется в оздоровительно-профилактическом питании здоровых людей с целью улучшения обменных процессов в организме. Усовершенствована современная технология производства мягкого маргарина на оборудовании фирмы «Alfa Laval», которое широко используется на предприятиях масло-жировой отрасли Украины. С целью повышения стабильности маргариновой эмульсии при хранении, за счет замедления перекристаллизации жира, дополнительно в водную фазу был введен ячменно-солодовый экстракт. Разработана улучшенная рецептура мягкого маргарина «Витаминный» 82% жирности с улучшенной кристаллической структурой и длительным сроком хранения.

Ключевые слова: функциональные ингредиенты, ячменно-солодовый экстракт, мягкий маргарин.

УДК 664.3:547

Исследование получения поверхностно-активных циклических азотсодержащих органических веществ / А.П. Мельник, В.Ю. Папченко, Т.В. Матвеева, С.О. Крамарев, С.Г. Малик // Вісник НТУ «ХП». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х.: НТУ «ХП». 2015. – № 7 (1116). – С. 51–57. Библиогр.: 15 назв. – ISSN 2220-4784.

У роботі проведено дослідження реакції взаємодії триацилгліцеринів соняшникової олії з β -гидроксиетилетилендіаміном. Досліджено одержання алкілімідазолінів за реакцією амідування. Знайдено умови реакції, а саме мольне відношення вихідних реагентів, температура і тривалість реакції, при яких досягнуто утворення максимальної концентрації алкілімідазолінів.

Ключові слова: триацилгліцерини, соняшникова олія, β -гидроксиетилетилендіамін, реакція, мольне відношення, алкілімідазолін, амідування.

УДК 663.4

Новая технология использования CO₂-экстракта хмеля в пивоварении / П.А. Некрасов, Л.А. Данилова, Т.А. Березка, Д.И. Иваненко // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ». 2015. – № 7 (1116). – С. 58–68. Бібліогр.: 7 назв. – ISSN 2220-4784.

В статье дан анализ современного состояния производства и применения хмеля, а также продуктов его переработки в пивоварении. Показаны преимущества и недостатки CO₂-экстракта хмеля по сравнению с другими продуктами переработки хмеля. Проанализированы процессы, происходящие при кипячении суслу с хмелем. В условиях Харьковского пивоваренного завода «Сан ИнБев Украина» проведены исследования, направленные на выявление фенольных веществ растительных антиоксидантов, способствующих коагуляции белков и защите от окисления горьких веществ при кипячении суслу с CO₂-экстрактом хмеля. В результате предложена технология использования CO₂-экстракта хмеля совместно с антиоксидантом из коры дуба. Использование CO₂-экстракта хмеля вместе с антиоксидантом из коры дуба дает возможность получить менее окисленное пиво с длительным сроком хранения и экономить хмель в количестве 8-10%. Кроме этого, антиоксидант не только стабилизирует качество пива, но и увеличивает его физиологическую ценность. Это может быть основой для создания нового сорта пива с повышенной физиологической ценностью.

Ключевые слова: CO₂-экстракт хмеля, растительные антиоксиданты, экономия хмеля, пиво с длительным сроком хранения.

УДК 665.12

Научное обоснование рациональной концентрации соапстоков при нейтрализации жиров в системе селективных растворителей / П.Ф. Петик, И.П. Петик // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ». 2015. – № 7 (1116). – С. 69–75. Бібліогр.: 7 назв. – ISSN 2220-4784.

Статья посвящена комплексному исследованию предельной растворимости соапстоков ряда жирных кислот и ряда растительных масел в системе селективных растворителей - воды, глицерина и этанола (ВГЭ) в заданном диапазоне температур. Проанализированы результаты исследования, получены регрессионные модели зависимостей растворимости соапстоков отдельных жирных кислот и их смесей в системе ВГЭ от температуры, а также обоснованы рекомендации по растворимости соапстоков масел в системе ВГЭ.

Ключевые слова: растительные масла, щелочная нейтрализация, селективные растворители, жирные кислоты, соапсток, предельная растворимость.

УДК 665.12

Получение жирных кислот из соапстока путем разложения мыла угольной кислотой / С.Н. Мольченко, И.Н. Демидов, В.Е. Ведь // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ», 2015. – № 7 (1116). – С. 76–82. Бібліогр.: 10 назв. – ISSN 2220-4784.

Жирные кислоты – ценные продукты, которые находят свое применение в самых различных отраслях народного хозяйства. Одним из их источников являются отходы щелочной рафинации растительных масел – соапстоки. Недостатками современной технологии выделения жирных кислот являются расход серной кислоты, а также наличие вредных веществ, поступающих в окружающую среду в виде сульфата натрия и водорастворимых органических примесей. В данной статье приведены результаты исследования получения жирных кислот путем углекислотного разложения их мыл. Полученные данные доказывают возможность получения жирных кислот путем разложения натриевых солей жирных кислот (мыл) углекислотой. Определены рациональные технологические параметры и получена аппроксимационная модель этого процесса. Проанализирован жирнокислотный состав полученных жирных кислот, который определяли методом газожидкостной хроматографии.

Ключевые слова: растительные масла, соапсток, отходы, жирные кислоты, угольная кислота, разложение.

УДК 665.11

Использование загустителей некрахмальной природы в рецептуре эмульсионного продукта функционального назначения / Л.В. Кричковская, В.В. Аманьева // Вісник НТУ «ХП». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХП». 2015. – № 7 (1116). – С. 83–88. Бібліогр.: 7 назв. – ISSN 2220-4784.

Рассмотрена задача определения состава комплексного загустителя некрахмальной природы в рецептуре низкокалорийного майонеза. Получено диаграмму зависимости вязкости эмульсионного продукта от концентрации и соотношения загустителей, а также определены концентрации загустителей, при которых продукт имеет оптимальные показатели вязкости эмульсии. Обоснована целесообразность использования загустителей некрахмальной природы в производстве низкокалорийного майонеза.

Ключевые слова: пищевые добавки, функциональные продукты питания, низкокалорийный соус, эмульсионный продукт, комплексный загуститель, гелеобразователь.

УДК 665.584.2

Обоснование комплекса антиоксидантов для стабилизации косметических кремов / В.С. Марченко, Л.В. Кричковская, А.П. Белинская // Вісник НТУ «ХП». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХП». 2014. – № 7 (1116). – С. 89–94. Бібліогр.: 9 назв. – ISSN 2220-4784.

В статье предложен комплекс антиоксидантов для защиты от окислительной порчи косметического крема, обогащенного ω -3 полиненасыщенными жирными кислотами. Определена зависимость периода индукции окисления жировой основы косметического крема от содержания и соотношения избранных антиоксидантов. Обосновано соотношение антиоксидантов и их дозировки в составе косметического продукта.

Ключевые слова: антиоксиданты, ретинол, токоферол, тиотриазолин, полиненасыщенные жирные кислоты, купажированное масло, косметический крем.

УДК 664.1.048

Модернизация выпарной установки концентрирования сахарного сока / Т.Г. Бабак, А.В. Демирский, И.Б. Рябова, А.Н. Оробей // Вісник НТУ «ХП». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х.: НТУ «ХП». 2015. – № 7 (1116). – С. 95–102. – Библиогр.: 9 назв. – ISSN 2220-4784.

Рассмотрена задача модернизации установки выпаривания осветленного сахарного сока, главной целью которой являлось снижение потребления внешних энергоносителей. Задача повышения энергоэффективности была решена в соответствии с принципами пинч-анализа. Значение минимальной температурной разности было найдено из условия достижения минимума общей приведенной стоимости. Для полученного значения минимальной температурной разности были построены составные кривые, определены целевые значения утилит и построена сеточная диаграмма. В соответствии с правилами пинч-анализа было размещено теплообменное оборудование. В статье приведена аргументация подбора разборных пластинчатых теплообменников фирмы Alfa Laval с учетом возможного загрязнения в процессе эксплуатации. Представлены результаты экономических расчетов, доказывающих эффективность предложенной схемы модернизации.

Ключевые слова: выпарная установка, пинч-технология, составные кривые, минимальная разность температур, загрязнение теплообменников.

УДК 678:519.713

Основные возможности комплексных проектов энергетического микса / С.И. Бухало, О.И. Ольховская // Вісник НТУ «ХП». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХП». 2015. – № 7 (1116). – С. 103–108. Бібліогр.: 12 назв. – ISSN 2220-4784.

В работе рассмотрены возможности разработки научно-обоснованной концепции интегрированных процессов комплексных предприятий энергетического микса утилизации по-

лимерных отходов как части твердых бытовых отходов. При проведении комплексного межвузовского инновационного проектирования студенты получают дополнительные глубокие знания по основным курсам обучения и навыки проведения самостоятельной научной работы. Основная цель разработки – выбор экологически безопасных энергоэффективных и ресурсосберегающих способов производства полимерной продукции нового ассортимента из вторичного полимерного сырья, проектирование эффективного оборудования для реализации ее выпуска. При этом указаны возможные направления утилизации полимерных отходов не подлежащих повторной переработке.

Ключевые слова: энергетический микс, утилизация, полимерные отходы, срок эксплуатации, идентификация, критерии оценки, научно-обоснованные технологические процессы.

УДК 665.52

Эфирное масло *Nepeta cataria* как основа для производства натуральных ароматизаторов для пищевой промышленности / Н.Э. Фролова, М.В. Карпутина, Т.А. Березка // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х.: НТУ «ХПІ», 2015. – № 7 (1116). – С. 109–118. Бібліогр.: 12 назв. – ISSN 2220-4784.

Приведены результаты исследования условий направленного фракционирования эфирного масла *Nepeta cataria*. Установлены параметры процесса для каждой фракции – остаточное давление, температурные режимы, флегмовое число. Получены четыре фракции (ароматизатора) разной тональности аромата. Применение физических процессов переработки эфирного масла не разрушает естественные структурные связи, сохраняет натуральность, биологическую способность. Комбинирование фракций с применением компьютерных программ позволяет расширить линейку натуральных ароматизаторов из одного эфирного масла для пищевой промышленности.

Ключевые слова: эфирное масло, фракционирование, параметры, ароматизаторы, комбинирование, тональность.

УДК 664.36

Работка смесей растительных масел стойких к окислению / Т. В. Матвеева // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х.: НТУ «ХПІ». 2015. – № 7 (1116). – С. 119–125. Бібліогр.: 8 назв. – ISSN 2220-4784.

Сбалансированные по жирнокислотному составу купажируемые масла на основе отечественных рафинированных дезодорированных подсолнечного, рапсового и соевого масел, являются продуктами функционального назначения. Важнейшими факторами биологической ценности таких растительных масел являются количество и соотношение полиненасыщенных (ПНЖК) – линолевой (ω -6) и линоленовой (ω -3) - жирных кислот. Однако повышение биологической ценности масел, вследствие увеличения ПНЖК, может сопровождаться повышением скорости их окисления. В статье представлены результаты исследований разработки устойчивых к окислению сбалансированных по жирнокислотному составу купажей масел.

Ключевые слова: масла, купажи, полиненасыщенные жирные кислоты, мононенасыщенные жирные кислоты, эссенциальные жирные кислоты, окисление.

УДК 66.078.3.62

Тепловая интеграция процесса разделения гетероазеотропной смеси фурфурол – вода на двух колоннах / Т.Г. Бабак, И.Б. Рябова, А.В. Резанов // Вестник НТУ «ХПИ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х.: НТУ «ХПИ», 2015. – № 7 (1116). – С. 126–130. – Бібліогр.: 2 назв.

Проведен анализ энергоэффективности процесса ректификации гетероазеотропной смеси фурфурол – вода на двух колоннах. Выделены технологические потоки для тепловой интеграции процесса. Методами «пинч»-анализа и каскадного алгоритма определены значения теплоты, рекуперированной внутри технологической схемы, и количество горячих и холодных утилит. Спроектирована сеть теплообмена, позволяющая снизить потребление ути-

лит на выделенных технологических потоках в 4,22 раза для холодных и в 8,9 раза для горячих утилит соответственно. На основании проведенных расчетов получена модифицированная энергоэффективная схема процесса разделения смеси фурфурол – вода с использованием высокоэффективных пластинчатых теплообменников.

Ключевые слова: энергоэффективность, система рекуперации теплоты, ректификация.

УДК 663.813

Научное обоснование параметров иммобилизации амилолитических ферментов на микрочастицы Fe_3O_4 / В.С. *Омельченко* // Вісник НТУ «ХП». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХП». 2015. – № 7 (1116). – С. 131–136. Бібліогр.: 7 назв. – ISSN 2220-4784.

Статья посвящена комплексному исследованию основных параметров иммобилизации ферментов амилолитического комплекса с помощью бифункционального агента – глутарового альдегида. При активации аминомодифицированной кремнийсодержащей поверхности частиц Fe_3O_4 глутаральдегидным раствором с разной массовой долей глутарового альдегида наблюдается закономерное снижение массовой доли белка в контактном растворе. Определена рациональная концентрация исходного фермента для иммобилизации, выше которой не наблюдается значительных изменений в величинах активности иммобилизованных амилолитических ферментов.

Ключевые слова: комплекс амилолитических ферментов, глутаровый альдегид, ковалентная иммобилизация, магнитные частицы, адсорбционная иммобилизация.

УДК 663.75

Мак – рентабельная сельхозкультура / Л.Н. *Кузнецова* // Вісник НТУ «ХП». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХП». 2015. – № 7 (1116). – С. 137–141. Бібліогр.: 6 назв. – ISSN 2220-4784.

В статье проведен анализ научно-технической информации о сельхозкультуре – мак. Подняты вопросы возделывания мака, его применения, рынка сбыта. Сконцентрировано внимание на актуальности увеличения посевных площадей, возможности экспорта мака и его выхода на мировой рынок, как высокорентабельной сельхозкультурой. Рассмотрен мировой рынок стран-экспортеров, предлагающих мак, и показана настоящая ситуация возделывания мака на Украине.

Ключевые слова: мак масличный, мак опийный, маковое масло, семена мака, селекция, сельхозкультура, посев.

УДК 504.4.054.001.5

Способы получения наносорбент на основе углеродных материалов / М. *Алали* // Вісник НТУ «ХП». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХП». 2015. – № 7 (1116). – С. 142–147. Бібліогр.: 8 назв. – ISSN 2220-4784.

Углеродные материалы находят широкое применение в различных областях науки и техники. Углеродные материалы используются при решении экологических проблем в качестве носителей катализаторов и сорбентов. В результате активации и дополнительной модификации произведено бипористый углеродный материал, образованный слоями углерода, между которыми находятся пустоты из газифицированного угля. Представлены способы получения наносорбентов на основе углеродных материалов. Определены основные направления исследований в области синтеза углеродных адсорбентов на основе нановолокон.

Ключевые слова: углеродные материалы, нанотрубки, наносорбент, катализаторы.

УДК 665. 1

Исследование изменения триацилглицерольного состава подсолнечного масла в процессе переэтерификации / Демидов И.Н., Сытник Н.С., Мазаева В.С., Ведь В.Е. // Вісник НТУ «ХП». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХП». 2015. – № 7 (1116). – С. 148–153. Бібліогр.: 7 назв. – ISSN 2220-4784

В статье приведены результаты исследования закономерностей изменения количеств триацилглицеролов в процессе химической переэтерификации масла с целью его дальнейшей модификации. В качестве образца было взято масло подсолнечное рафинированное дезодорированное вымороженное. Установлена кинетика изменения ацилглицерольного состава подсолнечного масла во время протекания реакции переэтерификации. Определен триацилглицерольный состав исходного масла, а также проб, которые отбирались в ходе исследования каждые 0,5 ч. Рассчитана разность между триацилглицерольным составом в исходном масле и отобранных пробах, а также абсолютная погрешность измерения. Выполнено сравнение экспериментально определенного и рассчитанного статистически равновесного триацилглицерольного состава. Установлено время, за которое происходят наиболее существенные изменения в триацилглицерольном составе масла.

Ключевые слова: переэтерификация, подсолнечное масло, триацилглицерольный состав, кинетика, жирнокислотный состав.

УДК 663.64

Подготовка сырья для производства ароматизированной минеральной воды / Е.А. Любавина, А.А. Демидова, К.Ф. Аксенова, Г.С. Папенко // Вісник НТУ «ХП». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – X. : НТУ «ХП». 2015. – № 7 (1116). – С. 154–159. Бібліогр.: 3 назв. – ISSN 2220-4784.

В статье приведен анализ методов и возможных способов подготовки минеральной воды к использованию ее в качестве сырья для ароматизированного напитка. Рекомендуется для ароматизации напитка использовать экстракты из растительного сырья. Приводится технология получения экстрактов методом мацерации. Представлена структурная технологическая схема получения ароматизированного напитка.

Ключевые слова: минеральная вода, нестабильные соединения, фильтрация, обезжиривание, ароматическое растительное сырье, экстракты, ароматизированные напитки, антиоксиданты, фитодобавки.

УДК 378.018.43.02:004

Внедрение опыта реформирования дистанционного обучения Швеции в высших учебных заведениях Украины / А.А. Агейчева // Вісник НТУ «ХП». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – X. : НТУ «ХП». 2015. – № 7 (1116). – С. 160–167. Бібліогр.: 8 назв. – ISSN 2220-4784.

Статья посвящена исследованию концептуальных идей дистанционного образования в Европейском пространстве высшего образования и определению дальнейших перспектив развития отечественной практики внедрения информационно-коммуникационных технологий в дистанционном образовании современной молодежи. Проанализировано особенности развития дистанционного образования Швеции. Приведены типичные примеры дистанционного обучения. Показано важность роли электронного обучения для повышения эффективности непрерывного образования. Обосновано перспективность внедрения информационно-коммуникативных технологий обучения.

Ключевые слова: дистанционное обучение, высшее образование, информационно-коммуникационные технологии, дистанционное образование

УДК 339.117

Процесс обновления основных производственных средств и их отражение в бухгалтерском учете предприятия / Ляшенко Е.И., Р.Ф. Смоловик // Вісник НТУ «ХП». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – X. : НТУ «ХП». 2015. – № 7 (1116). – С. 168–172. Бібліогр. 3. – ISSN 2220-4784.

Рассмотрены задачи основных средств предприятия в процессе повышения уровня конкурентоспособности продукции, повышения эффективности работы предприятия, национальной экономики в целом; проанализированы экономические и социальные значения основных средств производства на макро и микроуровне, а также причины, определяющие это

значение. Предложены некоторые пути повышения эффективности использования основных средств производства. Особенно делается акцент на их активной части (оборудование) с учетом особенностей их эксплуатации в различных функциональных производственных подразделениях предприятия

Ключевые слова: основные средства, факторы производства, конкурентоспособность, эффективность производства, производительность, удельный вес, себестоимость.

УДК 339.117

Анализ хозяйственной деятельности предприятия как открытой системы внутреннего и внешнего окружения / А. Абдулаев, Б. Мухаммедов, Р.Ф. Смоловик // Вісник НТУ «ХП», Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХП», 2015. – № 7 (1116). – С. 172–177. Бібліогр. 4 назв. – ISSN 2220-4784.

Рассмотрены задачи предприятия как открытой системы внешнего и внутреннего окружения в процессе повышения уровня конкурентоспособности продукции, эффективности работы предприятия и национальной экономики в целом; проанализированы экономические и социальные значения этапов производства на макро и микроуровне, а также причины, определяющие это значение. Предложены некоторые пути повышения финансовой устойчивости предприятия, снижения себестоимости, увеличения прибыли и уровня рентабельности. Особенно делается акцент на снижение всех видов потерь, влияющих на увеличение затрат на производство продукции.

Ключевые слова: производственная деятельность предприятия, вспомогательные операции, маркетинговый срез, управление, эффективность, внешняя среда, прибыльность, внутренне окружение, рентабельность, система.

УДК 380.065.17

Анализ некоторых направлений повышения финансовой устойчивости предприятия / А. Джумабаева, С. Шакулиева, Р.Ф. Смоловик // Вісник НТУ «ХП», Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХП», 2015. – № 7 (1116). – С. 177–180. Бібліогр. 3. – ISSN 2220-4784.

В статье рассмотрены некоторые пути повышения эффективности работы предприятия на базе получения большей прибыли, повышения финансовой устойчивости предприятия, уровня рентабельности его хозяйственной деятельности. Рассмотрено значение прибыли как важнейшего абсолютного показателя эффективности хозяйственной деятельности и рентабельности как относительного показателя результатов его хозяйственной деятельности. Проанализированы приоритетные пути использования прибыли в условиях промышленного предприятия не зависимо от форм его собственности.

Ключевые слова: прибыль, рентабельность, эффективность, финансовая устойчивость, себестоимость, финансовые результаты, реализация продукции.

УДК 339.117

Значение рационального учета основных средств предприятия в условиях предпринимательской деятельности / М. Аннамаммедов, А.В. Фадеев // Вісник НТУ «ХП», Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХП», 2015. – № 7 (1116). – С. 181–185. Библиогр. 3. – ISSN 2220-4784.

Рассмотрены задачи основных средств предприятия не только в процессе изготовления различных видов продуктов, но и при оказании различного вида услуг по ремонту оборудования. Проанализированы различные пути повышения эффективности использования основных средств предприятия как с применением способов автоматизации, механизации, так и пути их воспроизводства. Проанализированы методы учета основных средств в условиях промышленного предприятия при изменении стоимости основных средств в процесс ее эксплуатации; предложены некоторые мероприятия по совершенствованию учета с использованием автоматизированных систем.

Ключевые слова: основные средства, повышение эффективности, учет основных средств, модернизация, производительность, амортизация, автоматизация учета.

ABSTRACTS

UDC 678:519.713

The components of the concept for complex enterprise energy mix / S.I. Bukhhalo // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Kharkov: NTU «KhPI», 2015. – № 7 (1116). – p. 3–21. Bibliog.: 21 titles. – ISSN 2220-4784.

The research of environmental safety and solving the problems of chemical technological problems of scientifically grounded integrated processes of different originated polymer wastes and their life cycle are discussed. The possibilities of these problems solution were shown with use of processes simulation with taking into account the changes of physical-chemical, molecular, chemical and mechanical characteristics of polymer materials during exploitation. The goal is the selection of the environmentally safe energy- and resource saving methods of polymer production of new nomenclature from secondary polymer raw materials and development of effective equipment for processes. At the same time, the ways of non-conversable polymer wastes utilization are indicated.

Key words: environmental safety, utilization, polymer wastes, life cycle, identification, estimation criteria, scientifically grounded processes.

UDC 338.45: 662.276

Data extraction for separation processes of light hydrocarbons / L.M. Ulyev, Maatouk A. // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Kharkov: NTU «KhPI», 2015. – № 7 (1116). – p. 22–28. Bibliog.: 6 titles. – ISSN 2220-4784.

The relevance of the topic due to the fact that rising energy prices encourages more efficient use of energy, as the level of energy consumption has a significant impact on the cost of finished products. Energy conservation is one of the most common concerns in gas separation plants. This article contains information about data extraction and heat integration of separation of light hydrocarbons plant. The pinch analysis method was selected to perform a reconstruction project. Technological streams that are needed for the integration process by using the pinch analysis method were identified. UniSim model of the studied process was created. Table for process stream data was compiled on the basis of these data. The data obtained will be used to further the process of reconstruction.

Key words: technological plan, pinch-analysis, flowsheet, light-end hydrocarbons, UniSim Design.

UDC 665.36

New perspectives for the removal of wax-like substances from sunflower oil / A.O. Netreba, F.F. Gladkiy, O.A. Litvinenko, G.V. Sadovnicniy, I.V. Levchuk, V.A. Kischenko // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Kharkov: NTU «KhPI», 2015. – № 7 (1116). – p. 29–35. Bibliogr.: 8. – ISSN 2220-4784.

The possibility of freezing technology to provide an improved vegetable oil, namely the improvement of crystallization process steps wax-like substances and filtering the slurry using a fibrous filter material, based on the polysulfone. Intensification of all technological stages of the process of freezing effected by electromagnetic processing of sunflower oil, which is on the basis of trapping negatively charged particles wax-like substances to the positively charged polymer fibers filter material. This introduction opens the way to a reduction in the duration of the crystallization of wax-like substances, simplifying the process of filtering the slurry and allows the oil to get top grades. The technological scheme and filter apparatus to extract the wax-like substances are developed. The removal efficiency of wax-like substances was confirmed by high-temperature gas-liquid chromatography.

Key words: sunflower oil, freezing, crystallization, filtration, electromagnetic field, chromatography.

UDC 66.012.45:664.1.048

Inspection of the evaporation plant for sugar juice concentrating / T.G. Babak, I.B. Ryabova, A.N. Orobey Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Kharkov: NTU «KhPI», 2015. – № 7 (1116). – p. 36–42. Bibliog.: 9 titles. – ISSN 2220-4784.

For the purpose of energy efficiency increase of sugar production the analysis of heat recovery process on evaporation plant of the clarified sugar juice was carried out. Average data of the thermal streams participating in recovery of thermal energy were identified and operating modes of heat exchangers were inspected. The obtained data were processed by means of pinch-analysis methods. In article it is shown that owing to existence of cross heat exchange the minimum temperature difference in heat exchangers, sufficient for recovery of current heat, is broken that points to overestimate of a heat exchange surface in the existing scheme. Considering that the received value of the minimum temperature difference is great, the conclusion is drawn on possibility of recovery scheme modernization for the purpose of utilities consumption reduction.

Keywords: evaporation plant, pinch technology, composite curves, power recovery, minimum temperature difference.

UDK 664.315.6

Functional ingredient of soft margarines – barley-malt extract / T.V. Arutyunyan, V.K. Timchenko, O.M. Troschenko// Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Kharkov: NTU «KhPI», 2015. – №. 7 (1116). – p. 43–50. Bibliogr. : 9 titles. – ISSN 2220-4784.

The article defines the prospect of the creation of functional food products using herbal ingredients such as barley-malt extract, which has been successfully used in health-preventive diet of healthy people in order to improve the metabolic processes in the body. Improved modern technology of production of soft margarine on the equipment of «Alfa Laval», which is widely used in enterprises oil and fat industry in Ukraine. In order to improve the stability of the emulsion during storage margarine, by slowing down the recrystallization of fat added to the aqueous phase was introduced barley malt extract. Developed an improved formulation of soft margarine "Vitamins" 82% fat with improved crystal structure and a long shelf life.

Keywords: functional ingredients, barley-malt extract, soft margarine.

UDC 664.3:547

The investigation of obtaining surface-active cyclic nitrogen containing organic substance / A.P. Melnik, V.Y. Papchenko, T.V. Matveeva, S.O. Kramarev, S.G. Malik // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Kharkov: NTU «KhPI», 2015. – № 7 (1116). – p. 51–57. Bibliog.: 15 titles. – ISSN 2220-4784.

Imidazolines fatty acid well adsorbed interfacial solution-air or solution-metal, so they are often used in various industries as emulsifiers, dispersants, surfactants, adsorption, etc. Especially widely used 2-imidazolines and compounds based on these received as corrosion inhibitors in oil and gas industry. In Ukraine, due to the lack of raw materials - petroleum hydrocarbons imidazolines do not produce, so the production of such materials from renewable raw material sources, namely from the triacylglycerols of sunflower oil is important. Investigated the reaction of getting alkylimidazoline amino coding. Found the reaction conditions, namely the molar ratio of the starting reactants, temperature and reaction time, at which the maximum concentration of imidazolines. As a result, the kinetic curves obtained, the analysis of which is allows to investigate the kinetics of aminoamides.

Keywords: triacylglycerols, sunflower oil, β -hydroxyethylethylenediamine, reaction molar ratio, imidazolines. amidation.

UDC 663.4

The new technology of using CO₂ hop extract in brewing / P. Nekrasov, L. Danilova, T. Berezka, D. Ivanenko // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Kharkov: NTU «KhPI», 2015. – № 7 (1116). – p. 58–68. Bibliog.: 7 titles. – ISSN 2220-4784.

The analysis of the current state of the production and use of hops and hop products in brewing was given in the article. The advantages and disadvantages of CO₂ hop extract relative to other hop products were demonstrated. The processes occurring in the boiling wort with hops were analysed. The investigations aimed to identify the phenolic compounds of plant antioxidants that promote protein coagulation and oxidation protection of bitter substances during boiling the wort with the CO₂ hop extract were carried out under conditions of the Kharkiv brewery «SUN InBev Ukraine». As a result the technology of use of the CO₂ hop extract together with oak bark antioxidant was proposed. The use of the CO₂ hop extract in conjunction with oak bark antioxidant gives the opportunity to produce less oxidized beer with a long shelf life and save hops in an amount of 8–10%. In addition, the antioxidant not only stabilizes the quality of beer, but also increases its physiological value. The results of the research can be used as the basis for the development of new sorts of beer with increased physiological value.

Key words: CO₂ hop extract, herbal antioxidants, hops savings, beer with a long shelf life.

UDC 665.12

Scientific substantiation of the rational concentration of soapstock during the neutralization of fat in the selective solvent / P.F. Petik, I.P. Petik // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Kharkov: NTU «KhPI», 2015. – № 7 (1116). – p. 69–75. Bibliog.: 7 titles. – ISSN 2220-4784.

The article is devoted the investigation of complex solubility limit series soapstock fatty acids and some vegetable oils in the system of selective solvent - water, glycerol and ethanol (VGE in the specified temperature range. The results of the study have been obtained regression model of dependence of solubility soapstock some fatty acids and their mixtures of the VGE, and based recommendations on the solubility of soapstock oils in the VGE.

Key words: vegetable oils, alkaline neutralization, selective solvents, fatty acid soap stock, limiting solubility.

UDC 665.12

Obtaining of fatty acids from soapstock by sodium salts decomposition with carbonic acid / S.N. Molchenko, I.N. Demidov, V.E. Ved // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Kharkov: NTU «KhPI», 2015. – № 7 (1116). – p. 76–82. Bibliog.: 10 titles. – ISSN 2220-4784.

Fatty acids are valuable products with application in various sectors of the economy. Soapstocks are the waste of vegetable oils alkali refining and one of the fatty acids' sources. The disadvantages of current fatty acids technology are the increased soda and sulfuric acid consumption, and presence of sodium sulphate and soluble organic impurities – harmful substances, that are released into the environment. The results of a study of sodium salts decomposition by carbon dioxide to obtain fatty acids are shown in the article. The gained data prove the possibility of fatty acids sodium salts (soaps) decomposition by carbon dioxide. The rational technological parameters of the process were estimated and the approximation model of the process was calculated. The composition of the obtained fatty acids was determined by gas-liquid chromatography.

Key words: vegetable oils, soapstock, waste, fatty acid, carbonic acid, decomposition.

UDC 665.11

The use of non-starch thickeners in nature emulsifying formulation of the product functionality / L.V. Krichkovskaya, V.V. Ananieva // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Kharkov: NTU «KhPI», 2015. – № 7 (1116). – p. 83–88. Bibliog.: 7 titles. – ISSN 2220-4784.

The problem of determining the composition of the complex nature of the non-starch thickener in the formulation of low-calorie mayonnaise. Obtained diagram of the viscosity of the emulsion product of the concentration and ratio of thickeners, and the thickeners have concentration at which the product has optimum emulsion viscosities. The expediency of use of non-starch thickeners nature in the production of low-calorie mayonnaise

Key words: food supplements, functional foods., low-calorie sauce, emulsion product, complex thickener, a gelling agent.

UDC 665.584.2

Substantiation of a combination of antioxidants for cosmetic creams / V.S. Marchenko, L.V. Krichkovska, A.P. Belinska // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Kharkov: NTU «KhPI», 2015. – № 7 (1116). – p. 89–94. Bibliog.: 9 titles. – ISSN 2220-4784.

One of the perspective directions of cosmetics production is to create products with highly active substances for dry, aging, prone to irritations skin. This paper proposes a complex of antioxidants to protect a cosmetic cream, enriched with ω -3 polyunsaturated fatty acids, against oxidative damage. The dependence of the induction period of fat base oxidation of the cosmetic cream on the content and the ratio of selected antioxidants is defined. The ratio and dosage of antioxidants – retinol, tocopherol, thiotriazoline – have been substantiated to be used as the cosmetic cream compounds. Their mutual influence on inhibition of oxidative damage of cream triacylglycerol fat basis is found. Development of the cosmetic product enriched ω -3 PUFA with selected antioxidants will allow to increase shelf life of products, and thereby improve the competitive position of national producers in the industry.

Key words: antioxidants, retinol, tocopherol, thiotriazoline, polyunsaturated fatty acids, blended oil, cosmetic cream.

UDC 664.1.048

Modernization of the evaporation plant for sugar juice concentrating / T.G. Babak, A.V. Demirskyy, I.B. Ryabova, A.N. Orobey // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Kharkov: NTU «KhPI», 2015. – № 7 (1116). – p. 95–102. Bibliog.: 9 titles. – ISSN 2220-4784.

The problem of evaporation plant for clarified sugar juice modernization which main aim was to reduce consumption of external energy carriers is considered. The problem of increase in energy efficiency was solved according to the principles of the pinch-analysis. Value of the minimum temperature difference was found from a condition of achievement of a total discounted cost minimum. For the received value of the minimum temperature difference composite curves were constructed, target values of utilities were defined and the grid diagram was constructed. In compliance with rules of the pinch-analysis the heat exchanging equipment was placed. The arguments of selection of Alfa Laval plate heat exchangers, taking into account possible pollution in use, is provided in article. Results of the economic calculations proving efficiency of the offered scheme of modernization are presented.

Key words: evaporation plant, pinch technology, composite curves, power recovery, minimum temperature difference.

UDC 678:519.713

The basic abilities for complex enterprise energy mix / S.I. Bukhhalo, O.I. Olkhovska // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Kharkov: NTU «KhPI», 2015. – № 7 (1116). – p. 103–108. Bibliog.: 12 titles. – ISSN 2220-4784.

The research of environmental safety and solving the problems of chemical technological problems of scientifically grounded integrated processes of different originated polymer wastes and their life cycle are discussed. When conducting innovative design of complex inter-university students receive more in-depth knowledge of the basic courses and skills to conduct independent scientific work. The goal is the selection of the environmentally safe energy- and resource saving methods of polymer production of new nomenclature from secondary polymer raw materials and development of effective equipment for processes. At the same time, the ways of non-conversible polymer wastes utilization are indicated.

Key words: environmental safety, utilization, complex projects, polymer wastes, estimation criteria, scientifically grounded processes.

UDC 665.52

Essential oil *Nepeta cataria* as a basis for natural flavours production for the food industry / *N.E. Frolova, M.V. Karputina, T.O. Berezka* // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Khrarkov: NTU «KhPI», 2015. – № 7 (1116). – p. 109–118. Bibliog.: 12 titles. – ISSN 2220-4784.

The results of study of *Nepeta cataria* essential oil directed fractionation conditions were shown. The parameters of the process for each faction – the residual pressure, temperature, reflux ratio were estimated. Four fractions (flavor) of different tones of flavour were obtained. Parameters values of division for the binary systems of *Nepeta cataria* essential oil were calculated. Physical refining processes of the essential oil does not destroy the natural structural links, keeps naturalness, biological capacity. Combining of the fractions using the software tools extends the range of natural flavours obtained from one of essential oil for the food industry. New flavours on the basis of *Nepeta cataria* essential oil have not only the pleasant aroma concerted, but also a high saturation and improving stability. Shelf-life of such flavours at a room temperature is 24 months. The obtained flavours have social and production query, as it will promote the production of the high-quality food products on natural aromatic basis.

Key words: essential oil, fractionation, parameters, flavours, combining, tonality.

UDC 664.36

Creation of oil mixtures resistant against oxidation / *T. V. Matveeva* // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Khrarkov: NTU «KhPI», 2015. – № 7 (1116). – p. 119–125. Bibliog.: 8 titles. – ISSN 2220-4784.

Blended oils on the basis of domestic refined deodorized sunflower, rapeseed and soybean oils with balanced fatty acid composition are the products of a functional purpose. The number and ratio of polyunsaturated (PUFA) - linoleic (ω -6) and linolenic (ω -3) - fatty acids are most important factors of biological value of vegetable oils. Found that among the possible methods of producing oils with a balanced composition as PUFA ω -6 and ω -3 and monoenasychennyh fatty acids (MUFA), the most economical, compared with selection, genetic engineering, chemical or enzymatic interesterification can being oil blends. However, increasing the biological value of oil, due to the increased PUFA may be accompanied with increase of their rate of oxidation. The results of researches of development of blends with balanced fatty acid composition resistant to oxidation are presented in this article.

Key words: oils, blends of polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, essential fatty acids, oxidation.

УДК 66.078.3.62

Heat integration of the furfural – water heteroazeotrope separation process on two columns / *T.G. Babak, I.B. Riabova, A.V. Rezanov* // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Khrarkov: NTU «KhPI», 2015. – № 7 (1116). – p. 126–130. Bibliog.: 2 titles. – ISSN 2220-4784.

An analysis of the energy performance of the furfural – water heteroazeotrope fractionation process on two columns. The process flows of heat integration of the operation are emphasized. By means of the «pinch» analysis method and the cascade algorithm the values of heat recovered in the technological scheme and the number of hot and cold utilities are determined. A scheme of the heat exchanger network, which allows to reduce the consumption of the utilities on the separated process flows by 4,22 times of the cold ones and by 8,9 times of the hot utilities correspondingly, is designed. Based on the calculations performed, a modified energy-efficient scheme of the furfural – water blend fractionation process using high-performance plate heat exchangers.

Key words: energy efficiency, heat recovery system, fractionation.

UDC 663.813

Scientific substantiation of parameters amylolytic enzymes immobilization on microparticles Fe_3O_4 / V.S. Omelchenko // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Khrarkov: NTU «KhPI», 2015. – № 7 (1116). – p. 131–136. Bibliog.: 7 titles. – ISSN 2220-4784.

The article is devoted to complex research of the basic parameters of amylolytic enzyme immobilization of the complex via a bifunctional agent – glutaraldehyde. When activated, the silicon surface of the particles aminomodifitsirovannoy Fe_3O_4 glutaraldegidn solution with different mass fractions of glutaraldehyde, a regular decrease in the mass fraction of protein in the contact solution. The rational concentration of the starting enzyme for immobilization, above which is not observed significant changes in the activity of the immobilized amylolytic enzymes.

Key words: complex amylolytic enzymes, glutaraldehyde, covalent immobilization, magnetic particles adsorption immobilization.

UDC 663.75

Mack - profitable crops / L.M. Kuznetsova // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Khrarkov: NTU «KhPI», 2015. – № 7 (1116). – p. 137–141. Bibliog.: 6 titles. – ISSN 2220-4784.

The article analyzes the scientific and technical information on crop-poppy, raised questions about the preparation and selection of the soil, sowing, harvesting, fertilizers poppy, poppy application – not only as a spread, spices and oilseeds as to obtain high-quality oils and by-products - high-protein animal feed. Studied the market for poppy seeds, the urgency of increasing the acreage, the ability to export and output of poppy Ukraine on the world market and the markets of the UNS with highly profitable crops. Studied the global market countries – exporters who sow poppy, to show the real situation of poppy cultivation in Ukraine in comparison with the previous period poppy cultivation to its complete prohibition, as a crop.

Key words: oilseed poppy, poppy, poppy oil, poppy seeds, breeding, crop, sowing.

УДК 669-1 УДК 669-1

Methods for preparing nanosorbent based carbon materials / M. Alali // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Khrarkov: NTU «KhPI», 2015. – № 7 (1116). – p. 142–147. Bibliog.: 8 titles. – ISSN 2220-4784.

Carbon materials are widely used in various fields of science and technology. They are used in aerochemical, chemical, petrochemical, metallurgical industry, mechanical engineering, construction, medicine. Carbon materials are used in the solution of environmental problems as catalysts and sorbents. As a result, activation and further modifications made biporouse carbon material formed of carbon fibers, between which there are voids in the gasified coal. The ways of obtaining nanosorbents based on carbon materials. The main directions of research in the field of synthesis of carbon adsorbents based on nanofibers.

Key words: carbon materials, nanotubes nanosorbent catalysts.

UDC 665.1

The study of the triacylglycerol composition changes of sunflower oil during interest-erification / Demidov I.M., Sytnik N.S., Mazaeva V.S., Ved V.E. // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Khrarkov: NTU «KhPI», 2014. – № 7 (1116). – p. 148–153. Bibliog.: 7 titles. – ISSN 2220-4784.

The article presents the results of research patterns of change in the amounts of triacylglycerols during chemical transesterification of oils with the aim of further modification. As the sample sunflower oil was taken. Kinetics changes of acylglycerol composition of sunflower oil during the interesterification reaction were established. Triacylglycerol composition of original oil and samples that were taken during the study every 0.5 h, were determined. Difference of triacylglycerol composition in the original oil and selected samples and the absolute error of measurement were calculated. Comparison of experimentally determined and calculated statistically

triacylglycerol equilibrium composition was performed. Time for which the most significant changes occur in triacylglycerol composition was determined.

Keywords: interesterification, sunflower oil, triacylglycerol composition, kinetics, fatty acid composition.

UDC 663.64

Preparation of raw materials for the production of flavored mineral water / E.A. Lyubavina, A.A. Demidova, K.F. Aksenova, G.S. Papenko // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Khrarkov: NTU «KhPI», 2015. – № 7 (1116). – p. 154–159. Bibliog.: 3 titles. – ISSN 2220-4784.

The article provides an analysis of the methods and possible ways of preparing mineral water to use it as a raw material for a flavored drink. Recommended for flavoring beverage use extracts from plant material. Were offered rational conditions for the extraction of aromatic raw materials. We investigated the organoleptic and physico-chemical characteristics of extracts from the leaves of mint and thyme. Provides technology for obtaining extracts by maceration. Is a block flow diagram of obtaining flavored drink. Mineral water "Berezovska" characterized by a specific underground microflora, which has medicinal properties and is in equilibrium with the biologically active organic compounds. This microflora is killed by ultraviolet radiation used in the production of water. The studies provide an opportunity to recommend no UR-disinfection. Was offered the technology preparation of flavored drinks.

Keywords: mineral water, volatile compound, filtration, degreasing, aromatic plant material, extracts, flavored beverages, antioxidants, phytonutrients.

UDC 378.018.43.02:004

Reforming experience Swedish distance learning implementation in Ukrainian higher education institutions / A.A. Ageicheva // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Khrarkov: NTU «KhPI», 2015. – № 7 (1116). – p. 160–167. Bibliog.: 8 titles. – ISSN 2220-4784.

The article investigates the conceptual ideas of distance education in the European Higher Education Area and the definition of the future prospects of development domestic practice of information and communication technologies in distance education of today's youth. The Sweden distance education development peculiarities are analyzed. Distance education typical examples are given. The distance education role importance for improving lifelong learning are described.

Key words: distance learning, higher education, information and communication technology, distance education

UDC 339.117

Process of updating basic production assets and their reflection in accounting of enterprise // Lyashenko E.I., R.F. Smolovik // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Khrarkov: NTU «KhPI», 2015. – № 7 (1116). – p. 168–172. Bibliog.: 3 titles. – ISSN 2220-4784.

The task of the enterprise in the process of improving product competitiveness, improve the efficiency of the enterprises of the national economy as a whole; analyzed economic and social value of fixed assets at the macro and micro level, as well as the causes that determine this value. Suggests some ways of making use of the basic means of production. Particular emphasis is placed on the active part (equipment), taking into account their operation in the different functional units of production enterprise.

Keywords: basic tools, factors of production, competitiveness, efficiency, productivity, market share, cost of goods sold.

UDC 339.117

Analysis of the economic activity of the enterprise as an open system of internal and external environment / A. Abdullayev, B. Muhammedov, R.F. Smolovik // Bulletin of National

Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Khrarkov: NTU «KhPI», 2015. – № 7 (1116). – p. 172–176. Bibliog.: 4 titles. – ISSN 2220-4784.

The tasks of the enterprise as an open system of external and internal environment in the process of improving competitiveness, the efficiency of enterprises and the national economy as a whole; analyzed economic and social value of the stages of production at the macro and micro level, as well as the causes that determine this value. Suggests some ways to improve the financial sustainability of the enterprise, reduce costs, increase profits and profitability. Particular emphasis on the reduction of all types of losses affecting the increase in the cost of production.

Key words: manufacturing activity, secondary operations, marketing, management, effectiveness of slice, external environment, the profitability, the internal environment, the profitability, the system.

UDC 380.065.17

An analysis of some of the areas of improving the financial sustainability of the enterprise / A. Dgumabaeva, S. Shakulieva, R.F. Smolovik // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Khrarkov: NTU «KhPI», 2014. – № 7 (1116). – p. 177–181. Bibliog.: 3 titles. – ISSN 2220-4784.

The article describes some ways to improve the efficiency of the enterprise on the basis of obtaining greater profits, improving the financial sustainability of the enterprise, the level of profitability of business. Considered as the most important profit value of absolute efficiency and profitability as the relative results of its economic activity. Analysed the priority use of profit in industrial enterprises regardless of their form of ownership.

Keywords: profit, profitability, efficiency, financial sustainability, cost, financial results, sales of products.

UDC 339.117

Value of the fixed assets management of enterprise in conditions of business / M. Annamammedov, A.V. Fadeev // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Khrarkov: NTU «KhPI», 2015. – № 7 (1116). – p. 181–175. Bibliog.: 3 titles. – ISSN 2220-4784.

The task of the enterprise not only in the process of making various kinds of products, but also in providing various kinds of services for the repair of equipment. Analysis of the various ways of increasing the efficiency of the use of fixed assets a company as a means of automation, mechanization, and the ways of their reproduction. Fixed asset accounting techniques are analyzed in terms of industrial enterprises in modifying the value of fixed assets in the CE process of their operation; suggests some activities on improving recording using automated systems.

Key words: basic tools, increased efficiency, asset accounting, performance upgrades, amortization, automation of accounting.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**ВІСНИК
НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
«ХП»**

Збірник наукових праць

Серія
«Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів»

№ 49 (1091)2014

Відповідальний за випуск *І. Б. Обухова*
Наукові редактори: *Л. М. Ульянов, С. І. Бухало*
Технічний редактор *О. І. Ольховська*

АДРЕСА РЕДКОЛЕГІЇ: 61002, м. Харків, вул. Фрунзе, 21, НТУ «ХП»
Каф. Інтегрованих технологій, процесів та апаратів, тел.(057)7076304,
E-mail: bis.khr@gmail.com

Підп. до друку « » _____ 2014 р. Наклад 300 прим. 1-й з-д 1-100

Друкарня НТУ «ХП»
Адреса: 61002, м. Харків, вул. Фрунзе, 21
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 3657 від 24.12.2009 р.
61002, Харків, вул. Фрунзе, 21