



ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ



ЕНЕРГІЯ. БІЗНЕС. КОМФОРТ



**Одеса
2020**

УДК [620.9:628.87]:334.723
ББК [620.9:628.87]:334.723
Е 61

Е 61 Енергія. Бізнес. Комфорт: матеріали регіональної науково-практичної конференції (20 грудня 2019 р.). – Одеса: ОНАХТ, 2020. – 80 с.

У збірнику подано тези доповідей науково-практичної конференції.
Збірник містить тези пленарних доповідей, доповідей по енергетичному та екологічному менеджменту (секція 1), енергоефективним технологіям та обладнанню (секція 2), моделюванню енерготехнологій (секція 3) та тези доповідей молодих вчених (секція 4).

УДК [620.9:628.87]:334.723
ББК [620.9:628.87]:334.723

© Одеська національна академія
харчових технологій, 2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ОДЕСЬКА ОРГАНІЗАЦІЯ СОЮЗ НАУКОВИХ ТА ІНЖЕНЕРНИХ
ОБ'ЄДНАНЬ УКРАЇНИ
КОНСАЛТИНГОВА ЛАБОРАТОРІЯ «ТЕРМА»

ЕНЕРГІЯ. БІЗНЕС. КОМФОРТ

Матеріали регіональної науково-практичної конференції

20 грудня 2019 року

Одеса
2020

СЕКЦІЯ І

ЕКОЛОГІЧНИЙ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ І МОНІТОРИНГ

Бурдо О.Г., д-р техн. наук, професор (ОНАХТ, м. Одеса)

ПОТЕНЦІАЛ АГРОБІЗНЕСУ У ВИРІШЕННІ ГЛОБАЛЬНИХ ПРОБЛЕМ ЛЮДСТВА

В 1970 році групою європейських науковців була розроблена Глобальна прогнозна модель «Римського клубу». Вона аналізувала ключові проблеми розвитку та мала 12 сценаріїв. По першому сценарію (що очікує людство, якщо тенденції не зміняться) у 2030 році в світі очікується глобальна енергетична криза. А в 2060 році – гостра екологічна криза, в 2090 році – криза їжі. Тобто, енергетика, екологія та їжа – це ключові проблеми, яке людство має вирішувати в цьому столітті, аби вижити.

Чи не розумним підходом є завдання в комплексі вирішувати всі ці проблемні питання. Одним із напрямків цього є «безвідходні технології», наближенням до яких можна вважати технології «глибокої переробки сировини». То, що ми викидаємо на звалище, чим забруднюємо атмосферу, гідросферу та літосферу, може вирішувати проблемні питання. Так, із відходів багатьох харчових та переробних виробництв можна виготовляти паливні пелети, брикети та вирішувати проблеми енергозабезпечення. Чи варто спалювати на полях рослинні відходи та забруднювати довкілля, якщо можна із них отримати енергію. Це не тільки дасть змогу мати регіональні джерела енергії, але й збереже дерева, які зараз вимушені використовувати як паливо.

Відходи харчових виробництв – це джерело багатьох функціональних компонентів. Вилучення деяких та їх реалізація має привабливі бізнес-перспективи. Відходи більшості аграрних та харчових технологій – це повноцінні резерви їжі.

Таким чином, глибока переробка сировини, переробка відходів харчових виробництв в комплексі вирішує проблеми екології, енергозабезпечення та їжі.

Безвідходними технологіями на науковому рівні плідно займались в Україні ще коли вона була у складі СРСР. В нашій академії проблемами переробки відходів займались під керівництвом ректора, проф. Чайковського В.Ф. Займаються й зараз у потужних наукових школах із харчової хімії, які очолюють послідовники проф. Дудкіна М.С. З'явилися й інноваційні фізичні принципи переробки відходів. Наразі в лабораторії «Харчові нанотехнології» (яку створено при кафедрі процесів, обладнання та енер-

гетичного менеджменту) у співробітництві із одеським підприємством «Enni Foods» розроблено науково-технологічні основи повної переробки шламу кави, який є агресивним забруднювачем довкілля. Обґрунтовано технології вилучення із шламу кофеїну та олії. Комерційні перспективи цих продуктів складно переоцінити. Подалі виготовляються: кавова безглютенова мука, пелети. Самі пелети використовуються як джерело енергії в системі опалення та в технології. Ряд інноваційних технологій вилучення цільових компонентів із рослинної сировини розроблено в нашій академії. В основі технологій – адресна доставка енергії до окремих компонентів сировини. Розроблено обладнання, яке реалізує нове фізичне явище – механодифузію. Обладнання апробоване в умовах виробництва. Інтенсифікація процесів від 5 до 1000 разів. Аналоги за кордоном відсутні. Обладнання в рази дешевше та потужніше, ніж закордонні аналоги.

Самостійною є проблема енергозабезпечення. А державною політикою має бути «енергоефективність», а не «енергозбереження». Бо максимальна границя «енергозбереження», це нульове споживання енергії. Тобто, якщо все відключити, то не буде витрат енергії. Саме тому, що «енергозбереження» було обрано державною політикою, Україна, АПК наразі знаходяться у скрутному положенні. Це підтверджує досвід Білорусі, яка вибрала політику енергоефективності й зараз вдвічі менше за Україну споживає енергії на одиницю ВВП. Але енергія - це товар. Якщо вмієш його використовувати ефективно – отримаєш прибуток. Якщо марнотратно – станеш банкрутом. Тому, всяке виробництво, любий бізнес, які використовують енергію мають бути енергоефективними. Навіть, якщо вони надають тільки послуги.

Країни Європи, США зіткнулись із енергетичною кризою ще в 70 роки пришлого століття. Це була перша хвиля енергетичної кризи. Україна в той час була енергозабезпеченою країною із край низькою культурою енергоспоживання. За роки незалежності Україна залишилась енергомарнотратною, але стала енергодефіцитною. На жаль зневажливе відношення українців до Джоуля, Вату залишилось із історичного минулого. Ще в перші роки незалежності за допомогою експертів США була розроблена Програма енергозабезпечення, перший етап якої мав закінчитись у 2000 році. Але й досі ці задачі навіть по першому етапу не вирішено. Не зрозуміло, чому влада України не зверталась до своїх фахівців. В Україні ще й досі залишаються науковці, які в змозі на високому рівні вирішувати складні теплофізичні завдання. Якщо характеризувати міжнародний досвід в проблемах енергоефективності одним словом, то це енергоменеджмент. Це не складна техніко-економічна наука, яка на системному рівні знаходить проекти зменшення витрат енергії.

Першим етапом енергетичних досліджень є енергетичний аудит, який на основі енергетичних балансів визначає втрати енергії в системах опалення, в будівлях, у технологічних комплексах. Для підприємств є чіткий

критерій, який визначає ефективність використання енергетичних ресурсів: питомі витрати енергії на одиницю продукції (1кг, 1л, тощо). Так по такому показнику Україна програє кращим фірмам індустріально розвинутих країн в 2-4 рази. На основі такого моніторингу обґрунтовуються проекти для впровадження. Проекти обов'язково мають мати економічні висновки по терміну окупності та матеріальним витратам. Далі складається Програма підвищення енергетичної ефективності установи, підприємства, галузі, регіону. Така ж, обґрунтована Програма має бути й для країни.

На жаль є серйозні бар'єри щодо реалізації: нерозуміння перших у владі, виробництві, регіоні про необхідність етапу моніторингу, організації регулярного вимірювання та реєстрації параметрів, доцільності встановлення лічильників. Другий бар'єр – бракує фахівців енергоменеджерів, як на етапі проведення енергетичного аудиту, так і особливо на етапі впровадження Програми. Третій бар'єр - тіньова економіка, яка приховує необхідну для аналізу інформацію по випуску продукції.

Необхідно відзначити, що при розробці Програми важливо визначити пріоритети, який рівень планується досягти: кращий в галузі, кращий в світі, чи перевершити вже досягнуте. Якщо є задача перевищити світовий рівень, то треба знайти науково обґрунтовані проекти із інноваційними підходами. Якщо задача простіша, то треба використати вже відомі рішення. А функцією цілі є питомі показники витрат енергії на одиницю продукції. Інноваційних розробок в Україні достатньо. Наприклад у нас розвивається напрямок «технології направленої енергетичної дії». В рамках напрямку відкрито новий ефект «механодифузія». Розроблено конструкції зерносушарок із ККД 60-85%, при екологічно безпечних режимах сушіння. Розроблено екстрактори, випарні апарати, аналоги яких відсутні в світі. Отримано неенергоємні харчові продукти із рослинної сировини.

Що стосується переведення технологій на рейки «екоіндустрії», то перші кроки тут зрозумілі. Починати необхідно із проведення екологічного аудиту. Це визначить склад сировини, вміст цільових компонентів у відходах, методи їх вилучення. Для більшості харчових продуктів такі бази даних є в науковій літературі.

Вражає досвід Швеції, яка майже повністю відмовилась від опалення газом, а використовує для цього сміття, торф, біомасу. Разом з тим, не треба тільки копіювати, повторювати досвід закордонних виробників. Треба намагався створювати щось нове, краще, працююче на інноваційних принципах. Більш за те, прикро, що винахідник чує відмову від розробки на одному аргументі: за кордоном такого немає. А, саме те чого ніде не має, спроможне зробити прорив. Я маю надію, що все ж таки вітчизняне, одеське зробить такий прорив.

Терзиев С.Г., д-р техн. наук, доцент (*ОНАПТ, м. Одесса*)
Мордынский В.П., канд. техн. наук, доцент (*ОНАПТ, м. Одесса*)
Войтенко А.К., канд. техн. наук, доцент (*ОНАПТ, м. Одесса*)

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ АУДИТ ТЕХНОЛОГИЙ ПИЩЕВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ

Для пищевых концентратов (ПК) характерно: быстрота приготовления, продолжительные сроки хранения и высокое качество. Именно эти качества ПК привлекают интерес широкого круга потребителей, и сейчас большинство жителей планеты все чаще обращаются к продуктам пищевого концентратной отрасли. Быстро расширяется ассортимент ПК и их рынки. Самым востребованным продуктом ПК в мире стал порошок растворимого кофе. Численность работников кофейной индустрии на планете достигло 25 млн. человек.

В последние годы в Украине стремительно растут продажи растворимого кофе. Конкурировать с ведущими производителями кофепродуктов украинским предприятиям сложно: дорогое импортное сырье, выросшие до мирового уровня цены на энергоносители. Традиционные технологии ключевых операций производства – экстрагирование и сушка – отличаются высокой энергоемкостью. Поскольку влиять на стоимость сырья украинские производители кофепродуктов не могут, то есть два конкурентных направления. Первое - это инновационные технологии, направленные на совершенствование процессов сушки и экстрагирования. Второе – инновационные технологии глубокой переработки сырья, перевод производства на принципы экоиндустрии.

Порошок кофе получают в производительной распылительной сушилке. Передовые сушильные теплотехнологии используют теплоту отработанного теплоносителя для предварительного нагрева воздуха, поступающего в калорифер сушилки. В качестве такого теплоутилизатора предпочтение отдают рекуператорам на тепловых трубах. Новыми эффективными технологиями экстрагирования и переработки сырья считаются объемные безградиентные принципы подвода энергии к элементам растительного сырья. Интенсификация процессов переноса в таких системах достигается в несколько раз и, иногда, и на порядки.

Именно эти принципы адресной доставки энергии при переработке пищевого сырья применяются в работе для совершенствования теплотехнологии растворимого кофе.

Структура материальных затрат на ресурсы определяет, что основные расходы связаны с оплатой за природный газ (66...70 %). Затраты на электроэнергию составляют 23...24 %, а на воду – 7...10 %. Проведена количественная оценка конверсии энергии в сушильных установках. По результатам энергетических исследований сделаны следующие выводы.

1. Серьезные резервы снижения расхода энергетических ресурсов заключаются в организационных мероприятиях. Только соблюдение нормативных режимов работы оборудования даст сокращение расхода энергетических ресурсов от 18 % (в котельной) до 50 % (на распылительной сушилке).

2. Вторым этапом совершенствования теплотехнологий считаются проекты по утилизации тепловых выбросов энергоемкого оборудования, монтажу тепловой изоляции.

3. Третьим этапом модернизации являются проекты внедрения инновационных проектов адресной доставки энергии в технологиях сушки и экстрагирования. Особенно, это касается технологии растворимого кофе.

Ключевые выводы энергетических исследований следующие.

1. Основные недостатки производства растворимого кофе: значительная энергоемкость оборудования и длительность технологического процесса (7...8 ч) и использование высокого давления в экстракторах (0,3...1,5 МПа).

2. В процессе производства на стадиях измельчения, хранения, экстрагирования и сушки имеют место потери ценных легколетучих вкусовых и ароматических веществ. Эти потери составляют более 80 % от начального количества в обжаренных зернах.

3. С выбросами теплоносителя за год с одной сушильной установки (РС) теряется: 8200 ГДж тепловой энергии и 4560 кг готового продукта (порошка кофе).

Рассмотрим подробнее теплотехнологию растворимого кофе (рис.1).

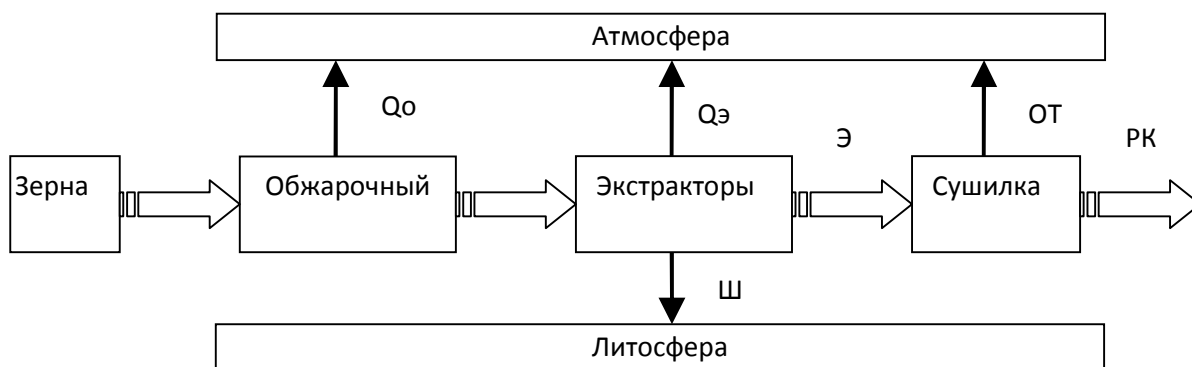


Рис. 1. Поток сырья, энергии и отходов при производстве растворимого кофе.

На линии производства растворимого кофе (рис. 1) от обжарочной печи теряется теплота (Q_0), от экстракторов – ($Q_э$). Экстракт ($Э$) обезвоживается, при этом в атмосферу выбрасывается отработавший теплоноситель ($ОТ$), который содержит пыль растворимого кофе. Есть потери теплоты и с потоком готового продукта ($РК$). Из экстрактора выгружается шлам ($Ш$), объем которого около 70 % от исходного сырья.

В соответствии со схемой (рис. 1) последовательность внедрения проектов следующая: тепломассоутилизатор на РС, теплоутилизатор на ОА,

утилизация шлама на производство пеллет, МВ экстрактор кофе и МВ экстрактор масла из шлама.

Терзиев С.Г., д-р техн. наук, доцент (ОНАПТ, г. Одесса)

Мордынский В.П., канд. техн. наук, доцент (ОНАПТ, г. Одесса)

Войтенко А.К., канд. техн. наук, доцент (ОНАПТ, г. Одесса)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ТЕХНОЛОГИЙ ПИЩЕВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ

Экологический мониторинг производства растворимого кофе показал, что предприятие оказывает серьезную нагрузку на окружающую среду. Загрязнителями атмосферы являются составляющие потока отработавшего теплоносителя: влага и пыль кофе, а также, теплота. Источниками загрязнений литосферы является кофейный шлам. Несмотря на серьезные экологические проблемы, которые связаны со спецификой кофейного шлама, и на потери с ним ценных веществ (табл.1), практических примеров его переработки в Украине нет.

Таблица 1. Структура кофейного шлама

№	Компонент	Содержание, %	Пути утилизации
1	Водорастворимые вещества	4	дозэкстрагирование
2	Кофейное масло	7-12	экстрагирование
3	вкусоароматические вещества	3...5	Дистилляция
4	белки	5...7	активация
5	целлюлоза и лигнин	60...75	брикетирование

Предложены системы экологической защиты для улавливания из аэрозольных выбросов сушилки теплоты, влаги и пыли пищевого продукта и глубокой переработки шлама. При утилизации шлама экстрагированием выделяется масло кофе. Активация обезжиренного шлама позволяет получить связующий компонент и изготавливать на его основе строительные материалы. Последовательная обработка шлама в сушилке, пресс – грануляторе и брикетирование даст возможность производства агропеллет.

На сушилке кофе (РС) целесообразно установить систему комплексной утилизации теплоты и пыли пищевого продукта (ТМУ). Электромагнитные генераторы адресной доставки энергии предлагается использовать в экстракторах жидких концентратов кофе и кофейного масла. Решать проблемы энергообеспечения предприятия можно за счет переработки шлама (ЛПШ) на агропеллеты, которые могут полностью заменить природный газ в системе отопления и в РС. Генераторы инфракрасного диапазона представляют интерес в ленточной сушилке, как дополнительные

или самостоятельные регистры. Эффективны генераторы микроволнового диапазона (МВ). Система таких теплотехнологий адресной доставки энергии к элементам пищевого сырья позволит перевести производство на рельсы экоиндустрии.

Разработанная конструкция ТМУ внедрена в линию сушки растворимого кофе на Одесском комбинате пищевых концентратов. Система утилизации снижает тепловые потери до 75 % и извлекает из газовых выбросов при сушке до 99 % пыли пищевого продукта – порошка кофе.

Представляется целесообразным в экстракционные батареи подавать не чистую воду (как предусмотрено традиционной технологией), а экстракт, предварительно насыщенный компонентами кофе, извлеченными из шлама. Процесс такой подготовки экстрагента авторы назвали «предэкстрагирование», а производственный комплекс для реализации этой задачи, соответственно, линией «предэкстрагирования» из кофейного шлама (ЛПЭШ). По предложенной схеме (рис. 1) в диффузионные батареи направляется экстракт с концентрацией до 2...4 %. Обедненная твердая часть шлама идет на дальнейшую переработку. Процессы в ЛПЭШ протекают в такой последовательности. Шлам из бункера 1 подается шнеком 2 на пункт загрузки шлама в кассеты 3. Далее кассеты с сырьем поступают в МВ экстрактор 4, где проходит экстрагирование шлама водой при температуре 80...95 °С. Из экстрактора отделенная твердая часть подается на сушку, а жидкая – через фильтр 6 в промежуточную емкость 7, откуда экстракт концентрацией до 2...4 % направляется в экстракционные батареи.

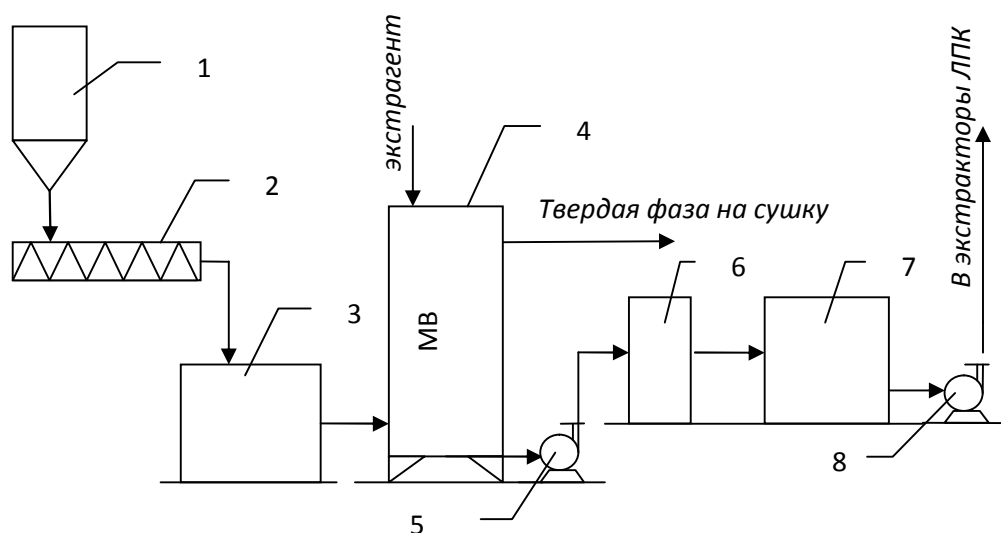


Рис. 1. Схема линии предэкстрагирования из кофейного шлама.

Ключевым элементом в ЛПЭШ (рис. 1) является микроволновой экстрактор. Разработан опытный образец установки с параметрами, приведенными в табл. 2.

Таблица 2. Характеристики полупромышленной установки – МВ экстрактора

Параметры	МВ экстрактор
Потребляемая мощность МВ излучателей, кВт	$\leq 7,3$ кВт
Рабочий объем, л	180
Габаритные размеры установки (д/ш/в), м	0,52/0,68/2,05
Производительность по сырью, кг/ч	≤ 24

Экспериментально-промышленный образец МВ экстрактора является аппаратом непрерывного действия, предназначен для системы «твердое тело – жидкость». Корпус выполнен из каскада резонаторных камер из нержавеющей стали с магнетронами, при этом дно верхних камер соединяется с поверхностью нижних камер шлюзовыми каналами. Через эти каналы перемещаются блоки кассет с сырьем. Каждая из камер оснащена панелью управления с цифровым дисплеем уровня мощности и таймером. Предусмотрена возможность регулирования в достаточном диапазоне расхода экстрагента, и скорости движения твердой фазы.

Воинова С.А., канд. техн. наук (*ОНАПТ, г. Одесса*)

Воинов А.П., д-р техн. наук (*ОГАСА, г. Одесса*)

О ГЛАВЕНСТВУЮЩЕМ ПОЛОЖЕНИИ ПРИРОДООХРАННОГО АСПЕКТА В МНОГОГРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

Человечество сумело продуктивно для себя пройти длинный и сложный путь развития до нынешнего своего состояния. На этом пути встречалось множество сложностей и преград, которые в целом удавалось преодолевать. Пришлось в разной степени испытывать разочарование и удовлетворение выполненным.

Важным событием явилось создание мирового производства, способного не только удовлетворять текущие потребности человечества, но и продолжать дальнейшее развитие общества и способствовать собственному развитию.

Выдающимся успехом было осуществление индустриального этапа развития мирового производства к середине 19 века. Очередным оказался стагнационный период развития, продолжающийся ныне. В этом трудном и сложном процессе человечеству пришлось решать множество задач, различающихся по всем своим свойствам и параметрам.

Однако на протяжении последних столетий развития перед человечеством возникла, выделилась среди других и стала быстро усложняться задача его взаимодействия с окружающей природной средой. Ее человечес-

во эксплуатировало предельно, от нее получало все блага, все необходимое для развития и процветания. В ответ выбрасывало и сбрасывало в ускоренно нарастающих темпе и количестве теплоту, собственные отходы и отходы производства.

Важнейшим и трагичным оказалось то, что выделяемые в природную среду теплота и отходы активно оказывают на нее многостороннее, комплексное, сугубо отрицательное, то есть вредное, губительное воздействие. Механизмом, возможностью компенсировать это вредное воздействие природная среда не наделена, поэтому непрерывно получает ущерб своего состояния, то есть деградирует.

В настоящее время среди отраслей мирового производства наиболее интенсивное вредное воздействие на природную среду оказывает энергетика на органическом топливе, особенно использующая органическое топливо.

В настоящее время человечество не располагает средством, способным приостановить этот предельно опасный мировой процесс. Все это чрезвычайно опасно для природной среды: для неживой природы и для живой природы, включая человека.

В общем, человечество, в своей истории успешно решившее множество сложных задач разного рода, впервые оказалось перед неотложной необходимостью решать не задачу, а решать проблему, при этом, проблему уникальную по своим свойствам: по своему содержанию и значению, по важности для своей судьбы, по масштабу и сложности.

По существу, проблема защиты природной среды от вредного воздействия производства является проблемой спасения природной среды, а в ней – самосохранения человечества. То есть, в многогранной деятельности современного человечества природоохранный аспект приобрел значение главного аспекта

Сложившаяся в мире критическая в экологическом отношении обстановка является предметом пристального внимания и изучения мировой общественностью. Это нашло свое отражение, в частности, в документах мирового значения: в Киотском протоколе (1997г.) и в Парижском соглашении по климату (2015 г.).

Принятая и реализуемая рядом стран международная программа энергосбережения имеет средоохранное существо. В проблеме защиты природной среды роль и значение этой программы велики.

Анализ информации о воздействии документов мирового значения по проблеме защиты природной среды показывает, что мировой реакции, адекватной значению проблемы, не последовало. Реакция же ряда стран не достаточна. Независимо от этого проблема продолжает обостряться.

Разразившаяся в мире в начале 2019 года мощная климатическая аномалия, сопровождающаяся катастрофическими последствиями в разных

частях планеты, свидетельствует о крайне опасном состоянии природной среды в планетарном масштабе.

Причиной этих последствий является крайне угнетенное состояние природной среды, обусловленное недопустимым, безответственным, фактически преступным отношением человечества к своим действиям в этой материнской для него среде.

Критический анализ сложившейся в мире обстановки показывает, что, для спасения природной среды от гибели, человечеству необходимо впервые в своей истории коренным образом изменить свой образ жизни. Необходимо перестать быть бездумным, ненасытным и жестоким потребителем отнимаемых у природы благ. Необходимо незамедлительно стать и в будущем остаться мудрым, скромным и благодарным сыном природы, достойным ее материнского терпения и доброго отношения. Представить себе иной благоприятный исход из нагроможденной человечеством опаснейшей обстановки не удастся, так как его нет.

Из логики вещей следует, что человечеству предстоит коренное изменение в области взаимодействия с природной средой, изменение отношения к своему месту и своим обязанностям в окружающем мире. В многогранной деятельности человечества природоохранный аспект должен занять главенствующее положение.

Отметим весьма важное обстоятельство. Степень эффективности процесса нормализации отношения человечества к природной среде будет прямо зависеть от качества управления этим процессом на всех уровнях его иерархии.

Терзиев С.Г., д-р техн. наук, доцент (*ОНАПТ, г. Одесса*)

Войтенко А.К., канд. техн. наук, доцент (*ОНАПТ, г. Одесса*)

БИЗНЕС ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ

Разработанная система энергоэффективных проектов для совершенствования технологий пищевых концентратов имеет инновационную привлекательность.

Тепломассоутилизатор. Способ предложен и внедрен впервые, его техническая идея защищена патентом Украины. Приоритет в названии аппарата принадлежит авторам. При сравнении с другими методами утилизации способ позволяет:

- работать в условиях паропылегазового потока, возвращать в технологию тепловую энергию и пыль дорогого пищевого продукта;

- поддерживать в процессе эксплуатации стабильные и высокие коэффициенты теплопередачи благодаря организации режима «самоочищения» теплопередающей поверхности;
- эксплуатировать систему в непрерывном режиме работы, т.к. не требуется остановка для чистки оборудования;
- гарантировать высокую степень теплоаэродинамической надежности аппарата благодаря модульному принципу компоновки из автономных теплопередающих элементов – испарительных термосифонов (авария нескольких модулей не приводит к остановке аппарата);

С помощью тепломассоутилизатора успешно решаются следующие задачи:

- экологические: глубокая очистка потока отработавшего теплоносителя от примесей, практически полностью исключаются загрязнения атмосферы пылевыми выбросами, в разы уменьшаются тепловые выбросы;
- технологические: выделение из отработавшего теплоносителя мелких фракций порошка готового пищевого продукта и возврат его в технологию;
- энергетические: сокращаются расходы энергии на сушку на 12...25 %;
- материальные: стоимость термосифонного аппарата ниже стоимости традиционных рекуператоров.

Микроволновой экстрактор кофе. Разработанная технология экстрагирования в СВ поле направлена на устранение некоторых недостатков традиционных подходов, сохранила все достоинства традиционных принципов экстрагирования и приобрела ряд новых преимуществ. технология.

Технологические преимущества:

- выход целевых компонентов из сырья увеличивается на 10...15 % при существенном снижении температурного режима экстрагирования, что способствует повышению качества готового продукта;
- значительное (практически на порядок) сокращение продолжительности процесса при практическом отсутствии потерь продукта.

Экономические преимущества:

- компактность оборудования, его доступная стоимость изготовления и эксплуатации, связанная с простотой и надежностью конструкции;
- умеренные затраты энергии на процесс;

Микроволновый экстрактор кофейного масла. Привлекательные качества:

- относительно низкая стоимость изготовления и эксплуатации, связанная с простотой конструкции;
- низкое энергопотребление;
- использует в качестве сырья отходы производства.

Микроволновые технологии производства неэнергоёмких образцов кофепродуктов. Отличаются существенными перспективами.

Технологические. Позволяют получать высококачественные натуральные пищевые продукты (масло кофе и жидкий концентрат кофе). Дают возможность создания новых продуктов с непревзойденным качеством при сохранении естественного вкуса, аромата и цвета зерен кофе в удобной концентрированной форме. На основе полученных концентратов купажируются новые продукты: «кофе с сахаром», «кофе с коньяком», «кофе с молоком», «кофе с сахаром и коньяком». Образцы получили высокую оценку при дегустации.

Технические. Применение новых принципов, нанотехнологий позволило получить продукты высокого качества. В них максимально сохранены все натуральные свойства сырья – как биологически активные, так и органолептические.

Энергетические. Новые принципы организации энергообмена позволили уменьшить уровень энергозатрат на 20...50 % относительно традиционных технологий.

Экономические. Срок окупаемости при внедрении от 1 до 3 лет в зависимости от вида продукции. Образцы концентратов конкурентно способны. Аналоги ассортимента концентратов жидкого кофе вообще отсутствуют на мировом рынке.

Экологические. Экологические параметры проекта выгодно отличаются от традиционных. Образцы концентратов экологически чистые, оборудование экологически безопасное.

Социальные. Тенденции мирового рынка свидетельствуют, что спрос на высококачественные концентраты в последние годы существенно возрастает. Фирмы, которые производят натуральные концентраты, не могут полностью обеспечить рынок, отсутствуют современные технологии их производства.

Коммерческие. Получение чашки кофе из жидкого концентрата, на вкус столь же свежего и ничем не отличающегося от привычного натурального кофе. При этом сохраняется главное преимущество растворимого кофе – быстрота приготовления.

Концентрированный экстракт – готовая основа для напитков на базе кофе, готовых к немедленному употреблению. Кофе “ЖИКО” быстрорастворим, имеет непревзойденный аромат кофейных зерен. Любимый многими кофе представлен в виде жидкого концентрата. Концентрация сухих веществ составляет 50...65 %.

Инновационный ассортимент кофе: с сахаром, без сахара, с коньяком, с молоком и т.д. Он с успехом может использоваться как отдельный продукт или как ингредиент кондитерских и молочных изделий. Открывает путь на мировые рынки высококачественных кофепродуктов.

Разработанное оборудование является многофункциональным и способно решать проблемы совершенствования энерготехнологий различных пищевых, химических и фармацевтических производств.

Бундюк А.М., канд. техн. наук, професор (ОНПУ, м. Одеса)
Лихащенко К.О., бакалавр (ОНПУ, м. Одеса)

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІЖНАРОДНОЇ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

Вступ. Аналізу конкурентоспроможності, особливо на рівні підприємства, галузі, регіону, країни, у вітчизняній і зарубіжній економічній літературі приділено велику увагу. У цьому зв'язку можна впевнено стверджувати, що головний рівень забезпечення конкурентоспроможності – це макроекономічний рівень, на якому визначаються основні умови функціонування всієї господарської системи держави. За ним по значимості йде мезорівень, де формується перспективи розвитку регіону, галузі або корпорації, тобто охоплює групу підприємств. На мікрорівні конкурентоспроможність як би знаходить свою остаточну завершальну форму у вигляді співвідношення ціни і якості товару чи послуги певного підприємства [1].

Виклад основного матеріалу. Конкурентоспроможність сучасних високорозвинутих країн заснована, головним чином, на технологічних перевагах, в той час як відсталі країн – на ресурсних перевагах [2]. Ключовими факторами сучасної конкурентоспроможності є:

1. Інвестиції в нову технологію і людський капітал.
2. Економічне середовище, сприятливе для нововведень і розвитку компаній.
3. Відкрита система міжнародної торгівлі за умови захисту національних інтересів.
4. Сучасний розвиток глобальної світової економіки.

Для оцінки конкурентоспроможності країн світу Всесвітнім Економічним форумом (World Economic Forum WEF) розроблений вільний індекс конкурентоспроможного економічного зростання (Growth Competitiveness Index). Він характеризується як інструмент міждержавних порівнянь і розраховується виходячи з урахування ряду агрегованих факторів, які базуються на ряді індикаторів: внутрішній економічний потенціал, зовнішні економічні зв'язки, державне регулювання, кредитно-фінансова система, інфраструктура, система управління, науково-технічний потенціал, трудові ресурси [2].

Треба особливо відзначити, що підвищення якості професійної освіти є важливим фактором зростання конкурентоспроможності всієї економіки. Досвід більшої частини ХХ ст. показує, що лідерами в соціально-економічному розвитку світу були країни, що мали найбільш високий рівень освіти населення, науки, охорони здоров'я, культури і духовності. Найбільш конкурентоспроможними були і залишаються в країнах ті галузі, розвиток яких значною мірою базувався на використанні персоналу, який мав спеціальну освіту та професійну підготовку за відповідними галузями.

У їх числі можна назвати США, Великобританію, Німеччину, скандинавські країни, Японію, Південну Корею та інших.

Одна з найважливіших властивостей конкурентоспроможності – це можливість впливу на неї, тобто нею можливо і потрібно управляти. Управління конкурентоспроможністю підприємств у сфері виробництва товарів і надання послуг – це управління в ринкових умовах своїми конкурентними перевагами, результатом якого є кращі позиції по відношенню до конкурентів і стабільність підприємства за рахунок отримання достатнього прибутку. Конкурентні переваги – це найкращі індивідуальні числові оцінки ключових показників конкурентоспроможності по досліджуваному підприємству в порівнянні з аналогічними показниками, що мають місце у головних конкурентів [3].

В основі управління конкурентоспроможністю повинен лежати стратегічний підхід, який реалізується через механізм управління, який можна визначити як сукупність ресурсів, методів, засобів, інструментів і важелів впливу на ринкові процеси [4]. Механізм включає:

- мету управління;
- фактори управління;
- організаційну структуру управління;
- ресурси управління;
- методи впливу на фактори.

Організаційна структура управління залежить від мети, факторів та ресурсів, якими володіє підприємство, специфіки продукції і ринків. Сукупність організаційних, фінансово-економічних, трудових, інформаційних, технологічних та інших ресурсів підприємства становить конкурентоспроможний потенціал підприємства.

Особливе значення в процесі управління конкурентоспроможністю мають принципи інноваційності, корпоративності, креативності, інтегрованості. Визначившись зі структурою управління, необхідно розробити модель, яка враховувала б особливості підприємства і його положення на ринку.

Міжнародна конкурентоспроможність проявляється у досягненні фірмою конкурентних переваг у міжнародній конкуренції. Одні з авторів дотримуються структурного підходу при оцінці конкурентоспроможності зовнішньоекономічної діяльності підприємства. Інші вважають що оцінювати конкурентоспроможність необхідно з функціонального підходу, відповідно до якого оцінка проводиться на основі розрахунку основних економічних показників діяльності підприємства. Треті схиляються до думки, що матричні підходи для оцінки конкурентоспроможності підприємства є найбільш ефективними, оскільки враховують особливості функціонування підприємства в цілому [1].

Для оцінки конкурентоспроможності послуг використовують різні показники: економічні, організаційні, класифікаційні, нормативні, конструктивні, ергономічні, соціальні.

При оцінці конкурентоспроможності слід спиратися на певні критерії.

1. Оцінка з позиції певного суб'єкта - виробника, продавця, споживача. Залежно від суб'єкта ринку вибирається номенклатура групових і одиничних критеріїв.

2. Орієнтація на певний сегмент ринку. При виробництві товарів слід керуватися універсальним критерієм - випуском на ринок товару, який потрібен споживачеві і за який він захоче і зможе заплатити.

3. Відповідність вимогам нормативних та юридичних документів. Вітчизняні товари, призначені для внутрішнього ринку, повинні в першу чергу відповідати обов'язковим вимогам державних стандартів, санітарних правил і норм та інших нормативних документів, що містять обов'язкові норми. Для експортної продукції найважливішою умовою є відповідність товару міжнародним стандартам (ІСО, МЕК і ін.), а також зарубіжним стандартам тієї країни, куди намічається експортувати товар.

4. Орієнтація на певний тип ринку (зовнішній, внутрішній).

Висновки. Конкурентоспроможність надає собою показник ефективності функціонування національної економіки, галузі та підприємства, оскільки від досягнутого рівня конкурентоспроможності у вирішальній мірі залежать можливості їх виживання і розвитку.

Правильно обраний критерій підвищення конкурентоспроможності товару дозволить в максимальному ступені уникнути безглузких втрат, а отримані підсумки по аналізу цього широкого спектру параметрів дозволять сформулювати стратегічну програму зміни у фінансово-виробничій, організаційно-економічній та збутовій роботі фірми для посилення її позицій в конкурентній боротьбі на ринку.

Література

1. Масляєва О.О. Економічна сутність категорії «конкурентоспроможність»: детінізація та систематизація [Електронний ресурс] / О.О. Масляєва. – Режим доступу: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=737>.

2. Колесник Ю. В. Управління міжнародною конкурентоспроможністю підприємств / Ю. В. Колесник // Економіка, фінанси, право. – 2010. – № 5. – С. 3–8.

3. Амосов О. Ю. Оцінка потенціалу конкурентоспроможності як основного аспекту розвитку підприємства / О. Ю. Амосов // Пробл. економіки. – 2011. – № 3. – С. 79–83.

4. Должанський І. З. Конкурентоспроможність підприємства : навч. посіб. / Должанський І. З., Загорна Т. О. – Київ : Центр навч. літ., 2012. – 384 с.

СЕКЦІЯ II

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ

Билека Б.Д., д-р техн. наук (*ИТТФ НАН Украины, г. Киев*)

ТОПЛИВНАЯ ЭКОНОМИЧНОСТЬ КОМБИНИРОВАННЫХ КОГЕНЕРАЦИОННО-ТЕПЛОНАСОСНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЙ И КОММУНАЛЬНОЙ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

Использование когенерационных установок (КГУ) позволяет существенно снизить расход газа на производстве одинакового количества электрической и тепловой энергии в сравнении с отдельной выработкой их на тепловой электростанции и в котельной. Внедрение КГУ при модернизации котельных в существенной мере сдерживается тем, что экономический эффект от снижения расхода топлива получается в целом в энергетике всего региона. На модернизируемой котельной происходит определенное повышение расхода газа в сравнении с расходом его до модернизации. Еще одним сдерживающим внедрения КГУ фактором является сложность сбыта электроэнергии в объемах больших, чем необходимо для собственных нужд. В существенной степени этими обстоятельствами объясняется ощутимо вялое внедрение КГУ в коммунальной и промышленной теплоэнергетике Украины.

Теплонасосные технологии позволяют вовлекать в производство теплоты условно даровые низкопотенциальные источники теплоты водоемов, атмосферного воздуха, сточных вод и др. за счет использования преимущественно, высокоэффективных электроприводных теплонасосных установок (ТНУ) с выработкой от 3 до 5 кВт тепловой мощности на 1 кВт затрачиваемой электрической мощности. Недостатком ТНУ является определяющая зависимость экономической эффективности генерации теплоты от стоимости электроэнергии.

Заметно улучшить эту особенность ТНУ можно путем соединения двух рассматриваемых технологий – когенерационной и теплонасосной. Комбинированную когенерационно-теплоснасосную установку (КГ-ТНУ) следует рассматривать как весьма перспективную альтернативу газовым котельным. Это связано с тем, что применение КГУ в комбинированной установке обеспечивает получение и использование ощутимо более дешевой электроэнергии в сравнении с сетевой, а также получение и использование высокопотенциальной сбросной теплоты и включение ее в суммарную тепловую мощность, вырабатываемую комбинированной установкой. В результате расход газа и себестоимость полученной теплоты в комбини-

рованной КГ-ТНУ одинаковой тепловой мощности с газовой котельной будет заметно меньше. Такая высокая эффективность рассматриваемой технологии объясняется, как уже указывалось выше, включением в процесс генерации теплоты располагаемой низкопотенциальной теплоты, высокой эффективностью преобразования электрической энергии в тепловую, а также включением в процесс генерации сбросной теплоты двигателя КГУ.

Важным для экономики моментом является то, что в отличие от случая применения КГУ, весь экономический эффект от внедрения комбинированных КГ-ТНУ получается непосредственно на модернизируемой котельной.

Не менее существенным достоинством следует признать высокую экологичность этой технологии благодаря которой заметно снижаются выбросы продуктов сгорания и прежде всего CO_2 и NO_x , а также тепловое загрязнение атмосферы.

Достаточно обоснованной и убедительной представляется перспектива широкого применения комбинированных КГ-ТНУ в теплотехнологиях, в частности, в процессах сушки продуктов агропромышленного сектора (зерно, овощи, фрукты), а также непродовольственных материалов (древесина и др.)

Преобладающим видом промышленного сушильного оборудования являются конвективные сушильные установки различных типов и производительностей – камерные, ленточные, тоннельные, шахтные. Генерация теплоты в таких установках обеспечивается по сути двумя видами теплогенераторов, использующими в качестве сушильного агента атмосферный воздух. Первые – это паровые подогреватели с топочными устройствами. В их состав входят – паровой котел и паровоздушный калорифер. Вторые – газовые (огневые) воздухонагреватели.

Следует отметить, что рассматриваемым технологиям генерации теплоты присуща низкая эксергетическая эффективность в сравнении с технологией комбинированной выработки энергии на основе КГ-ТНУ.

В работе представлены результаты расчетного исследования топливной экономичности автономной КГ-ТНУ с котельными установками, а также с КГ-ТНУ, потребляющими сетевую энергию тепловых электростанций. Показано, что в первом случае относительная экономия топлива может достигать 60...70 %, во втором 25...50 %.

Кофанов О.Є., канд. техн. наук (*КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ*)
Кофанова О.В., д-р пед. наук, канд. хім. наук (*КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ*)

МОДИФІКУВАННЯ ДИЗЕЛЬНОГО МОТОРНОГО ПАЛИВА МАЛИМИ ДОБАВКАМИ БІОДИЗЕЛЯ

Управління процесами згоряння палива в камері згоряння (КЗ) двигуна й регулювання плавності його роботи як спосіб підвищення екологічності дизельного автомобіля є доволі перспективними напрямками сучасного автомобілебудівництва. Зокрема, скороченням періоду затримки запалювання може бути досягнуто повільніше і більш повне згоряння моторного палива (МП), а це, у свою чергу, позитивно впливатиме й на скорочення вмісту оксидів Нітрогену у відпрацьованих газах (ВГ) двигуна й забезпечить умови для зменшення кількості викидів незгорілих вуглеводнів і твердих дрібнодисперсних часток сажі. Однак одночасно досягти скорочення викидів NO_x й зменшення концентрації СО доволі складно, так як хімічні процеси їх утворення у КЗ двигуна мають антагоністичний характер.

Згоряння МП у КЗ будь-якого двигуна завжди є неповним. А оскільки компоненти паливо-повітряної суміші (ППС), зокрема дизельне паливо (ДП) й кисень повітря, знаходяться в різних агрегатних станах, то процес горіння завжди є гетерогенним та відбувається за участю поверхні поділу фаз. Таке неповне горіння палива спричинює утворення й викиди з відпрацьованими газами шкідливих речовин (ШР). Так, за емпіричними даними, при згорянні 1 кг ДП виділяється близько 80–100 г ШР, а саме: 20–30 г СО, 20–40 г C_xH_y , 10–30 г SO_2 , 0,8–1,0 г альдегідів і 3–5 г сажі. Окрім того, через негерметичність паливної системи у доквіллі потрапляють випари палива [1].

Процеси окиснення МП у камері згоряння двигуна проходять через кілька проміжних стадій, енергія активації (E_A) яких менше за E_A первісної реакції. Зазначені процеси відбуваються у КЗ двигуна одночасно за розгалуженими радикально-ланцюговими реакціями. Тому з метою зменшення токсичності ВГ необхідно забезпечити найбільш оптимальні умови горіння МП – за допомогою каталізаторів або шляхом модифікації властивостей палива, що є більш перспективним напрямом.

Коефіцієнт надлишку повітря α значною мірою впливає на показники паливної економічності і токсичності двигуна. Так, обмеження циклової подачі палива на 30 % від номінальної веде до скорочення викидів СО, C_xH_y і сажі на 70–80 %, проте при цьому зменшується максимальна потужність двигуна. Зменшення викидів сажі унаслідок обмеження максимальної подачі палива досягається, зокрема, при максимальних навантаженнях й при пуску двигуна [2; 3].

Під час оцінки екологічних показників двигуна доцільно урахувати

режими його експлуатації. Зокрема, при роботі на холостому ходу температура і тиск у циліндрах є невеликими, тому викиди NO_x з ВГ є незначними. Проте, збільшуються викиди CO , C_xH_y , сажі тощо. При цьому покращити екологічні показники двигуна можна застосуванням модифікованих біопаливних композицій [4], у тому числі й отриманих із частковим додаванням відходів виробництва.

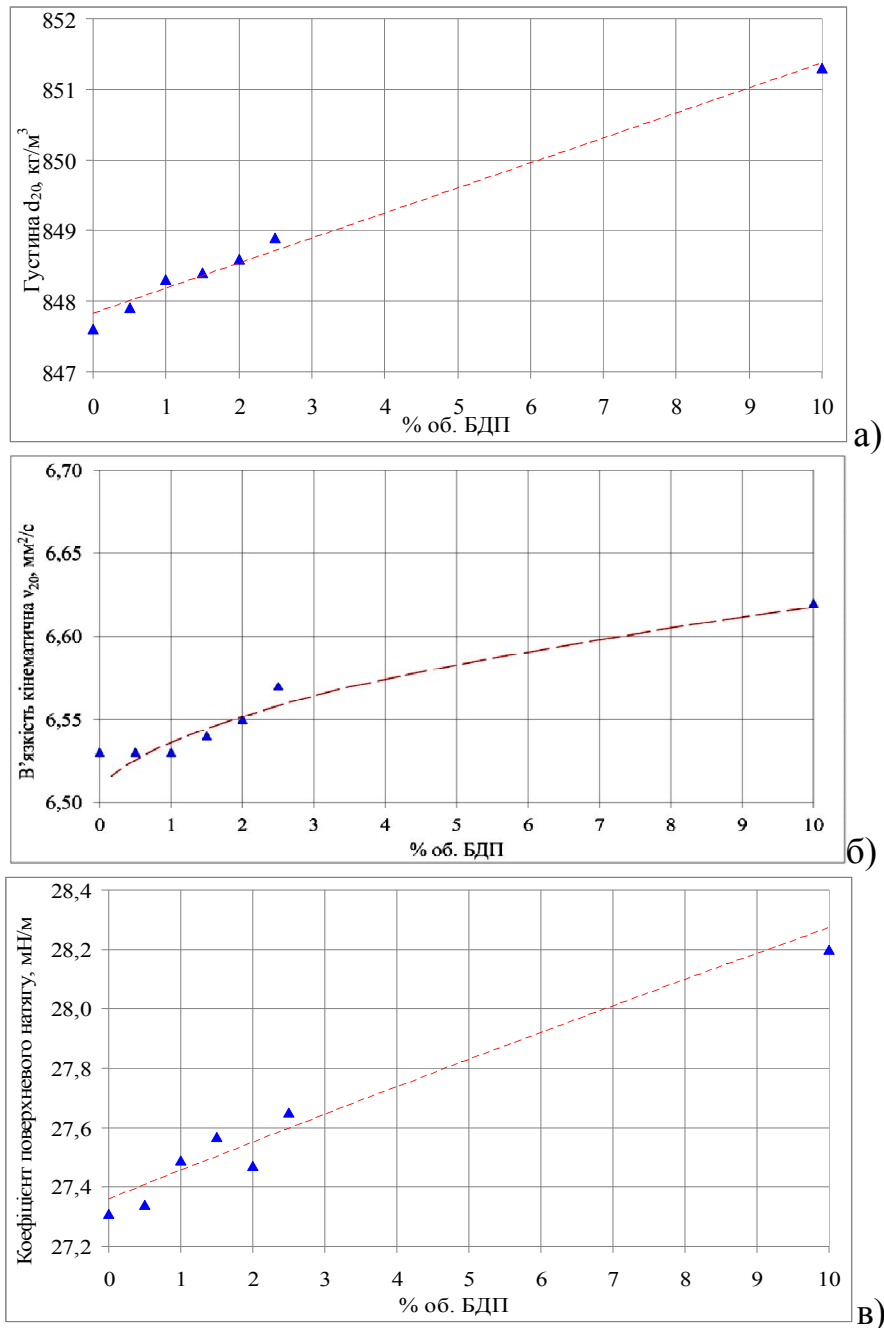


Рис. 1. Фрагменти залежностей: а) густини; б) кінематичної в'язкості; в) поверхневого натягу модифікованої біодизелем паливної системи від кількості добавки.

Окрім того, навіть незначні добавки біодизелю позитивно впливають

на змащувальні властивості ДП [5]. Тому для підвищення трибологічної активності нафтового дизельного палива досліджено вплив біодобавок у кількості $0,5 \div 2,5$ % об. на характеристики модифікованої паливної системи. Залежності основних фізико-хімічних властивостей моторного палива від вмісту біодобавки наведено на рис. 1. Як видно із графіків, фізико-хімічні характеристики модифікованого МП змінюються плавно, за характерним для кожної із властивостей законом. Це свідчить про те, що хімічна взаємодія між компонентами біопаливної системи відсутня. Крім того, всі показники якості модифікованого біодобавками МП ($\phi_{\text{БДП}} = 0,5 \div 2,5$ % об.) відповідають чинному стандарту на дизельне паливо [6].

Експеримент показав, що додавання біодизелю ($\phi_{\text{БДП}} = 0,5 \div 10$ % об.) майже не впливає на цетанове число ДП і не погіршує фізико-хімічних властивостей палива. Пускові характеристики МП також суттєво не змінюються. Навіть для 100 %-го біодизелю температура дистиляції 50 % палива $t_{50\%}$ вища за аналогічний показник для нафтового ДП усього на 6,3 %; для біопаливних композицій $\phi_{\text{БДП}} = 10 \div 30$ % об. ця різниця становить $1,9 \div 3,7$ %, а для добавок біодизелю у кількості $0,5 \div 2,5$ % об. цей вплив майже не проявляється.

Таким чином, емпірично встановлено, що біодобавки (до 2,5 % об.) не погіршують фізико-хімічні й експлуатаційні характеристики нафтового ДП і водночас дають можливість підвищити його змащувальні і фрикційні властивості. Тим самим вони потенційно поліпшують експлуатаційні та екологічні показники двигуна. Це пояснюється наявністю в молекулах біодизелю атомів Оксигену та моногліцеридів (поверхнево-активних складових), які за рахунок фізичної адсорбції і хемосорбції на поверхнях тертя можуть зменшувати швидкість зносу деталей, втрати на тертя. Цим також спричинена й екологічна доцільність застосування як компонента багатофункціональної присадки комплексу поверхнево-активних речовин (ПАР).

Література

1. Транспортна екологія : метод.-інформац. матер. до самост. вивч. дисц. та викон. індив. завдань [для студ. напряму підготовки 6.070101 Транспортні технології (за видами транспорту)] / А. В. Павличенко, С. М. Лисицька, О. О. Борисовська, О. В. Деменко. – Д. : Нац. гірничий ун-т, 2012. – 39 с.
2. Оценка и контроль выброса дисперсных частиц с отработавшими газами дизелей / [В. А. Звонов, Г. С. Корнилов, А. В. Козлов, Е. А. Симонова]. – М. : Прима-Пресс-М, 2005. – 312 с.
3. Двигуни внутрішнього згоряння : Серія підручників у 6 томах. Т. 5. Екологізація ДВЗ : підручник [для студ. ВНЗ, що навчаються за напрямом "Інженерна механіка"] / за ред. А. П. Марченка, А. Ф. Шеховцова. – Харків : Вид. центр НТУ "ХП", 2004. – 468 с.
4. Шапко В. Ф. Покращання екологічності автомобіля з дизелем під час зупинок з працюючим двигуном використанням біопалива / Шапко В. Ф. // Екологічна безпека. – 2013. – № 2. – С. 107–110.
5. Романцова С. В. Эфирная композиция для улучшения свойств дизельного топ-

лива / С. В. Романцова, С. А. Нагорнов // Наука в центральной России. – 2013. – № 2. – С. 35–43.

6. Кофанов О. Є. Підвищення екологічної безпеки придорожніх територій міста модифікацією складу і властивостей дизельного палива : дис. на здобуття наукового ступеня канд. техн. Наук : спец. : 21.06.01 – екологічна безпека / Кофанов О. Є. – К., 2018. – 324 с.

Янаков В.П., канд.техн.наук (МИГМУ "КЧУ", г. Мелитополь)

Lange O., business Case Analyst ("*Leidos Corporation*", Washington D.C., USA)

ФОРМИРОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ РАБОТЫ ТЕСТОМЕСИЛЬНЫХ МАШИН И АГРЕГАТОВ

Продукция, выпускаемая хлебопекарными, макаронными, кондитерскими и перерабатывающими производствами в рационе питания населения занимает центральное место. Основные качественные показатели энергозатрат формируются тестомесильными машинами и агрегатами периодического и непрерывного действия. Совершенствование применяемых ими методов замеса приводит к расширению ассортимента продукции.

Энергетический аудит интенсификации процесса приготовления теста, способствует повышению его качественных показателей. Основан на комплексном научном подходе, реализующемся через — выбор, анализ, эксперимент и адаптацию форм связи энергетического воздействия данного типа оборудования. Последствием является достижение технологически обоснованного уровня однородности с различной структурой.

Финансовое доминирование осуществляемых технологий тестоприготовления и эксплуатируемого оборудования сформировано на многофакторности выполняемых исследований. Строится на прогнозировании физико-химических и структурно-механических свойств теста. В результате анализа направлений приготовления, интенсификации, качествообразующих процессов теста определены способы улучшения показателей методологии.

Однако, не смотря на подобную картину в приготовлении теста, продукция выпускаемая производствами является востребованной на рынке питания. Был изучен парк эксплуатируемого оборудования реализующих приготовление теста на территории Украины и смежных с ней государств. Анализ современного состояния тестомесильных машин и агрегатов периодического и непрерывного действия показывает следующее состояние данного типа оборудования:

- 70% изношено;
- 51% подлежат замене;
- 44% уровень механизации при работе не удовлетворителен;

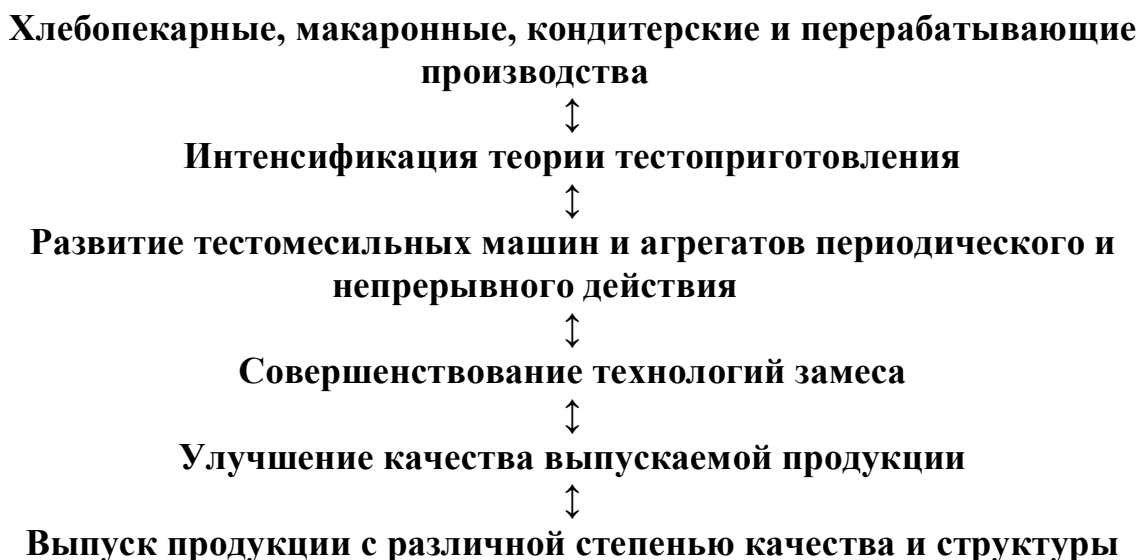
- 30% необходимо модернизировать;
- 19% соответствует мировому уровню;
- 8% работает в составе автоматических линий;
- 2/3 отработало два и более амортизационного срока;
- В 2-3 раза производительность ниже, чем в развитых странах.

В результате работы оборудования наблюдается уменьшение сегмента хлебопекарных, макаронных, кондитерских и перерабатывающих изделий в рационе питания населения. В следствии появилась тенденция сокращения этого ассортимента. Проследим проблемы, характеристики и задачи, стоящие перед объектом изучения при реализации замеса. Классификация приведена в соответствии с существующими научными взглядами.

Таблица 1 - Проблемы технологий тестоприготовления

№ п/п	Наименование оборудования	Характеристика и задачи оборудования
1	Тестомесильные машины периодического действия.	Характеристика: Работа оборудования, контроль, корректировка всех показателей технологических процессов осуществляется человеком. Задачи: Выполнение максимального объёма ассортимента выпускаемой продукции. Номенклатура изделий ограничена количеством деж.
2	Тестомесильные машины непрерывного действия.	Характеристика: Оборудование работает под управлением автоматики. Анализ и корректировка технологий осуществляется человеком. Задачи: Реализовывается выпуск ограниченного ассортимента продукции. Соответствие параметров процессов идентично.
3	Тестомесильные агрегаты периодического действия	Характеристика: Целью работы оборудования является создание многокомпонентных продуктов. Осуществляется моделирование производства. Задачи: Работа оборудования осуществляется в пределах ассортиментной группы выпускаемой продукции.
4	Тестомесильные агрегаты непрерывного действия.	Характеристика: Производство массовых видов продукции. Работа осуществляется в составе специализированных, комплексных линий. Задачи: Исполняется автоматизированный контроль, корректировка и анализ технологических процессов. Массовое производство.
5	Замес теста в ручную.	Характеристика: Осуществляется человеком вручную. Контроль всех параметров технологических показателей замеса по интуиции. Задачи: Трудоёмкая операция. Низкий уровень механизации. Штучное производство. Высокие накладные расходы.

В результате анализа современного состояния тестомесильных машин и агрегатов периодического и непрерывного действия, а так же проблем технологий тестоприготовления возможно определить построение методологии исследований. Их осуществление в виде решения интенсификационных проблем энергетического воздействия на перемешиваемое рецептурное сырьё и тесто определяет направления передовых технологий замеса. Представим в виде алгоритма:



Реализация данного алгоритма приводит к повышению качества выпускаемой продукции. Проведение этапов энергетического анализа приготовления теста устанавливает возможность повышения энергоэффективности замеса. Решение этого комплекса проблем позволяет всесторонне рассмотреть пути сокращения времени и способов обработки теста. Тенденции последних десятилетий демонстрируют негатив:

- постоянное сокращение ассортимента выпускаемой продукции на протяжении десятилетий;
- постепенное сокращение сегмента пищевых и перерабатывающих производств;
- снижение органолептических и структурно-механических свойств рецептурного сырья и теста;
- уменьшение теплофизических, массообменных и гидромеханических проблем потерь технологий замеса.

Результатом построения новых научных подходов методологии тестоприготовления, является: новый тип оборудования, технологии замеса, различное формирование из компонентов рецептурного сырья теста. Их суть заключается в возможности варьирования комплекса показателей объекта исследований. Цель: получение теста с различной степенью качества и структуры, из одних и тех же компонентов рецептурного сырья.

Перспективой исследований тестомесильных машин и агрегатов является развитие теории тестоприготовления. Следствие — доминирование на рынках хлебопекарной, макаронной, кондитерской и перерабатывающей продукции с различной степенью качества и структуры. Для решения этой проблемы необходимо всестороннее рассмотрение путей интенсификации технологий обработки теста.

Ружицька Н.В., канд. техн. наук, асистент (ОНАХТ, м. Одеса)

Терземан О.Ф., інженер (ОНАХТ, м. Одеса)

Акімов О.В., магістр (ОНАХТ, м. Одеса)

ПЕРСПЕКТИВИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ОДЕРЖАННЯ ЕФІРНИХ ОЛІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ МІКРОХВИЛЬОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Ефірні олії – це цінна сировина для парфумерно-косметичної та фармацевтичної промисловості, яка відрізняється досить високою вартістю через невеликий вихід кінцевого продукту. Так, наприклад, вихід лавандової ефірної олії складає близько 1% [1].

За традиційною технологією ефірні олії одержують методом гідродистиляції, коли рослину сировину дистилюють з водою, або парової дистиляції, коли крізь сировину пропускають водяну пару. Ефірну олію виділяють з дистиляту. Процес є довготривалим (від трьох годин на виробництві і не менше 90 хвилин у лабораторних умовах). Проте якість ефірних олій знаходиться у зворотній залежності від тривалості обробки сировини у апараті, оскільки висока температура, вода, кисень, органічні кислоти сировини, викликають гідроліз естерів, дегідратацію терпенів та окиснення за місцем подвійних зв'язків[2, 3].

Україна є виробником ефірної олії лаванди та лавандину. Традиційна технологія переробки лаванди включає подрібнення сировини, парову дистиляцію, декантування дистиляту з виділенням первинної ефірної олії, зневоднення та фільтрацію олії. Оскільки з дистиляційними водами у вигляді розчинів та тонкої емульсії втрачається 3...5 % ефірної олії, їх можуть направляти на когобацію. В результаті одержують вторинну олію, яка має нижчу якість. Відпрацьована сировина, що містить 0,05...0,07 % ефірної олії може проходити екстрагування органічними розчинниками з утворенням конкрету та абсолюту, косметичного воску, або використовуватися для виробництва кормового борошна [3]. Відпрацьована дистиляційна вода у сучасній парфумерно-косметичній галузі знаходить використання в якості гідролатів в складі лосьйонів, водної фази кремів та інших засобів. Удосконалити існуючу технологію переробки лаванди передбачається за допомогою технології адресної доставки енергії в умовах дії мікрохвильового поля.

Механізм дії мікрохвиль полягає в тому, що проходячи крізь сировину, яка містить воду, або полярні розчинники, вони викликають обертання полярних молекул і нагрівання та пароутворення всередині клітини. Надлишковий тиск, який утворюється в клітинах та мікрокапілярах, руйнує клітинні стінки, полегшуючи виділення цільових речовин у навколишнє середовище. Цей механізм у виробництві ефірних олій відкриває потенціал до значного збільшення виходу кінцевого продукту, зменшення тривалості обробки, а відповідно, і зменшення небажаних хімічних перетворень компонентів.

Спроби інтенсифікувати гідродистиляцію ефірних олій використанням мікрохвильових технологій демонструють обнадійливі результати. Так тривалість процесу мікрохвильової гідродистиляції *Thymus vulgaris* L. складала 20 хвилин проти 3,5 годин при традиційному підведенні енергії. В той же час ефірна олія, одержана з використанням мікрохвильових технологій містила 73,2 % кисневмісних сполук проти 59,8 % у традиційній. Кисневмісні сполуки ефірних олій мають кращі ароматичні властивості та є більш цінними [4]. Також у дослідах з одержання ефірних олій розмарину, цілолисту, пеларгонії тривалість мікрохвильової гідродистиляції складала 30 хвилин, в той час, як при традиційному підведенні енергії процес тривав не менше 3 годин [5,6,7].

У мікрохвильовому екстракторі, розробленому на кафедрі процесів, обладнання та енергетичного менеджменту ОНАХТ одержано водний екстракт з лаванди – коричневу непрозору рідину. Непрозорість екстракту пояснюється присутністю нерозчинних у воді компонентів, і, зокрема, ефірної олії, у вигляді емульсії. В результаті концентрування одержаного екстракту у мікрохвильовому вакуум-випарному апараті одержано ефірну олію лаванди – прозору рідину світло-жовтого кольору з характерним ароматом, гідролат лаванди та концентрований екстракт, який може бути використаний як у фармацевтичній, так і у парфумерно-косметичній промисловості.

Література

1. Microwave assisted extraction of essential oils from enzymatically pretreated lavender (*Lavandula angustifolia* Miller) / I. Calinescu et al. // Cent. Eur. J. Chem., 12(8), 2014, P. 829-836.
2. Composition of *Piper Nigrum* L. Essential Oils Extracted by Classical Hydrodistillation and Microwave-assisted Hydrodistillation and Inhibitory Effect on the Corrosion of mild steel in hydrochloric acid / R. Rmili, et al. // J. Mater. Environ. Sci., 7 (7) (2016), P. 2646-2657.
3. Технология натуральных эфирных масел и синтетических душистых веществ / Сидоров И.И. и др., М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984. – 368 с.
4. Microwave-Assisted Hydrodistillation of Essential Oil from *Thymus vulgaris* L./ P. Aberoomand Azar et al. // Asian Journal of Chemistry; Vol. 23, No. 5 (2011), P. 2162-2164.
5. GC/MS Comparison Study of *Pelargonium graveolens* Essential Oils Extracted by Hydrodistillation and Microwave Assisted Hydrodistillation from North Regions in Kingdom of Saudi Arabia/ Mahmood Salman et al. // Der Pharma Chemica, 2018, 10(6), P. 28-35.

6. Comparison of Hydrodistillation, Microwave Hydrodistillation and Solvent Free Microwave Methods in analysis of the essential oils from aerial parts of *Haplophyllum robustum* Bge. By GC/MS method / Mehran Moradalizadeh, Naghmeh Samadi, Peyman Rajaei // International journal of Advanced Biological and Biomedical Research Volume 1, Issue 9, 2013, P. 1058-1067

7. Microwave-Assisted Hydro-Distillation of Essential Oil from Rosemary: Comparison with Traditional Distillation/ Sara Moradi et al. // Avicenna Journal of Medical Biotechnology, Vol. 10, No. 1, January-March 2018, P. 22-28.

Бурдо О.Г., д-р техн. наук, профессор (ОНАПТ, г. Одесса)

Семков С.В., директор производства, («Одессавинпром», г. Одесса)

Мордынский В.П., канд. техн. наук, доцент (ОНАПТ, г. Одесса)

Акимов А.В., магистр (ОНАПТ, г. Одесса)

ИННОВАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДЕАЛКОГОЛИЗАЦИИ ВИНА

Современный мир все больше склоняется к здоровому образу жизни, а предприятия пищевых производств всячески следуют данной тенденции. Одним из таких признаков является безалкогольное пиво, которое уже давно существует на рынке и имеет определенный спрос. С вином немного другая история.

Технологии изготовления безалкогольного вина уже более 100 лет – патент на ее изобретение получил немецкий химик Карл Юнг в начале XX века [1]. Но определенную известность среди потребителей данный напиток получил относительно недавно.

Немецкое безалкогольное вино представлено на рынке такими брендами, как «Karl Jung» и «Dreissigacker», испанское – «Freixenet» и «Matarronera», французское безалкогольное вино репрезентует фирма «La Côte de Vincent», а итальянское – «Winezero». В США – компания «Ariel Vineyards», Чехии – фирма «Bohemia Sekt», в Беларуси – безалкогольное вино «Амбассадор» Минского завода виноградных вин. В Испании известно игристое вино «Codorniu Zero».

Маркетинговые исследования одной из петербургских фирм показали: среднестатистическому потребителю безалкогольного вина от 25 до 45 лет. Те, кому за 50, более консервативны в своих вкусах [1]. Этапы производства деалкоголизированного вина практически не отличается от производства традиционного вина. Единственное отличие – это добавляется дополнительный этап удаления спирта из вина при производстве безалкогольного вина. На выходе безалкогольное вино содержит 0,5% об. спирта.

При удалении спирта из вина очень важно сохранить неизменным его состав, и от того, насколько качественно будет проведена эта технологическая операция, зависит конечное качество получаемого безалкогольного вина, в том числе и его вкусовые характеристики.

Самый простой и дешевый способ — термообработка (удаление этилового спирта путем воздействия высоких температур). Но данный способ нежелательным образом сказывается на качестве вина. Распространена вакуумная фильтрация, при которой вино нагревают до температуры, когда начинает испаряться этиловый спирт [2]. Самым известным методом деалкоголизации вина является вакуумный метод экстрагирования (дистилляции).

Так же за рубежом применяют метод вращающейся конусной колонны (Spinning Cone Column). Конусная колонна состоит из двух конусов: подвижного и неподвижного, между которыми сверху в вакууме течет исходная жидкость тонкой пленкой (как правило, толщиной 1 мм). Снизу подается пар, который увлекает за собой летучие соединения, например, спирт. Вино, проходя более 10 конусных ступеней, полностью очищается от алкоголя. Интенсивность подачи пара и его температура регулируются для сохранения полноты вкуса и аромата.

Самые щадящие способы удаления алкоголя — вымораживание, обратный осмос и диализ. При применении обратного осмоса вино под давлением пропускается через фильтрационную мембрану, что позволяет отделить алкоголь от прочих составляющих. Процесс диализа отличается от осмоса тем, что молекулы углеводов, спиртов и других веществ проникают через мембрану до достижения равновесия, без всякого воздействия давления и при низкой температуре. [2]

Принципиальные отличия инновационной технологии заключается в том, что комбинируются процессы выпаривания, ректификации, дефлегмации, дистилляции в условиях вакуума и эффективного испарительно-конденсационного подвода энергии.

Суть технологии в следующем. За счет подведенной извне энергии q_r из виноматериала осуществляется генерация 1 паров спирта и воды (преимущественно испаряется более низкокипящий компонент – спирт). Потоки паров направляются на ректификацию 2. Сюда же подается флегма после дефлегмации 3. При ректификации происходит последовательное взаимодействие флегмы с парами спирта и воды. Низкокипящий компонент (спирт) переходит из флегмы в паровую фазу, а пары высококипящего компонента (воды) переходят в раствор и возвращаются в исходную зону генерации паров 1. Обогащенная парами спирта смесь поступает на дефлегмацию 3, где за счет отвода энергии q_f происходит конденсация из смеси паров воды (высококипящего компонента) при частичной конденсации и спирта. Образовавшаяся при этом флегма содержит преимущественно воду и подается для ректификации 2. После дефлегмации 3 пары спирта поступают на дистилляцию 4, где за счет отвода энергии q_k конденсируются. Конденсат спирта собирается 5.

Реализация массопереносных процессов на уровне низких температур все процессы (1 - 5) протекают в условиях вакуума 0,02 – 0,03 МПа.

Для исключения локальных перегревов виноматериала при генерации паров 3 тепловой поток подается к продукту посредством испарительно-конденсационного контура 6.

Как вариант теплота конденсации q_r может поступать от теплонасосного цикла, который трансформирует потоки конденсации q_k паров спирта и дефлегмации q_{ϕ} .

Прошла стендовые испытания установка, которая реализует предложенную технологию деалкоголизации. Основными узлами установки (рис.1) являются: перегонный куб 1, ректификационная колонна 2 с зонами истощения 3 и укрепления 4, дефлегматор 5, холодильник-дистиллятор 6 и емкость сбора спиртового раствора 7.

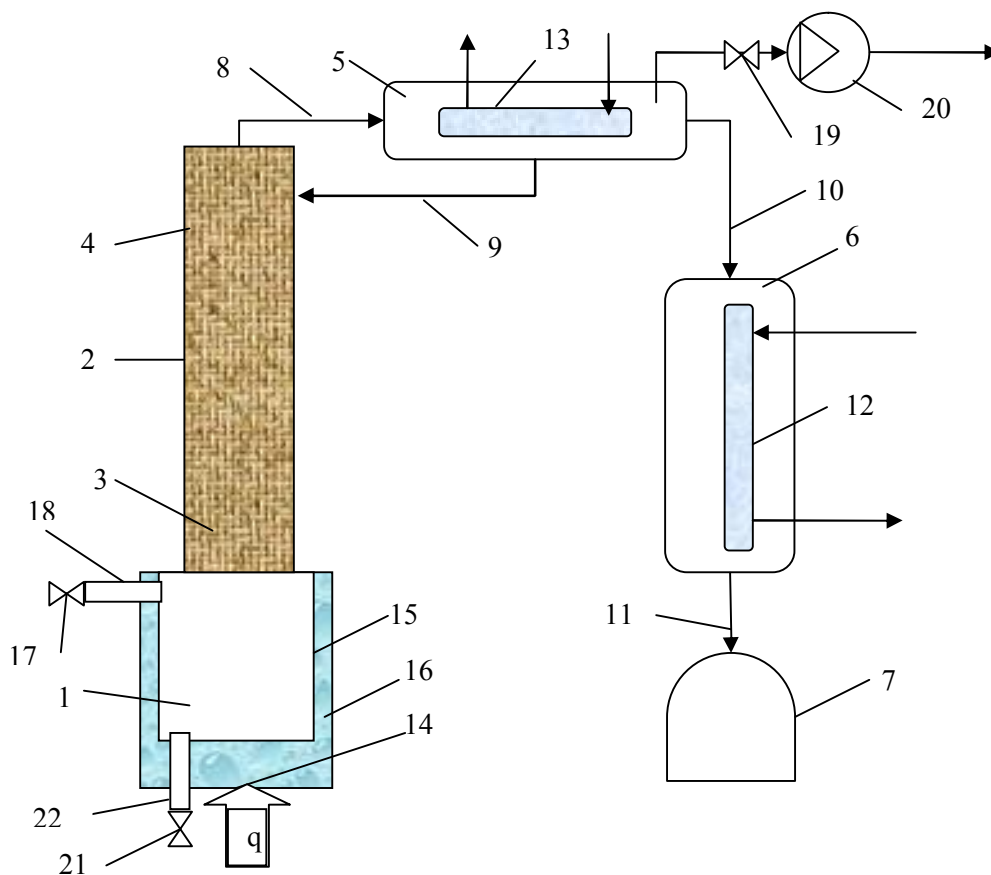


Рис.1. Принципиальная технологическая схема

Объемы перегонного куба и зоны 3 ректификационной колонны сообщены. Верхние области зоны укрепления 4 и дефлегматора 5 сообщены паропроводом 8, а из нижнего объема дефлегматора выходит трубопровод 9, который введен в насадку верхней зоны укрепления 4. Паровой объем дефлегматора 5 соединен паропроводом 10 с холодильником-дистиллятором 6, из нижнего объема которого выходит трубопровод 11 в емкость для сбора спиртового раствора 7. Установка комплектуется вакуум-насосом 20. Режимы работы установки регулируются величиной потока

енергии 14, температурными условиями поверхностей 12, 13 и технологическими вентилями 17, 21.

Установка производит качественный dealкоголизированный продукт, в котором спирт практически отсутствует.

Литература

1. Безалкогольное вино как альтернатива традиционному вину / Хакимова Ю. А., Багаева К. А., Шайдуллина А. С., Уриев А. А., Шмаков Р. К., Толмачев Г. А., Герасимов М. К. // Инновационные решения при производстве продуктов питания из растительного сырья: Сборник научных статей и докладов 2 Международной научно-практической конференции (заочной), Воронеж, 26-27 сент., 2016. - 2016. - С. 205-208.

2. БЕЗАЛКОГОЛЬНЫЕ ВИНА И ПИВО: АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА / Харламова Л.Н., Хуршудян С.А. // Пиво и напитки. 2014. № 3. С. 8-10.

Гладушняк О.К., д-р техн. наук, професор (ОНАХТ, м. Одеса)

Всеволодов О.М., канд. техн. наук, доцент (ОНАХТ, м. Одеса)

ЕКОЛОГІЧНІ ТА ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОБЛЕМИ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

Миття є однією з основних операцій, яка визначає якість готового продукту і тривалість його зберігання. Особлива увага повинна бути звернена на якість миття рослинної сировини, що безпосередньо стикається з ґрунтом.

Взагалі в консервній промисловості прийнято три режими для миття рослинної сировини: жорсткий – для коренеплодів; проміжний режим, наприклад, для огірків; м'який для м'якої по консистенції сировини.

При проведенні технологічного процесу миття рослинної сировини основною витратною рідиною є чиста питна вода, яка відповідає вимогам ДСанПИН 2.2.4-171-10 [1]. Чисту воду застосовують при відмочуванні сировини та при ополіскуванні. Коренеплоди потребують для миття більших витрат води. На цій сировині знаходиться більше ґрунтових забруднень у зв'язку з умовами її вирощування. В консервній промисловості прийнятні витрати води — 1 м³ на 1 тону сировини [2], але з практики відомо, що витрати води збільшуються в 1,5...2 рази, особливо при митті коренеплодів. Якщо коренеплоди було зібрано з вологого ґрунту, то сила адгезії ґрунту до поверхні овочів значно зростає за рахунок липкості ґрунту. Тому витрати чистої води значно збільшуються. При збільшених витратах чистої води також збільшуються витрати потужності двигунів насосів для подачі води. На консервних підприємствах для виконання задач миття в технологічних лініях встановлюють послідовно декілька мийних машин, що також приводить до великих витрат і води і електроенергії.

З аналогічними проблемами стикаються не тільки вітчизняні виробники обладнання для миття рослинної сировини, але світові лідери-

виробники мийного обладнання такі як голландська компанія «ALLROUND Vegetable Processing», італійська компанія «Bertuzzi», датська «Skals», німецька Kronen GmbH, Ново-Зеландська «Wyma» [3,4,5,6].

Для вирішення цих проблем, які можна віднести до екологічних та енергетичних, світові та вітчизняні виробники обладнання пішли кількома шляхами:

- використання насадків з плоскими струменями;
- використання затоплених струменів;
- збільшення тиску перед насадками;
- використання в технологічних лініях перед мийними машинами відмочувальних машин;
- використання після фінішного миття додаткових машин – полішерів.

Однак вказані напрямки призводять до збільшення тиску перед насадками, додаткових витрат потужності, збільшення металоємності, додаткових площадок під обладнання, а також додаткових витрат води для відмочування та завершальної обробки сировини ополіскуванням.

Останнім часом з'явився ще один напрям – використання машин для очищення коренеплодів від ґрунту без використання води. Цей шлях надає можливість більш раціонально використовувати чисту воду, кількість якої в природі зменшується.

Для вирішення питань з економних витрат води на процес миття, а також зменшення витрат потужності пропонується використовувати процес «сухого миття» та поєднати його з традиційними принципами видалення забруднень. При узгодженні режимів миття в двоступеневому методі, що реалізовано в універсальній машині [6], можна значно знизити витрати чистої питної води та досягнути високі параметри якості миття.

За результатами досліджень [7] рекомендується схема побудови двоступеневої універсальної барабанної мийної машини (рис. 1) для коренеплодів.

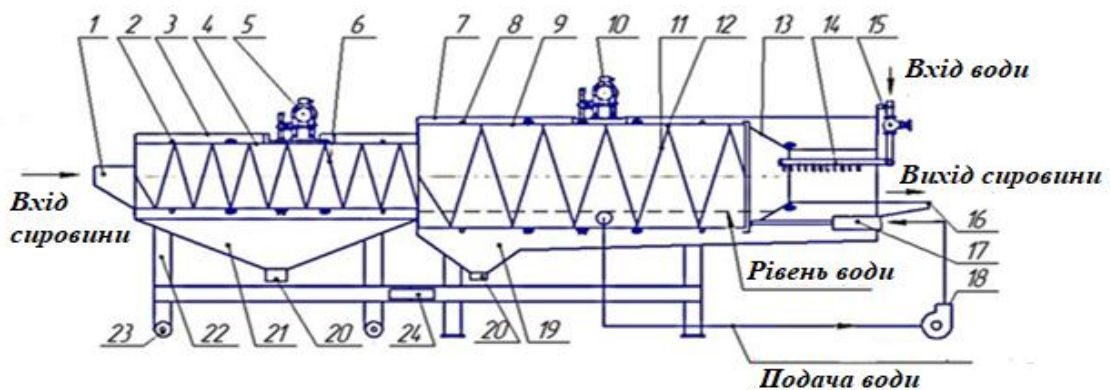


Рис. 1. Схема двоступеневої універсальної барабанної мийної машини: 1 - завантажувальний лоток, 2,8 - обід, 3,7 - кожух, 4,9 - барабани, 5,10 - привода роздільні, 6,11 - спіральні стрічки, 12 - стрижні, 13 - конічна вставка, 14 – пристрій для ополіскування, 15 - вентиль магнітний запірний, 16 - розвантажувальний лоток, 17 - колектор, 18 - насос, 19,21 - ванна, 20 - клапан, 22 - рама, 23 - колеса, 24 - сполучна планка.

Наявність в конструкції машини секції для «сухого миття» дозволяє відокремити до 70 % забруднень, тим самим значно знизити витрати чистої води для завершального етапу миття коренеплодів, збільшити коефіцієнт завантаження і першої і другої секції машини і тим самим збільшити продуктивність.

Література

1. Государственные санитарные нормы и правила «Гигиенические требования к питьевой воде, потребляемой человеком» [Электронный ресурс]: ГСанПиН 2.2.4-171-10. – [Введ. с 2010-01-06.]. – 48с. – (Министерство здравоохранения Украины) – Режим доступа: <http://omegaltd.com/ua/article/180.php>.
2. Гладушняк О.К. Технологічне обладнання консервних заводів / О.К. Гладушняк. – Херсон: Грінь Д.С., 2015 – 348 с.
3. ALLROUND Vegetable Processing [Електронний ресурс]. Режим доступу https://www.google.com/search?q=%D0%93%D0%BE%D0%BB%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F+%D0%BC%D0%BE%D0%B5%D1%87%D0%BD%D0%B0%D1%8F+%D0%BC%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%B0+%D0%9E%D0%BB%D1%80%D0%B0%D1%83%D0%BD%D0%B4&client=firefox-b-d&sxsrf=ALeKk00YjzIf3ZxhL8GBQHxZ6-59-O_mSQ:1585421203525&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=MyPgkyU_8qwFIM%253A%252CzF7JWqETEce00M%252C_&vet=1&usg=AI4_-kSBo9ApiTOqd8PHBNIP4rIyLWpHdQ&sa=X&ved=2ahUKEwiVqZqd6r3oAhWwk4sKHRBCAOsQ9QEwAHoECAkQBQ#imgrc=MyPgkyU_8qwFIM
4. «Skals» моделі VTH [Електронний ресурс]. Режим доступу <https://skals.dk/products/%D0%B1%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D1%8F-%D0%BC%D0%BE%D0%B5%D1%87%D0%BD%D0%B0%D1%8F-%D0%BC%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%B0/?lang=ru>
5. Kronen GmbH [Електронний ресурс]. Режим доступу <http://www.oborud.info/product/jump.php?5707&c=1264>
6. Пат. на винахід 107488 Україна, МПК А 23 N 12/00, В 02В 1/00. Спосіб миття коренеплодів і машина для його здійснення /Всеволодов О.М., Гладушняк О.К.; заявник та патентовласник Одес. нац. акад. харч. технологій. - № а 2012 12310; заявл. 29.10.12; опубл.12.01.2015, Бюл. №1.
7. Всеволодов, А.Н. Обоснование режимов мойки пищевого растительного сырья: дис. ... канд.техн.наук: спец. 05.18.12. «Процессы и оборудование пищевых, микробиологических и фармацевтических производств» / Всеволодов А.Н. – О., 2013. – 196 с.

Терзієв С.Г., д-р техн. наук, доцент (ОНАХТ, м. Одеса)

Масельська Я.О., аспірант (ОНАХТ, м. Одеса)

КІНЕТИКА ПРОЦЕСУ ДЕМІНЕРАЛІЗАЦІЇ МОРСЬКОЇ ВОДИ

Вода - найпоширеніша речовина природи. Вона посідає особливе місце серед природних багатств Землі: її неможливо нічим замінити, вона впливає на життєдіяльність людини як безпосередньо, в разі використання її для пиття та побутових потреб, так і через харчові продукти, якість яких

залежить від складу води, що використовується для зрошення, через продукцію промислового виробництва, що неможливе без наявності води необхідної якості. Забруднення водних об'єктів, джерел питного водопостачання тягне за собою погіршення якості питної води та створює серйозну небезпеку для здоров'я населення в багатьох регіонах України. [1]

За запасами прісної води в світі Україна серед 152 країн посідає 111 місце, лідерами є Бразилія, Росія, Канада, Китай та Індонезія. Найбільшого ризику браку води мають такі регіони, як Одеський, Херсонський, Миколаївський, Дніпропетровський та Запорізький [2].

Одним із рішень проблеми водозабезпечення в Одеському регіоні є використання морської води як джерела для прісної, придатної для люду, води.

Інноваційним методом отримання прісної води з морської є використання низькотемпературних установок блочного виморожування, які відповідають комплексу сучасних вимог та мають великий попит серед світових виробників. За допомогою даного методу можливе отримання не тільки отримання опрісненої води, а також концентрату високої якості.

Доцільність даного методу формується на основі наукової гіпотези: "Використання принципів спрямованої кристалізації на поверхні, організація процесу виморожування при обґрунтованому, ефективному поєднанні режимних і конструктивних факторів, які реалізують ефект "теплого парадоксу" дозволить отримувати високоякісні концентрати при мінімально можливих енергетичних витратах".

Експериментальні дослідження кінетики процесу демінералізації морської води проводились на установці, яка приведена на рис. 1.

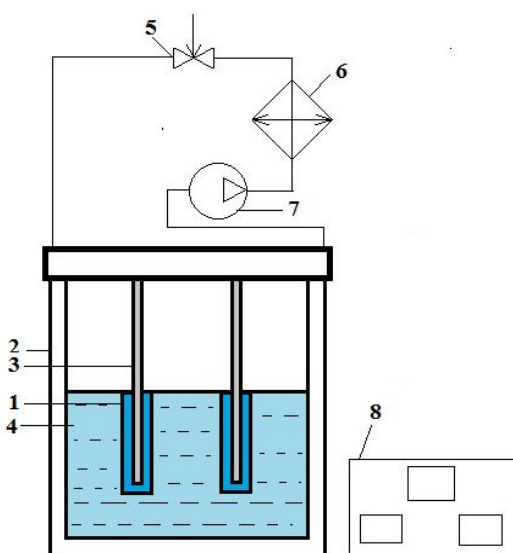


Рис. 1. Схема експериментальної установки
1 - лід; 2 - концентратор; 3 - кристалізатор; 4 - продукт; 5 - дросельний-вентиль 6 - конденсатор; 7 - компресор; 8 - вимірвальні прилади.

Морська вода (продукт) 4 попередньо охолоджувався і заливався в концентратор 2, який виконаний у вигляді теплоізолюваної прямокутної ємності. Концентратор мав можливість вертикального переміщення. По осі концентратора нерухомо встановлені 2 кристалізатора 3, виконані у вигляді пластин. Така форма кристалізатора забезпечувала простоту знімання блоку льоду 1 з поверхонь кристалізаторів.

Кристалізатор виготовлений з нержавіючої пластини, всередині якої змонтована система випарних і паровідводних каналів. Витрата холодильного агента регулювався за допомогою дросельного вентиля 5. Температури рідини і поверхні випарника вимірюються за допомогою пірометра. Тиск і температуру кипіння хладону в кристалізаторі визначаються за показаннями моновакууметра [3].

Після завершення процесу виморожування блок льоду разом з кристалізатором витягували з розчину. Знімання блоку льоду з кристалізатора здійснювали шляхом зміни напрямку руху теплового потоку. Для цього, перемикач режимів встановлювали в положення «Відтайка». Напряга подавали на соленоїдний вентиль, і пари гарячого холодильного агента з компресора, минаючи конденсатор, надходили в кристалізатор.

У дослідах періодично вимірювалися геометричні розміри блоку льоду, об'єм розчину морської води і вміст у ньому солі. Солевміст розчину вимірювалася за допомогою солеміру. Результати досліджень процесу льодотворення наведені на рис. 2.

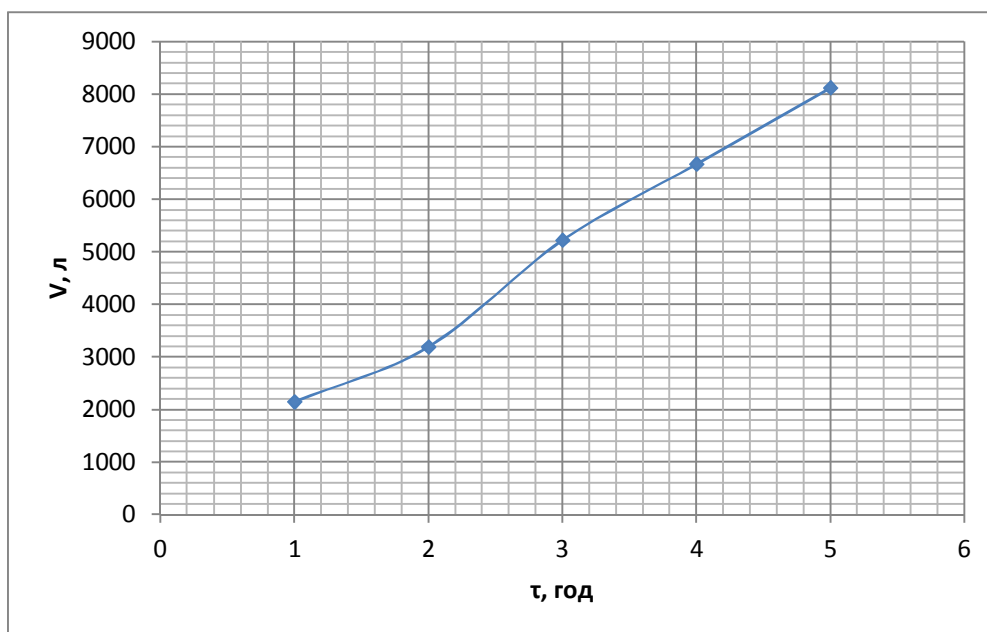


Рис. 2. Кінетика утворення блоку льоду при початковому солевмісті $x=12,74$ ms (6,74 мг/л)

В процесі утворення блоку льоду підвищується солевміст в розчині морської води (рис. 3).

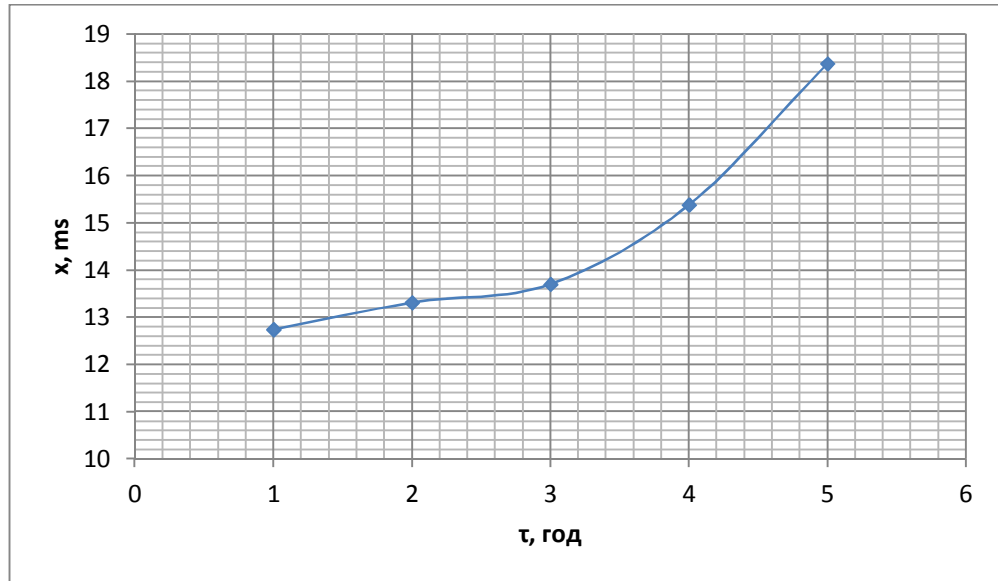


Рис. 3. Кінетика підвищення солемісту при початковому солемісті $x=12,74$ ms (6,74 мг/л)

Ефективність технології опріснення виморожуванням визначається не тільки інтенсивністю процесу кристалізації, але і від процесу сепарування розчину з пористої структури блоку льоду.

Дослідження процесу сепарації проводилися за наступною методикою. Періодично збиралися стоки з блоку льоду і вимірювалися за допомогою солеміру їх солеміст. Результати досліджень представлені на рис.4

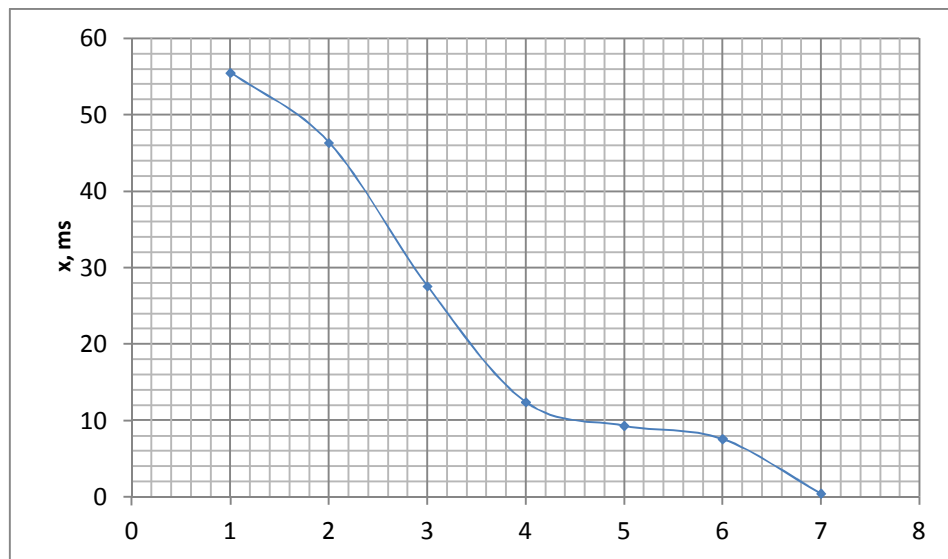


Рис. 4. Зміна солемісту в стоках при початковому $x=12,74$ ms (6,74 мг/л)

Видно, що солеміст першої порції стоків в 4 рази вище, ніж вихідна концентрація розчину.

Під час процесу сепарування з утвореного блоку льоду було отримано воду з вмістом солей 0,46 mg (0,24 мг/л), яка відповідно класифікації води [4] відноситься до прісної води.

Література

1. Електронний ресурс: <http://library.kr.ua/orhus/voda.html>.
2. Електронний ресурс: <https://aw-therm.com.ua/problema-pitnoyi-vodi-v-ukrayini/>.
3. Бурдо О.Г. Холодильні технології в системі АПК – Одеса: Поліграф, 2009 – 288 с.
4. Електронний ресурс: http://esu.com.ua/search_articles.php?id=67723.

Гончаров Д. С. (ПАТ «ЮЖК», м. Чорноморськ)

Ружицька Н.В., канд. техн. наук, асистент (ОНАХТ, м. Одеса)

Акімов О.В., магістр (ОНАХТ, м. Одеса)

АНАЛІЗ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ ЕКСТРАКТИВ ТА ОЛІЙ КАВИ

Відходи виробництва кави створюють значне навантаження на навколишнє середовище і потребують переробки. Проте шлам та лушпиння кави містять ароматичні речовини, кофеїн та олію, які можуть бути використані у харчовій, фармацевтичній та парфумерно-косметичній промисловості [1].

Зменшити витрати енергії та збільшити вихід цільових компонентів з відходів кавового виробництва дозволяють технології адресної доставки енергії до мікро- та наномасштабних структур сировини. На кафедрі процесів, обладнання та енергетичного менеджменту ОНАХТ створено мікрохвильове екстракційне обладнання, в якому реалізується даний механізм.

У мікрохвильовому екстракторі одержано ряд продуктів зі шламу та лушпиння кави: водні та спиртові екстракти, олію кави.

Після аналізу вмісту олії та її жирнокислотного складу виявлено, що водні екстракти шламу та лушпиння містять дуже незначні кількості ліпідів (0,98% та 0,77% сухих речовин відповідно). У складі переважають олеїнова та поліненасичені жирні кислоти. У спиртових екстрактах шламу кави вміст олії складав 52...71% сухих речовин, в залежності від температури екстрагування, в той час, як в екстрактах лушпиння – 26...28%. Всі зразки виявили високий відсоток поліненасичених жирних кислот. Крім того виявлено присутність насиченої бегенової кислоти, яка не рекомендована до вживання в їжу через негативний вплив на вміст холестерину в крові. Проте олії, багаті цією кислотою ефективно застосовуються у косметичних засобах [2]. Вміст жирних кислот наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 - Вміст деяких жирних кислот в екстрактах шламу та лушпиння кави

	Олеїнова, %	Лінолева, %	γ-ліноленова, %	α-ліноленова, %	Бегенова, %
Водний екстракт шламу	58,2	27,6	-	1,36	1,29
Спиртовий екстракт шламу (t екстрагування 40°C)	15,5	40,8	4,0	0,87	2,33
Спиртовий екстракт шламу (t екстрагування 80°C)	13,5	41,6	9,3	0,86	0,58
Водний екстракт лушпиння	55,2	27,2	-	2,77	1,29
Спиртовий екстракт лушпиння (t екстрагування 40°C)	15,5	18,6	0,24	1,85	19,59
Спиртовий екстракт лушпиння (t екстрагування 80°C)	18,0	12,8	0,17	1,62	19,64

Високий вміст поліненасичених кислот в олії кави одержаної зі шламу робить її перспективним джерелом цих нутрієнтів у харчових продуктах. Олію, одержану з лушпиння кави через високий вміст бегенової кислоти, можна рекомендувати як сировину для виробництва косметичних засобів.

Таким чином, використання мікрохвильових технологій в процесах екстрагування відходів виробництва розчинної кави дозволяє отримати цінну олійну сировину для харчової та парфумерно-косметичної промисловості.

Література

1. Процессы переработки кофейного шлама / О.Г. Бурдо, С.Г. Терзиев, Н.В. ружичка, Т.Л. Макиевская. – Киев: ЭнтерПринт, 2014. – 228 с.
2. Catern, Nilo B and Margo A Denke. [Behenic acid is a cholesterol-raising saturated fatty acid in humans](#). American Journal of Clinical Nutrition, January 2001, Vol. 73, No. 1, pp41-44.

СЕКЦІЯ ІІІ

МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЙ

Бурдо О.Г., д-р техн. наук, професор (ОНАПТ, г. Одеса)

Гаврилов А.В. к.т.н., доц. (АБіПП «КФУ ім. І.В. Вернадського», г. Сімферополь)

Щербач М., аспірант (ОНАПТ, г. Одеса)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ГИДРАВЛИКИ И ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА В СИСТЕМАХ С НАНО- ЭЛЕМЕНТАМИ

Пищевое сырье специфично, обладает, как правило, большим внутренним диффузионным сопротивлением, особенно при наличии элементов наномасштабного размера. Именно на эти объекты направлены пищевые технологии. Эти объекты, определяют, как правило, энергоемкость технологии, степень использования сырья и сохранность пищевого потенциала. В отходах, в микро- и нанокapиллярах остается до 15-20% целевых компонентов, которые не извлекаются традиционными технологиями.

Предлагается проблемные вопросы обработки сырья, в первую очередь пищевого, решать управлением действиями гидродинамических, тепловых и диффузионных движущих сил. Организация адресного подвода энергии (АДЭ) к отдельным компонентам обеспечивается согласованием электрофизических свойств сырья и возможностями электромагнитного поля – источника энергии. В результате появляется возможность управлять гидродинамическим потоком из микро- и наномасштабных объектов сырья. Причем, управлять не только мощностью этого потока, но и его структурой. На этой концепции формулируются гипотезы.

Гипотеза 1. При сушке сырья можно организовать АДЭ непосредственно к влаге в объеме продукта и удалять влагу в виде двухфазного потока.

Гипотеза 2. При извлечении целевых компонентов при экстрагировании можно организовать перенос из межклеточного пространства и из клеток не только растворимых, но и нерастворимых компонентов.

Рассмотрим процесс теплопереноса с позиций классического уравнения Фика.

Первое слагаемое в уравнении – это вялый процесс, воздействовать на который в условиях микро- и наномасштабных структур не удастся. Авторы поставили задачу активизировать возможности второго слагаемого и организовать транспорт компонентов из капилляров за счет гидродинами-

ческой движущей силы, увеличить скорость потока (w_x). Эта движущая сила определяется разностью давлений внутри капилляра и в среде. Но классическое уравнение гидравлики дополняется гидравлическим сопротивлением микроканала, диаметр которого (d), вызванного силами поверхностного сопротивления (σ).

Запустить процесс транспортировки содержимого капилляров предложено с помощью электромагнитных источников энергии. Их влияние в уравнении энергии отражается как действие внутренних распределенных источников, мощность которых (N) в объеме (V). Энергия поля избирательно поглощается полярными молекулами раствора. Максимальная температура окажется в глубине капилляра, там, где термическое сопротивление к среде максимально. Такое точечное повышение температуры приведет к локальному образованию паровой фазы, резкому росту давления в глубине капилляра, и инициирует гибридный поток, который и выбрасывает содержимое через открытый торец в среду. Это механодиффузия. Частота выбросов и число функционирующих капилляров растет с ростом N - мощности излучения. Поток массы j_2 определяется эффективным специфическим коэффициентом массоотдачи β_p и разностью давлений в капилляре P_K и в потоке P_Σ .

Гибридный поток j_2 создается мощной гидродинамической движущей силой, он турбулизирует пограничный слой, и может быть на несколько порядков больше классического диффузионного потока j_1 . Возникает проблема отразить в классических уравнениях массопереноса влияние этого потока. На основе принципов теории подобия предложен новый безразмерный комплекс – число энергетического действия Bu , которое учитывает влияние электромагнитного поля (число Бурдо).

Соотношение между энергией излучения и той энергией, которая необходима для аналогичных процессов в традиционных технологиях определяет как энергетическую эффективность оборудования, так и режим массопереноса. До определенных значений числа Bu имеют место ламинарные режимы движения жидкости в капиллярных каналах твердой фазы. Число Bu может показывать условия перехода к более интенсивному массопереносу, который логично назвать режимом турбулентной бародиффузии. В общем виде число энергетического действия характеризует соотношение расходов энергии инновационной технологии (Q) и базового варианта (традиционной технологии): $Bu=Q/Q_0$. Для анализируемых процессов методами теории подобия определены структуры моделей в обобщенных переменных и соотношения для расчета числа Bu (табл.1).

Таблица 1. Расчетные модели

Процесс	Число Bu	Модель процесса
экстрагирование	$Bu = N(rwd^2 \rho)^{-1}$	$Sh = A Re^n Sc^m Bu^k$
сушка	$Bu = N(rV \rho)^{-1}$	$Sh = A Re^n Sc^m Pe^p Bu^k$

В соотношениях принято: N - мощности излучения; V – объемный расход удаляемой влаги; g скрытая теплота фазового перехода; d – определяющий размер; ρ - плотность.

Предложена классификация режимов потока из микро- и нанокapиллярной структуры. Во-первых, это ламинарная бародиффузия, которая интенсифицирует внутридиффузионный массоперенос. Влага доставляется из объема сырья на поверхность фазового контакта не только классическим диффузионным потоком (диффузионное сопротивление в стесненных условиях капилляра **Rc**), но и бародиффузионным потоком (гидравлическое сопротивление **Rb**). Во-вторых, это турбулентная бародиффузия, которая интенсифицирует и внутри – и внешнедиффузионный массоперенос. В среду выносятся 2 потока: традиционный (**Jd**) и гидродинамический (**Jb**). В-третьих, это специфичный гибридный поток, который переносит и растворимые, и нерастворимые экстрагентом компоненты (авторы его называли «механодиффузия»).

Анализ результатов комплексных экспериментальных исследований позволяет сделать ряд выводов.

1. Факт существования специфического гидродинамического потока из капиллярных каналов доказан видеосъемкой.

2. Центры парообразования формируются в глубине капилляров, что подтверждает сформулированную гипотезу. В первую очередь формируются центры парообразования в капиллярах, которые ближе к источнику энергии.

3. Процессом формирования бародиффузионного потока и его мощностью можно управлять. Факторами управления являются мощность и направление электромагнитного излучения при их согласовании со структурой сырья.

Вместе с тем, видеосъемка свидетельствует об отличии характера потока от классической бародиффузии. Высокая концентрация электромагнитной энергии практически в точке объема капилляра приводит к фазовому переходу, стремительному росту объема паровой фазы, мгновенному изменению гидродинамической ситуации в капилляре. В результате – взрывной выброс содержимого капилляра. А, если объектом рассматривается клетка, - то к разрыву ее оболочки и выброса содержимого клетки.

Для наноиндустрии разработан новый класс тепломассообменного оборудования – электродинамические аппараты. При иницировании гибридных процессов с воздействием импульсного электромагнитного поля иницируется поток из капилляров и нанокapилляров. Важное преимущество электродинамических экстракторов – возможность получения полиэкстрактов.

Зыков А.В., д-р техн. наук (ОНАПТ, г. Одесса)
Маренченко Е.И., аспирант (ОНАПТ, г. Одесса)

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СУШКИ МАСЛОСОДЕРЖАЩИХ РАСТИТЕЛЬНЫХ КУЛЬТУР

Спецификой переработки растительных культур является сезонность их производства и необходимость сушки для их дальнейшего хранения и транспортировки. Кроме того, что процессы сушки связаны со значительными энергетическими затратами, также остро стоит проблема обеспечения качества высушенного продукта и отсутствия загрязнения его канцерогенными веществами, содержащимися в продуктах сгорания. Особенно проблема качества и экологической безопасности касается продукции, идущей на экспорт. При традиционных подходах совершенствования процессов сушки сталкивается с противоречием между необходимостью увеличивать расходы сушильного агента, для интенсификации тепломассообмена и попыткой уменьшить потери тепловой энергии с сушильным агентом, идет по установке. Поскольку традиционные способы сушки растительного материала не в состоянии решить вышеназванное противоречие, то следует рассмотреть перспективы и проблемы сушки с подводом энергии с помощью электромагнитного излучения инфракрасного и микроволнового диапазонов. Проведенный анализ существующих вариантов ИК сушки показал перспективность его использования для сушки растительного сырья, в частности подсолнечника, сои и кукурузы и наличие потенциалу по повышению энергоэффективности. Много внимания в последние годы уделяется и микроволновой сушке, которая, благодаря своему селективному действию непосредственно на воду, находящуюся в продукте, позволяет создавать градиент давления, который направлен изнутри продукта на поверхность и способствует вытеснению влаги на поверхность в виде пара или жидкости. Также при микроволновом подведении энергии отсутствует перегрев высушенного продукта, а продолжительность сушки уменьшается на 40 ... 90% по сравнению с традиционными способами. Сочетание микроволновой и инфракрасной сушки позволяет воспользоваться преимуществами обоих способов и обеспечить равномерность высушивания и ускорения переноса влаги изнутри материала на поверхность за счет действия микроволнового излучения при эффективной передаче энергии к влаге на поверхности материала инфракрасным излучением. В результате проведенного анализа научных работ в этом направлении предлагается гипотеза, что комбинированное воздействие микроволнового и инфракрасного излучения в сушилке позволяет уменьшить энергетические затраты на процесс сушки растительного сырья при сохранении его качества (отсутствие загрязнения продуктами сгорания) за счет того, что под влиянием мик-

роволнового излучения, действующего на влагу в середине продукта, она интенсивно переносится к поверхности, откуда удаляется действием инфракрасного излучения. Для реализации процесса сушки с таким комбинированным воздействием предложено использовать ленточную электромагнитную сушилку, которая должна сократить время сушки влажной растительного сырья по сравнению с конвективными технологиями и значительно уменьшить энергетические затраты.

Для создания такой установки была разработана методика расчета параметров процесса сушки в условиях комбинированного электромагнитного подвода энергии и созданы алгоритмы проектного и поверочного расчетов ленточной сушилки с инфракрасным и микроволновым подводом энергии. С помощью разработанных методик была рассчитана и создана экспериментальная ленточная установка для обезвоживания растительного сырья, имеет последовательные зоны микроволнового и инфракрасного воздействия на продукт. Расчетная производительность экспериментальной установки 58 кг / ч, при снижении влажности с 25 до 14%. Скорость ленточного привода и грузоподъемность регулируются в широком диапазоне (0,007 ... 0,025 м / с). Мощность излучателей изменяется в диапазоне 30 ... 100% от номинальной мощности магнетрона. Проведенные испытания пилотного образца сушилки показали, что характер полученных кривых сушки, принципиально не отличается от результатов экспериментальных исследований. Установлены режимы работы установки, при которых затраты удельной энергии на 1 кг удаленной влаги составляют 2,96 МДж/кг для подсолнечника, 2,55 МДж/кг для сои и 3,44 МДж/кг для кукурузы. Удельные затраты энергии при сушке продукта в микроволновое поле сверхвысокой частоты меньше аналогичных расходов энергии при сушке продукта под действием ИК излучения и эта разница уменьшается с ростом удельной мощности излучения, что может быть объяснено существованием «механо-диффузионного эффекта» при сушке в СВЧ поле. Минимальные показатели удельного энергопотребления достигаются при комбинированном СВЧ + ИК энергоподводе.

Проведенные расчеты экономического эффекта от внедрения ленточной сушилки с комбинированным электромагнитным подводом энергии на производстве показали, что срок окупаемости разработанной установки составляет 2,61 года при средней себестоимости сушки зерна 13 грн. /т. %.

Безбах І. В., д-р техн. наук, доцент (ОНАХТ, м. Одеса)

Шишов С. В., аспірант (ОНАХТ, м. Одеса)

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛООБМІНУ В ШНЕКОВОМУ АПАРАТІ НА БАЗІ РОТАЦІЙНОГО ТЕРМОСИФОНУ

Відповідальними етапами технологічного процесу переробки рослинної сировини є процеси термообробки, сушіння. Ці процеси визначають якість готового продукту, збереження і витрати енергії на його виробництво. Проблема підвищення якості готового продукту, енергоємності, екології виробництва [1] є актуальною для виробників продуктів харчування.

Проведено дослідження роботи апарату з ротаційним термосифоном (РТС). Апарат з РТС може бути використаний в якості підігрівача фруктових та овочевих пюре, томатної маси, сушіння відходів виробництва (виноградні, яблучні вичавки). Унікальність розробленого обладнання полягає в тому, що використовуються принципи адресної доставки енергії до елементів сировини, забезпечується підвищення ефективності процесів і поліпшення якості продукції. Такі конструкції дозволяють зруйнувати прикордонний тепловий шар, що призводить до інтенсифікації процесу, зниження енерговитрат, а також знижує пригорання продукту до гріючої поверхні.

Експериментальні дослідження роторних теплообмінників [2] обмежені конструкціями для хімічної промисловості, також досліджені, в основному, процеси зовнішнього теплообміну. Крім того, в роторних теплообмінниках герметизація вузла з'єднання ротора з нерухомим паропроводом і конденсатопроводом є технічно складним завданням. З точки зору надійності апарати з РТС більш ефективні, так як є автономними конструкціями.

Для апаратів з РТС характерна зовнішня і внутрішня задачі. Зовнішня задача враховує гідродинаміку і тепломасообмін при обтіканні конденсатора термосифона рідиною або повітряно-дисперсним потоком, внутрішня задача враховує гідродинаміку руху конденсату всередині конденсатора. В роботі [3] розглянуті питання використання РТС в апаратах харчових технологій. Проведено моделювання внутрішньої і зовнішньої задачі теплообміну для РТС. Вивчено кризу тепlopередачі в РТС. Отримано модель для визначення критичного числа Фруда. Але залишилися невирішеними питання, пов'язані з експериментальним підтвердженням отриманої моделі. Доцільним є проведення дослідження по візуалізації гідродинаміки руху конденсату в конденсаторах РТС різних конструкцій, експериментального підтвердження розробленої моделі [3].

Метою роботи є дослідження інноваційного обладнання на базі РТС,

яке дозволить реалізувати локальний енергетичний вплив безпосередньо на рідину, частки дисперсного матеріалу, прикордонний шар. Як результат очікується підвищення якості продуктів, енергоефективності виробництв.

На кафедрі ПО і ЕМ ОНАХТ розроблена конструкція шнекового апарату з РТС. Який складається з випарника 2, шнекового конденсатора 3. Продукт завантажується зверху через патрубок 4, нагрівається, сушиться або випаровується.

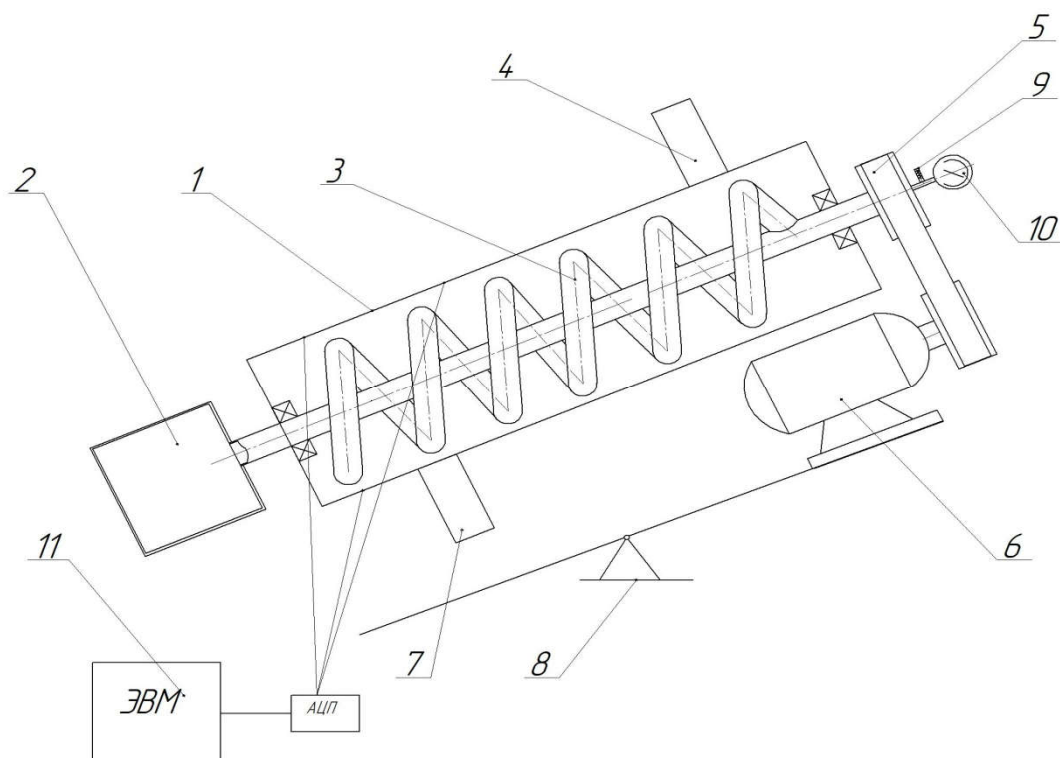


Рис. 1. Конструкція шнекового апарату з РТС: 1 – корпус, 2 – випарник, 3 – конденсатор, 4 – патрубок для завантаження продукту, 5 – привід, 6 – двигун, 7 – патрубок для вивантаження продукту, 8 – шарнір, 9 – клапан, 10 – манометр, 11 – комплекс для отримання експериментальних даних

Гідродинаміка течії конденсату всередині розгалуженого конденсатора РТС наведеного в [3] залежить від кута нахилу, частоти обертання конденсатора РТС. Аналітичними методами визначена функція критичного числа Фруда (Fr) для розгалуженого конденсатора РТС. Ставиться завдання підтвердити отримані аналітичні дані експериментально. Для моделювання руху конденсату всередині конденсатора РТС різного конструктивного виконання, розроблений експериментальний стенд, який представляє собою модель апарату з РТС виконану зі скла. Як робоче тіло РТС використовували етиловий спирт (об'ємна частка 96%, обсяг 200 мл).

В експериментах варіювали кут нахилу РТС $\gamma=20\dots90^\circ$, частоту обертання РТС, $n=0\dots2\text{ c}^{-1}$, тиск пари усередині РТС, $P_{\text{абс}}=0,1\text{ МПа}$. Також замінювали конденсатор РТС з розгалуженого на шнековий.

Застосування шнекового конденсатора дає ряд переваг – стабільність роботи незалежно від частоти обертів, перемішування, змішування, транспортування. Кут нахилу і напрямок обертання РТС визначатимуть умови повернення конденсату в випарник. Для моделювання внутрішньої задачі проведено ряд експериментів.

Методика досліджень наступна. Повітря з РТС відкачували за допомогою вакуум насоса. Виставляли певний кут нахилу РТС, частоту обертання. На регуляторі термостата виставляли напругу, необхідну для підтримки стабільного кипіння робочого тіла при заданому тиску. Проводили фото- і відеозйомку.

При кутах нахилу РТС $\gamma=0...20^\circ$ конденсат накопичується в нижніх відгалуженнях конденсатора, верхні не заповнюються. Причому більша кількість конденсату накопичується в трубках найближчих до випарника.

При частотах обертання $n=0,1...0,3 \text{ c}^{-1}$ конденсат вільно повертається в випарник як при вертикальному розташуванні так і при нахилі РТС. При частоті обертання $1,8 \text{ c}^{-1}$ і куті нахилу конденсатора $\gamma=20^\circ$ настає замикання конденсату відцентровою силою в патрубках конденсатора.

При кутах нахилу шнекового конденсатора $\gamma=37...45^\circ$ продуктивність порожнього шнека збільшується. При обертанні шнекового конденсатора спостерігається ефективно повернення конденсату в випарник як при правосторонньому так і при лівосторонньому напрямку обертання. При правосторонньому обертанні конденсат рухається в нижню частину конденсатора і викидається в центральну трубку. При лівосторонньому – конденсат піднімається у верхню частину конденсатора і також викидається в центральну трубку, яка з'єднана з випарником.

При частотах обертання $n=0,1...0,3 \text{ c}^{-1}$ розрахункове число $Fr < 1$ і конденсат вільно повертається в випарник, як при вертикальному розташуванні, так і при нахилі РТС. При частоті обертання $1,8 \text{ c}^{-1}$ і куті нахилу конденсатора $\gamma < 20^\circ$ розрахункове число $Fr \geq 1$, відбувається замикання конденсату відцентровою силою. Все це підтверджує достовірність розробленої моделі.

Проведені дослідження з моделювання гідродинаміки в РТС показали, що для шнекового РТС повернення конденсату в випарник, внутрішній теплообмін буде найбільш ефективний при кутах нахилу конденсатора $37...45^\circ$. Для розгалуженого конденсатора, при частоті обертання $1,8 \text{ c}^{-1}$ і куті нахилу $\gamma < 20^\circ$ настає замикання конденсату відцентровою силою в патрубках конденсатора. Отримані результати будуть використані для розробки методів розрахунку і оптимізації апаратів на базі РТС [4].

Література

1. R.N. Pereira, A.A. Vicente, Environmental impact of novel thermal and non-thermal technologies in food processing // Food Research International, Volume 43, Issue 7, August 2010, Pages 1936–1943, ISSN 0963–9969

2. Luanfang Duan, Zhengyu Cao, Guihuan Yao, Xiang Ling, Hao Peng Visual experimental study on residence time of particle in plate rotary heat exchanger // Applied Thermal Engineering, Volume 111, 25 January 2017, Pages 213-222, <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.09.087>;

3. Bezbah, I.V., Burdo O. G. Rotating heat pipes in devices for heat treatment of the food-stuffs // Applied Thermal Engineering. Vol. 28, Issue 4, March 2008, P. 341–343, <http://dx.doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2006.02.021>;

4. Burdo O., Bezbah I., Kepin N., Zykov A., Yarovy I., Gavrilov A., Bandura V., Mazurenko I. Studying the operation of innovative equipment for thermomechanical treatment and dehydration of food raw materials // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies - Vol 5, No 11(101) (2019) DOI: 10.15587/1729-4061.2019.178937

Бурдо О.Г., д-р техн. наук, професор (ОНАХТ, м. Одеса)
Сиротюк І.В., аспірант (ОНАХТ, м. Одеса)

СТЕНДОВІ ВИПРОБУВАННЯ ЕЛЕКТРОДИНАМІЧНОГО МОДУЛЯ ВАКУУМ-ВИПАРНОЇ УСТАНОВКИ

Модульний принцип виконання багатофункціональних установок є перспективним напрямком у розвитку тепломасообмінного обладнання на сьогоднішній день. В харчовій промисловості це дає змогу завантажувати промисловість у разі відсутності сезонної сировини та використовувати обладнання для переробки різної рослинної продукції. Головною вимогою стосовно модуля при зміні технологічного регламенту є зручність та простота керування.

На основі досліджень мікрохвильової вакуум-випарної установки періодичної дії було проаналізовано різноманітні схеми та виділено їх головні переваги та недоліки. Основою аналізу є кінетичні залежності, характерні для запропонованої конструкції модуля. Конструкція є надійною та з легкістю пристосовується до зміни режиму роботи, про що свідчить якісний характер кінетики процесу випарювання в електродинамічному модулі. Стала потужність мікрохвильового поля забезпечує підвищення значення концентрації сухих речовин у розчині зі швидкістю, що з часом збільшується. Це пояснюється постійною паропродуктивністю при сталій потужності, в той час коли кількість розчину на протязі всього процесу зменшується. Задля забезпечення постійної швидкості зміни концентрації є можливість зміни потужності електромагнітного генератора.

Модульний принцип достатньо гнучкий і дає змогу для реалізації різноманітних схем їх компонування. Прийнятними умовами роботи установок є:

– проводити випарювання половини об'єму розчину, що займає модуль;

– загальна кількість модулів корелюється ступенем концентрації розчину.

Ефективність установки із підвищенням необхідного ступеня підвищення концентрації знижується. Це викликає необхідність проведення процесу випарювання розчинів з низькою концентрацією сухих речовин із залученням традиційного обладнання. В свою чергу отримання високого вмісту цільових компонентів проводити на інноваційних установках, що використовують принцип адресної доставки енергії.

В результаті досліджень було підтверджено працездатність розробленого модуля. На основі отриманих експериментальних даних була справджена науково-технічна ідея щодо перспектив об'ємного підведення енергії при випарюванні. Використовуючи метод теорії подібності була отримана критеріальна модель для проектування та оптимізації вакуум-випарного мікрохвильового апарату безперервної дії. Проведені дослідження є фундаментом для проектування типорозмірного ряду електродинамічних модулів для отримання харчових концентратів при температурах від 30 °С аж до 95 °С вмісту сухих речовин.

СЕКЦІЯ IV

ТРИБУНА МОЛОДИХ НАУКОВЦІВ

Пашковський М.М. (ОСШ № 86, м. Одеса)

ЗАСТОСУВАННЯ ПІРОЛІЗУ В УТИЛІЗАЦІЇ СМІТТЯ

Сучасна цивілізація створює великий обсяг сміття, яке в більшості країн майже не переробляється. Наприклад, українці щорічно викидають 11 млн. тонн сміття, з яких 2,4 % спалюється, переробляється – 3,4%, а основний обсяг – захоронюється. В той же час, сміття в середньому складається на 41 % з харчових відходів, на 35 % – з паперу та картону, на 8% – зі скла, та на 9% – з текстилю, залишок – пластмаси та метали, які можуть бути утилізовані з отриманням енергії. Через відсутність інфраструктури з переробки сміття Україна вимушена витратити понад 9 тисяч га землі, які займають 5,5 тисяч сміттєвих полігонів. Зараз в Україні застосовуються три основних методи переробки сміття: санітарна земляна засипка, біотермічне компостування, та спалювання. Але жоден з цих трьох способів не є досить екологічним чи навіть ефективним.

Вважаємо, що одним з ефективних способів утилізації твердих побутових відходів є піроліз – процес розкладу важких органічних та неорганічних сполук на легші при відсутності кисню. Сенса піролізу полягає у тому, що сполучення, з яких складається сміття, при нагріванні розщеплюються на речовини, що мають меншу молекулярну масу. В результаті піролізу утворюється три основних продукти: пірогаз – суміш горючих і негорючих газів, піропаливо (до 800 кг з 1 тонни біомаси) і вода. Піропаливо (масло) має різний склад й може бути використана як горюча сировина чи сировина для переробки. Також під час пвролізу утворюється пікарбон – твердий залишок (зола).

Головна перевага піролізу в його самозабезпеченості – використання пірогазу і піролізного масла дає тепло, необхідне для самого процесу піролізу та сушки сировини (твердих побутових відходів). Енергетичні витрати на підтримку технологічного процесу складають 70% від теплотворної властивості виробленого пірогазу.

Піроліз поділяють на високотемпературний та низькотемпературний (450-600 °C), швидкий (1-2 сек.) і повільний. Вважається що високотемпературний піроліз ефективніший за низькотемпературний. Як правило, в технологічних установках використовують поєднання обох видів піролізу, оскільки шляхом зміни технологічних параметрів (температури, часу обробки), а також технологічного обладнання можливо в широких межах змінювати хімічний склад продуктів.

Серед стадій піролізу виділяють: (1) під дією нагрівання відбувається деструкція високомолекулярних сполук, що складають, наприклад, рослинну тканину, з переходом новоутворених більш легких сполук в газоподібний або пароподібний стан; (2) внаслідок наступного охолодження пароподібні продукти поділяються на піропаливо і пірогаз. Може бути також додаткова стадія – додаткового нагрівання пароподібних продуктів до 900-1500 °С для підвищення виходу пірогазу.

Для забезпечення правильного визначення технологічних параметрів уявляється за необхідне забезпечити правильне попереднє сортування твердих побутових відходів, що може здійснюватися за місцем їх збирання (шляхом впровадження роздільного приймання різних видів побутових відходів), так і за місцем їх утилізації (останнє уявляється можливо автоматизувати за рахунок роботизованих систем, оснащених штучним інтелектом розпізнавання та сепарації побутових відходів на конвеєрі та звільнення від цього малоприємного та некваліфікованого заняття людей).

В світі відповідні дослідження промислового використання піролізу здійснюються з 70-х рр. ХХ століття, серед технічних вишів Одеси відповідні ґрунтовні дослідження віднайти не вдалося, що ускладнює надання відповідної науково-експертної підтримки як налагодження промислового виготовлення піролізних установок, так і їх впровадження у комунальні або приватні господарства.

Найефективніше використовувати модульну організацію піролізної системи, це спростить транспортування на місце використання та зробить процес її монтажу та ремонту легшим. При цьому в залежності від потреб господарства можуть обладнуватися декілька піролізних ліній.

Пропонується виділити такі модулі: сепаратор сировини (ТПВ) зі ШІ, подрібнювач та підсушувач сировини, піролізний реактор, сепаратор продуктів, сховища продуктів (пірогазу, піропалива та золи), обладнання рециклінгу сировини (води, піску та повітря, що використовуються в технологічному процесі).

Крім того, технологічні лінії можуть додатково обладнуватися плавильними печами для отримання з твердих залишків піролізу металів (заліза, алюмінію тощо).

Серед переваг піролізу як технології переробки побутових відходів слід виділити:

- низький рівень викидів;
- отримання як продукту додаткових екологічних джерел енергії (біопалива);
- отримання як продукту екологічно чистої сировини для будівельної галузі (золи);
- самозабезпеченість піролізного процесу;
- відносна простота піролізного обладнання та можливість його гнучкого налаштування;

- швидкість процесу переробки;
- переробка як компостуемого так і не компостуемого сміття;
- можливість глибокої автоматизації технологічного процесу піролізу (від прийняття сировини до видачі продуктів піролізу);
- можливість модульної організації обладнання;
- можливість налаштування під різні типи відходів;

Серед мінусів:

- відносно висока вартість обладнання;
- необхідність додаткового обладнання для очистки пароподібних та газоподібних продуктів у випадку переробки галогеномісткої сировини.

Виглядає дивним низький рівень впровадження технології піролізу в економіці України в частині переробки сміття (твердих побутових відходів).

Уявляються необхідними такі кроки:

- організація досліджень піролізу в профільних наукових установах України для забезпечення відповідної науково-експертної підтримки як промислового виробництва піролізного обладнання, так і його впровадження в господарства;

- вступ в наукові мережі дослідження піролізу: PyNE – Pyrolysis Network for Europe та їх аналоги для обміну інформації з провідними науковими осередками у цій царині;

- фандрайзинг для проведення досліджень у цій царині та пошук можливостей для організації стартапу з розробки та впровадження (з малих міст та смт України) експериментальних зразків піролізного обладнання.

Пономарьов К., студент (ОТК ОНАХТ, м.Одеса)

Коробкіна О.В., викладач-методист (ОТК ОНАХТ, м.Одеса)

ПОЗИТИВНІ ТЕНДЕНЦІЇ У ВИРОБНИЦТВІ БІОГАЗУ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ

За період 2007-2017 роки відбулося суттєве зниження виробництва енергії в Україні – на 25.17%, спостерігається стала тенденція до спаду показників імпорту та експорту енергоресурсів відповідно – на 55.14% та 81.94%,%. (Розрахунки проведені за даними Державної служби статистики) [3].

Враховуючи економічні та соціальні виклики сьогодення у країнах усього світу, активне використання альтернативних видів енергії є шляхом до виходу з енергетичної кризи. Альтернативна енергетика в Україні покликана сприяти вирішенню, передусім, двох важливих проблем – енергоефективності та екологічної безпеки, які є одними з найбільш гострих.

Харчова промисловість є пріоритетною галуззю народного господарства, яка населення життєво необхідними продуктами. Обсяг реалізованих харчових продуктів у загальному обсязі реалізованої промислової продукції переробної промисловості складала за січень-липень 2017 року 18%, з яких експорт складав 30.6% [4]. У відповідному періоді 2018 року ці показники зафіксовані на рівні 16.9% та 30.2% відповідно [5]. Зниження обсягів виробництва харчових продуктів вказує на загострення проблем енергоефективності на підприємствах. До того ж, у харчовому виробництві утворюється не менше 100-120 млн. тон відходів та побічних продуктів на рік, які є чинником екологічних проблем [6].

Одним із пріоритетних напрямів розвитку європейської енергетики є використання відновлюваних джерел енергії (далі – ВДЕ), що обумовлено низкою чинників, основними серед яких є: 1) запобігання енергетичній нестабільності країн, пов'язаної з енергетичними кризами, та скорочення залежності від імпорту енергоносіїв; 2) необхідність зменшення обсягів шкідливих викидів, що утворюються в процесі використання традиційних енергоносіїв [7].

Директива ЄС 2009/28/ «Про сприяння використанню енергії з відновлюваних джерел» створила основу для просування ВДЕ у ЄС та встановила обов'язкові національні цільові показники, а саме: до 2020 року частка ВДЕ у кінцевому споживанні енергії у середньому у ЄС–28 має досягти 20%, в тому числі у транспорті – 10%. [8]. Що стосується структури ВДЕ, то лівова частка енергії у країнах Євросоюзу вже у 2014 році надходила від переробки біомаси та відходів (64%) [9].

Одним з важливих секторів ВДЕ у світі є виробництво та енергетичне використання біогазу. Лідером у виробництві біогазу по праву можна вважати ЄС загалом і Німеччину зокрема. Загальна кількість біогазових установок (БГУ) в Європі перевищує 11 тис. одиниць (7,2 тис. од. у Німеччині) [10].

Що стосується України, то частка постачання енергії відновлювальних джерел в Україні у загальному обсязі постачання зросла з 1.7 % у 2007 році до 3.9% у 2016 році. Виробництво електроенергії з відновлюваних джерел в першому кварталі 2018 року зросло майже на 30% і досягло рівня 1,2% в загальній енергогенерації країни. Про це йдеться в повідомленні Міністерства енергетики і вугільної промисловості. Так, у січні-березні 2018 року сонячні, вітрові та біоелектростанції сукупно виробили 532,8 млн. кВт.годин енергії, що на 29,5% більше, ніж за аналогічний період минулого року [11].

Слід звернути увагу на стрімко зростаючу тенденцію енергоспоживання в Україні на основі відновлювальних джерел: біопалива та відходів. Енергія біопалива та відходів складає 3.1% із загальної частки споживання енергії відновлювальних джерел у 2016 році [12].

Біогаз – це газ, який виробляється із органічних відходів (відходів їжі, тваринництва) з допомогою бактерій і має склад, подібний до природного газу: до 98% метану, а також сірководень, вуглекислий газ, воду тощо. Біогаз має низку переваг перед природним газом, а саме [1]:

1. Біогаз виробляється із біологічної сировини, отже, його виробництво і спалювання є частиною природного циклу вуглецю, що не приводить до накопичення природного газу в атмосфері і парникового ефекту. Природний газ добувається з глибини землі, він не є частиною атмосфери, отже, при його спалюванні відбувається накопичення вуглекислого газу.

2. Біогаз – відновлюване джерело енергії, тобто він ніколи не вичерпається. Природного газу і нафти при теперішніх темпах їх використання за прогнозами вистачить не більше, ніж на 50 років.

3. Біогаз виробляється близько до споживача, сировина для його виробництва теж знаходиться недалеко від заводів. Немає необхідності транспортувати газ на великі відстані.

Зважаючи на енергетичну залежність України від Росії та переваги

біогазу перед природним газом, дослідження перспектив його впровадження є надзвичайно актуальним.

Екологічний ефект біогазового виробництва полягає у екологічно безпечній переробки органічних відходів з розвитком комплексних технологій утилізації біомаси за рахунок метанового зброджування. У біогазових установках застосовуються, перш за все, екскременти тварин і відтворювана сировина, насамперед, різноманітні органічні відходи агропромислового комплексу, які багаті на целюлозу та інші полісахариди. Однак, і біогенні відходи харчової промисловості і побутові відходи набувають все більшого значення. У біогазовому виробництві застосовується первинна сировина, яка раніше не використовувалася і тільки додатково забруднювала навколишнє середовище.

Україна має великий потенціал розвитку біогазової галузі, яка може стати гарантією енергетичної безпеки держави. За словами Токарчука Д.М. і Яремчука О.В., енергетичний потенціал біогазу складається з різноманітних потенціалів: площі для вирощування енергетичних культур; традиційних органічних добрив (рідкий та твердий гній, курячий послід тощо); органічні відходи обробної промисловості; використання відходів комунального господарства; можливостей використання біогазу, наприклад, чисте виробництво електроенергії, виробництво електроенергії і тепла (ТЕЦ), або використання в якості пального для транспорту [13]. До того, після анаеробної переробки органіки, можна отримати добрива – дигестат, які здатні підвищити врожайність на 30-50%.

Біогаз складається в основному з метану (55-70%) і діоксиду вуглецю (45-30%), але також містить деякі включення, які видаляються в біогазовій станції. За своїми властивостями біогаз найбільш близький до природного газу (80-98% метан). Цей енергоносіє цілком здатен замінити природний

газ, який імпортується. До того ж, шведський досвід використання біогазу вказує на низку економічних та екологічних переваг перед природним газом [14].

Позитивним моментом є той факт, що Україна потроїла кількість біогазових установок за 3 роки. В Україні за станом на кінець другого кварталу 2018 року зареєстровано 29 біогазових установок потужністю 41 МВт, тоді як в кінці 2014 року в країні було 10 біогазових установок загальною потужністю 15 МВт. Як приклад, на початку липня 2018 року в Кам'янець-Подільському запрацювала унікальна потужна теплоелектростанція на біомасі, а вже в серпні відкритий ще один об'єкт - технологічна лінія по дегазації звалища. Установа потужністю 500 кВт буде виробляти близько 4 млн. кВт/год електроенергії щорічно. Річний обсяг видобутку біогазу становитиме 2,5 млн. кубометрів на рік. Загальний обсяг інвестицій - 25 млн грн. «Реалізація цього проекту дозволить зменшити викиди шкідливих речовин в повітря, а також ризик виникнення пожеж на звалищі. Важливо, що місто отримає 10% від доходу з продажу електроенергії за «зеленим» тарифом» [15].

Сировиною для біогазових установок можуть бути вказані нижче субстрати: навоз КРС, навоз КРС самосплавний, навоз свинячий, навоз свинячий самосплавний, пташиний помет підстилочний, силос кукурудзяний, свіжа трава, молочна сироватка, зерно, мука, хліб, фруктовий и овочевий жом, буряковий жом, меласса, барда зернова, барда меласна, пивна дробина, мезга кукурудзяна, мезга картопляна, жир, відходи бойні (кров, каніга, ягкі тканини), корнеплоди овочі, технічний гліцерин, рибні відходи, тверді побутові відходи

При цьому біогазова установка вирішує багато екологічних проблем. Біогазова станція - це найактивніша система очистки. Інші системи очистки споживають енергію, а не виробляють. Біогазова станція перероблює відходи у біогаз та біодобрива.

Виробництво біогазу дозволяє попередити викиди метану в атмосферу. Його уловлення - найкращий спосіб попередження глобального потепління.

Додаткові вигоди біогазової станції: виробництво електрики та тепла, отримання біометану, економія капітальних витрат на очищувальних спорудах при побудові нових підприємств.

Виробництво електроенергії з поновлюваних джерел в Україні в першому кварталі 2018 року зросло майже на 30% і досягло рівня 1,2% в загальній енергогенерації країни.[11].

Таким чином, виробництво біогазу є перспективною галуззю виробництва біопалива поряд з виробництвом біодизелю та біоетанолу. При чому його виробництво може бути найдешевшим через низьку собівартість сировини і наявність можливостей побудови біогазових установок у кожному регіоні, якщо виникне така необхідність. Серед усіх поновлюваних

енергій біогаз має особливий статус, оскільки він знаходить різноманітне застосування у сферах електроенергетики, виробництва тепла і використовується в якості пального, а також може постійно вироблятися відповідно до потреб на основі наявної місцевої сировини.

Концепція розвитку виробництва біогазу в Україні до 2030 р., враховуючи технічну та економічну доцільність, а також поточну структуру і величину підприємств в АПК України (ферми ВРХ та свиноферми, птахофабрики, цукрові заводи, спиртові заводи, пивні заводи), обсяг ринку біогазових установок оцінює приблизно в 1600 установок з міні-ТЕЦ потужністю від 100 кВт електроенергії. Загальна прогнозна потужність біогазових установок може скласти близько 820 МВт електричних і 1100 МВт теплових. При загальних інвестиціях до 15 млрд. грн. в більш, ніж 800 біогазових установок різних потужностей до 2030 р., обсяг виробленого біогазу складе 1,65 млрд. м³/рік (1,2 млн. т. у.п.) [10].

Проблеми, які існують у біоенергетиці, рано чи пізно будуть розв'язані. Це справа часу, бо при вирішенні цієї задачі в перспективі Україну чекає енергетична незалежність. Так, на кінець I кварталу 2019 р в Україні встановлено 51 МВт біогазових потужностей на агровідходах та сміттєзвалищах, що майже у 3 рази більше, ніж наприкінці 2015 року (18 МВт). Саме у 2015 р. за ініціативи Комітету ВРУ ПЕК спільно з Держенергоефективності збільшено «зелений» тариф на електроенергію з біогазу до 12,4 євроцента/кВт*год [16]. За словами Голови Держенергоефективності С.Савчука, встановлення біогазових потужностей стало більш привабливим для інвесторів, а громади отримали додаткові можливості для вирішення проблем із відходами.

Отже, позитивні тенденції у виробництві та використанні біогазу, які відбуваються в Україні, є надзвичайно актуальними.

Література

1. Енергетичний баланс України // Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
2. Григор'єва А.О.: Розвиток ринку нафтопродуктів в Україні // Міжнародний науковий журнал «Інтернаука» // № 1 (23), 2 т., 2017, с.46
3. Загальне постачання первинної енергії за 2007 - 2016 роки роки¹ // Режим доступу: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2016/sg/ekolog/ukr/zp_pen_u.html
4. Ukrstat.org - публікація документів Державної Служби Статистики України //Режим доступу: Обсяг реалізованої промислової продукції за видами діяльності у січні-липні 2017 року
5. Ukrstat.org - публікація документів Державної Служби Статистики України //Режим доступу: Обсяг реалізованої промислової продукції за видами діяльності у січні-липні 2018 року
6. Характеристика впливу на довкілля харчової промисловості //Режим доступу: manyava.org/publ/tekhnoekologija/...na.../22-1-0-268
7. Відновлювальні джерела енергії в Україні та Європейському Союзі...//Режим доступу: edclub.com.ua/.../vidnovlyuvalni-dzherela-energiyi-ukrayi.edclub.com.ua
8. Директива Європейського Парламенту та Ради 2009/28/ЄС від 23 квітня 2009 року про заохочення до використання енергії, виробленої з відновлюваних джерел. L

140/16 UA Офіційний вісник Європейського Союзу 5.6.2009...//Режим доступу: saee.gov.ua/documents/dyrektyva_2009_28.pdf

9. Статистика по енергетиці.//Режим доступу: [Статистическая служба Европейского союза – NENCOM: ec.europa.eu/eurostat/web/energy/statistics-illustrated](http://Статистическая_служба_Европейского_союза_-_NENCOM:ec.europa.eu/eurostat/web/energy/statistics-illustrated)

10. Перспективы производства и использования биогаза в Украине ... //Режим доступу: <https://www.obozrevatel.com/.../86952-perspektivy-proizvodstva-i-ispolzovaniya->

11. Украина увеличила производство «зеленой» энергии на треть. Наука и технология...//Режим доступу: <http://agroportal.ua/news/tekhnologii/ukraina->

12. Енергоспоживання на основі відновлювальних джерел за 2007 - 2016 роки¹ // Режим доступу: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2016/sg/ekolog/ukr/zp_pen_u.html

13. Токарчук Д.М., Яремчук О.В. Виробництво і використання біогазу в Україні... с.344...//Режим доступу: www.irbis-nbuv.gov.ua/.../cgiirbis_64.exe

14. Досвід Швеції з виробництва біогазу // Економічний розвиток громади. – Випуск 1. №6. – 2005 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.ced.org.ua/ukr/Visnyk-6.doc

15. Украина утроила число биогазовых установок за 3 года...//Режим доступу: <http://agroportal.ua/news/ukraina/ukraina-utroila-chislo>

16. Урядовий портал.<https://www.kmu.gov.ua/news/v-ivano-frankivskij-oblasti-uspishno-p>

Трішин Ф.А., канд. техн. наук (ОНАХТ, м.Одеса)

Трач О.Р., ст. викл. (ОНАХТ, м.Одеса)

Гаріб'яр Ю.В., аспірант (ОНАХТ, м.Одеса)

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ РЕЖИМІВ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ БЛОКУ ЛЬОДУ

В основу управління процесом спрямованої кристалізації покладено забезпечення необхідних умов формування двофазного шару. Складність моделювання процесів виморожування полягає не тільки в наявності фазових переходів, але й в тому, що структура шару «вода-лід» змінюється по висоті. Таким чином утворюються градієнти температур, концентрацій і пористості по висоті шару. Епюри цих параметрів мають нелінійний характер. Від величини температури в точці залежить концентрація розчину і пористість, а ці параметри визначають термічний опір, тобто продуктивність по зростанню льоду і розподіл температур в шарі. Таким чином, завдання управління процесом виморожування є нелінійним, нестационарним і ускладненим фазовими переходами. Для правильного розуміння процесу велику роль відіграють правильно побудовані моделі. Основні проблеми з побудовою моделі пов'язані з двофазним шаром. Тут в теплопереносі беруть участь як тверда фаза (лід), так і розчин. Щільні умови пористої структури цього шару дозволяють вважати, що конвекційні потоки в порах відсутні і теплоперенос проходить паралельно через крижані «ребра» і через розчин. Введемо ефективний коефіцієнт теплопровідності пористої структури, який визначається температурою і пористістю. Природно, для кож-

ного зрізу ці параметри різні, а визначальний вплив буде надавати пористість:

$$\lambda_e = \varepsilon \lambda_p + (1 - \varepsilon) \lambda_d \quad (1)$$

У процесі кристалізації температура (t_p), концентрація (X_p) і пористість (ε) кожного зрізу шару змінюються, тому:

$$\lambda_e(h) = \varepsilon(h) \lambda_p(t, X_p) + (1 - \varepsilon(h)) \lambda_d(t) \quad (2)$$

Оскільки знайти аналітичне рішення проблеми досить проблематично, логічним було провести чисельне моделювання процесу кристалізації, а також представити концентраційне і температурне поля в твердій фазі двофазного шару. Отримані результати дозволяють зробити висновок, що пористість є значним фактором, що впливає на формування двофазного шару, були виявлені закономірності зміни $t(h)$ від значення пористості і величини теплового потоку. Отримані дані про залежність $t(h)$ показали можливість інтенсифікації процесу кристалізації шляхом зменшення пористості.

Краснієнко Н.В., викладач (ОТК ОНАХТ, м.Одеса)

Суліма Ю.Є., викладач (ОТК ОНАХТ, м.Одеса)

Столяров В.В., студент (ОТК ОНАХТ, м.Одеса)

АПАРАТНО-ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС МОДЕЛІ ГЕЛІОУСТАНОВКИ НА СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРАХ

Геліосистема (сонячний колектор або сонячна система) – це пристрій для ефективного перетворення сонячної енергії в теплову енергію, і нагрівання води. Сонячна система тепlopостачання зазвичай складається з сонячного термального колектора, системи зберігання води (резервуар або бак) системи контролю та насосної системи [1].

У світі існує велика кількість геліосистем, які конструктивно відрізняються один від одного. Класифікація системи сонячного тепlopостачання наведено на рис. 1.



Рис. 1. Класифікація систем сонячного тепlopостачання

Патентний огляд робіт в області сонячної енергетики показав, що в даний час найбільша кількість нових патентів серед різних видів «зелених» енерготехнологій видається в області сонячної генерації. Про це повідомили фахівці WIPO (Всесвітня організація інтелектуальної власності) на семінарі, який пройшов в рамках форуму "Європа-Азія" (АСЕМ) [2].

Метою роботи є дослідження можливості використання сонячної енергії в системі гарячого водопостачання на прикладі гуртожитку Одеського технічного коледжу Одеської національної академії харчових технологій.

Максимально ефективно використовувати сонячну енергію можливо при використанні сонячних колекторів. Саме в поглинаючій панелі геліоколектора під впливом сонячного випромінювання (інфрачервоної складової) відбувається перетворення сонячної енергії в теплову, для подальшого нагріву побутової води. Сучасні геліосистеми дозволяють заощаджувати до 60 % енергії, необхідної для нагріву води в рік. У конструкції геліосистеми основним елементом є сонячний колектор. Саме в складовій, що поглинає сонячну енергію, і відбувається перетворення сонячної енергії в теплову. В результаті панель розігрівається, а рідкий теплоносій, що прокачується через неї, відбирає отримане тепло. Тепло передається теплоносієм в бак-акумулятор і далі по контуру нагріву води, потім охолоджений теплоносій повертається в колектор і знову нагрівається, і таким чином цикл замикається, як показано на рис.2.

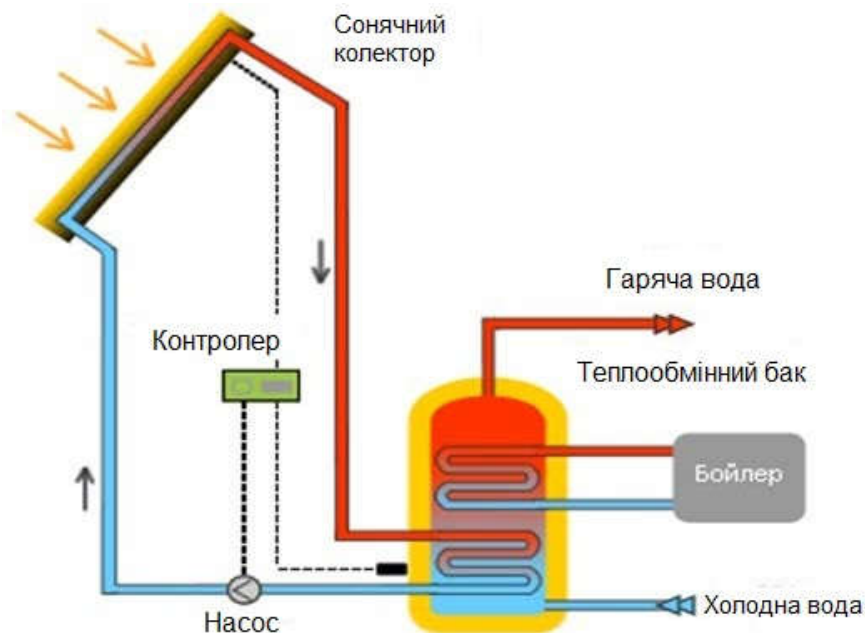


Рис. 2. Апаратна складова системи теплопостачання на сонячній енергії

Від ефективності роботи сонячного колектора в значній мірі залежить ефективність роботи всієї системи, оскільки, чим більше сонячної енергії поглине геліоколектор і чим менше її втратить, тим ефективніше буде працювати система. Найбільш ефективний колектор в південному регіоні

України влітку при гарній сонячній погоді, але може з успіхом працювати і в сонячні зимові дні. Наприклад, ККД вакуумних колекторів в середньому становить 65-70%. При цьому слід враховувати, що вакуумний колектор поглинає не тільки прямі, але і розсіяні сонячні промені, і з успіхом працює навіть при негативних температурах зовнішнього повітря.

Існує кілька різновидів комплексів з альтернативними джерелами енергії, які використовуються для організації гарячого водопостачання. Після аналізу об'єкта дослідження та його діючої системи гарячого водопостачання раціональним і ефективнішим є вибір вакуумного сонячного колектора ATMOSFERA СВК-NANO 30 трубок, сертифікованого в Україні. У моделі використовуються високопродуктивні вакуумні труби 3-hi solar з системою heatpipe (діаметр конденсатора 14мм).

Колектор СВК-Nano ефективний для застосування в цілорічному режимі. ККД колектора - до 92%. Володіє стійкою продуктивністю в похмуру погоду. Алюмінієва рама колектора дозволяє зменшити навантаження на несучі конструкції покрівлі. Конструкція рами розрахована на установку колектора на похилу поверхню. Термоізоляція теплообмінника 45 мм.

Для апаратно-програмного комплексу були проведені розрахунки параметрів вакуумних сонячних колекторів, а саме навантаження гарячого водопостачання для кожного місяця, теплопродуктивності сонячного колектора, об'єму бака-акумулятора та його вибір.

Оптимальний варіант параметрів системи гарячого (побутового) водопостачання був розрахований у відповідності моделі теплового балансу системи сонячного теплопостачання на основі комп'ютерного моделювання технічних систем за допомогою табличного процесора Excel та системи Matlab.

Комп'ютерне моделювання виконується способом табулювання функцій у Excel та побудови 3D-графіків у системі Matlab за трьома етапами: на першому етапі створено табличну модель лінійного програмування; на другому етапі досліджено показники моделі, що залежать від кута нахилу установки сонячних колекторів Одеської області; на третьому етапі на основі символічної моделі лінійного програмування створюється її уявлення у табличному процесорі Excel.

На основі отриманих даних геліосистеми у системі Matlab створено каркасну модель в 3D двовимірної функції з використанням координатної сітки, де у просторі (x,y,z) по осях ox/oz відображено відліки, що відповідає послідовності місяців у поточному році, а по осі oy – часовий кут заходу/сходу Сонця на похилій поверхні, що впливають на показники середньомісячної величини коефіцієнту перерахунку прямого випромінювання з горизонтальної на поверхню під нахилом.

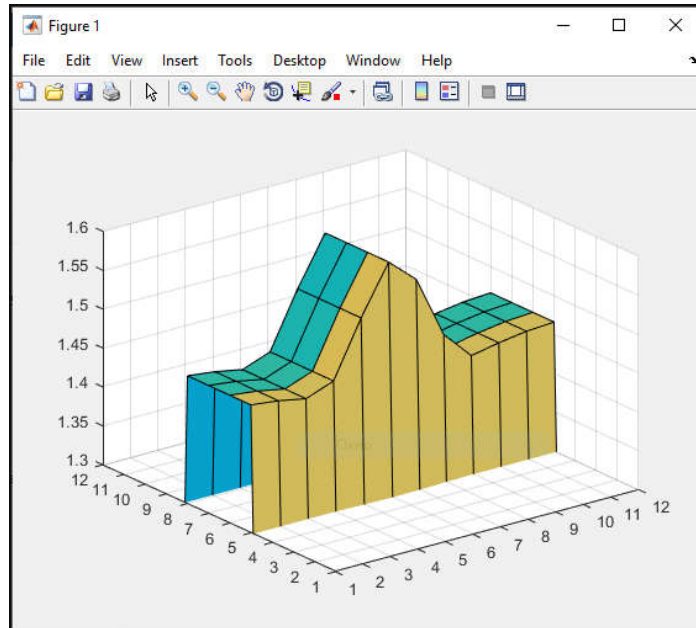


Рис. 3. Модель відношення середньомісячних денних кількостей сонячної радіації, що надходять на поверхню під нахилом та горизонтальну поверхню по місяцях року.

Висновки. Показники середньомісячної величини коефіцієнту перерахунку прямого випромінювання з горизонтальної на поверхню під нахилом залежать від кута нахилу установки сонячних колекторів. За розрахунками найбільші величини в Одеській області відповідають весняно-літньому періоду, а саме 5-8 місяці поточного року.

Література

1. Ратушняк Г.С. Енергозбереження та експлуатація систем теплопостачання: Навч. посіб. Г.С. Ратушняк, Г.С. Попова – Вінниця: ВДГУ, 2002. – 120с.
2. Солнечная энергетика лидирует по количеству новых патентов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.elshm.ru/news/130/>.
3. Іванова Л.В. Програмно-апаратний комплекс системи теплопостачання на сонячній енергії/ Л.В. Іванова, Н.В. Краснієнко, Ю.Є Суліма // Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції «ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ І АВТОМАТИЗАЦІЯ – 2019» 17-18 жовтня 2019 р.

Суліма Ю.Є., викладач (ОТК ОНАХТ, м. Одеса)

Краснієнко Н.В., викладач (ОТК ОНАХТ, м. Одеса)

Слюсаренко В.Ю., студент (ОТК ОНАХТ, м. Одеса)

КОМП'ЮТЕРНА МОДЕЛЬ ГЕЛІОСИСТЕМИ ДЛЯ ПОБУТОВОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ У ТАБЛИЧНОМУ ПРОЦЕСОРІ EXCEL

Збільшення використання енергії з відновлюваних джерел та альтернативних видів палива вважається важливою частиною стратегії України

щодо збереження традиційних паливно-енергетичних ресурсів та скорочення пов'язаного з ними негативного впливу на навколишнє середовище. Прийнятий Закон України «Про альтернативні джерела енергії» визначає правові, соціальні, економічні, екологічні та організаційні засади використання альтернативних джерел енергії, а також стимулювання збільшення їхнього використання [1].

Метою роботи є дослідження можливості використання сонячної енергії в системі гарячого водопостачання на прикладі гуртожитку Одеського технічного коледжу Одеської національної академії харчових технологій [2].

Розглянемо результати моделювання геліосистеми у табличному процесорі Excel на основі символічної моделі лінійного програмування для системи побутового теплопостачання студентського гуртожитку Одеського технічного коледжу ОНАХТ.

Система сонячного нагріву води для побутових потреб планується в Одеському технічному коледжі, який розташований на широті 46,47 пн.ш. Система має забезпечити потреби $N=38$ споживачів, кожен з яких щоденно використовує $V=30$ літрів гарячої води при температурі $T_{г.в.}=55^{\circ}\text{C}$. Температура холодної води в системі водопостачання м. Одеса $T_{х.в.}=10^{\circ}\text{C}$. Колектори встановлюються під кутом 45° до горизонту та орієнтовані на південь. Об'єм води у баку-акумуляторі $V_{б.а.}=300$ літрів.

Для розрахунку теплопродуктивності сонячного колектора потрібно визначити середньомісячну денну кількість сонячної енергії, МДж/(м^2 /добу), яка надходить на поверхню колектора, визначається за формулою

$$E_k = E \cdot R \quad (1)$$

де E – середньомісячна кількість сумарної сонячної радіації на горизонтальну поверхню, R – відношення середньомісячних денних кількостей сонячної радіації, що надходять на поверхню під нахилом та горизонтальну поверхню.

$$R = \left(1 - \frac{E_d}{E}\right) \cdot R_n + \frac{1+\cos\beta}{2} \cdot \frac{E_d}{E} + \rho \cdot \frac{1-\cos\beta}{2} \quad (2)$$

де E_d – середньомісячна денна кількість сонячної енергії, яка розсіюється (дифузна), що надходить на горизонтальну поверхню, МДж/(м^2 ·добу), R_n – коефіцієнт перерахунку прямого випромінювання з горизонтальної на поверхню під нахилом, β – кут нахилу колектора до горизонту, град.; ρ – коефіцієнт відбивання для поверхні землі, влітку дорівнює 0,2, а взимку при наявності снігу – 0,7.

Середньомісячна величина коефіцієнту визначається за формулою

$$R_n = \frac{\cos(\varphi-\beta) \cdot \cos\delta \cdot \sin\omega'_3 + \frac{\pi}{180} \omega'_3 \cdot \sin(\varphi-\beta) \cdot \sin\delta}{\cos\varphi \cdot \cos\delta \cdot \sin\omega_3 + \sin\varphi \cdot \sin\delta \cdot \frac{\pi}{180} \omega_3} \quad (3)$$

де φ – широта місцевості, град.; δ – схилення Сонця, град.; ω_3 та ω'_3 – часовий кут заходу Сонця на горизонтальній та схилених поверхнях, град.

Кут схилення Сонця в кожний день n дорівнює

$$\delta = 23,45 \cdot \sin \left(360 \cdot \frac{284+n}{365} \right) \quad (4)$$

Навантаження гарячого водопостачання визначаємо за формулою:

$$L_{гв} = M \cdot N \cdot 1000 \cdot (T_{сер} - T_{хол}) \cdot \rho \cdot C_p \quad (5)$$

де M – число днів місяця, N – кількість людей – 38, $T_{сер}$ – середня температура гарячої води – 55°C , $T_{хол}$ – температура холодної води – 10°C , ρ – щільність води – 1 кг/л, C_p – теплоємність – 4190 Дж/кг·К.

Кількість теплоти, що надходить з теплоприймача на 1 сонячного колектора визначаємо за формулою:

$$Q_{кор} = F'_R \cdot [E_k \cdot (\tau\alpha) - U_L \cdot (T_T - T_a)] \quad (6)$$

де $Q_{кор}$ – корисна теплова потужність сонячного колектора, Вт/м², E_k – щільність потоку сумарної сонячної радіації в площині колектора, кВт/(м²·день), τ – пропускна здатність прозорої ізоляції, α – поглинаюча здатність панелі колектора, U_L – загальний коефіцієнт теплових втрат, Вт/(м²·К), T_T – середня температура теплоносія в колекторі К, T_a – температура навколишнього повітря К, F'_R – коефіцієнт ефективності поглинаючої панелі, що враховує ту обставину, що середня температура панелі завжди вище середньої температури рідини.

Розрахунок ведеться для ATMOSFERA СВК-NANO (30 трубок), з наступними характеристиками:

- коефіцієнт ефективності поглинаючої панелі $F'_R = 0,77$;
- загальний коефіцієнт теплових втрат $U_L = 0,8$ Вт/(м²·К);
- $(\tau\alpha) = 1,08$;
- середня температура теплоносія в колекторі $T_T = 328$ К.

Потрібну площу колекторів A (м²) вибираємо по ясному дню найтеплішого місяця року (серпень):

$$A = V_{в.г.} / Q_{доб.} \quad (7)$$

де $V_{в.г.}$ – добова витрата гарячої води, л.; $Q_{доб.}$ – добова продуктивність 1 м² сонячного колектора, яка визначається за формулою, л/м²·добу:

$$Q_{доб.} = \frac{Q_{кор}}{m \cdot c \cdot (T_{сер} - T_{хол})} \quad (8)$$

де, $Q_{кор}$ – кількість корисного тепла, що виробляється колектором, кВт·год; m – питома вага води, кг/л.; $m = 1$ кг/л.; c – теплоємність води, кВт·ч/ м²·°С; $c = 0,001$ кВт·ч/ м²·°С; $T_{сер}$ – середня температура гарячої води – 55°C , $T_{хол}$ – температура холодної води – 10°C .

$$Q_{доб.} = 4752/1 \cdot 0,001 \cdot (55 - 10) = 105,6 \text{ (л/м}^2\text{·добу)}$$

Потрібна площа сонячного колектора

$$A = 1710/11,63 = 16,2 \text{ м}^2$$

Кількість вакуумних колекторів

$$K_{ск} = A/S_{абсорб.} \quad (9)$$

де $S_{абсорб.}$ – площа абсорбера, визначена в технічних характеристиках СК – 2,41 м².

Таблиця 1. Результати розрахунку параметрів моделі

1	A	B	C	D	F	H	J	L	N	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
2	п/н місяця	Місяць	Середня температура зовнішнього повітря	Середньомісячні надходження сумарної сонячної радіації на горизонтальну поверхню	Середньомісячні надходження дифузної сонячної радіації на горизонтальну поверхню	Кількість днів у місяці	δ Схилення Сонця	ω ² Часовий кут заходу (сходу) Сонця на горизонтальній поверхні	ω ² Часовий кут заходу (сходу) Сонця на нахилній поверхні	Відношення середньомісячних денних кількостей сонячної радіації, що надходить на поверхню під нахилом та горизонтальну поверхню	Коефіцієнт перерахунку прямого випромінювання з горизонтальної на поверхню під нахилом, Rp	Середньомісячна денна кількість сонячної енергії, яка надходить на поверхню колектора, який розташований під нахилом, Ek	Навантаження гарячого водопостачання, L _{гр}	Температура навколишнього середовища	Кількість теплоти, що надходить з теплоприймача на 1м2 сонячного колектора	Добова продуктивність 1 м2 сонячного колектора	Потрібна площа сонячних колекторів, A	Кількість вакуумних колекторів	
3		Тн, °С	Е, МДж/(м ² *добу)	Ед, МДж/(м ² *добу)	М	градуси	градуси	градуси	R	Rp	Ek, МДж	кВт*ч/м ²	L _{гр} , МДж	Тв, К	Q _{коп} , Вт*год	Q _{доб} , л/м ² *добу	A, м ²	K	
4	1	Січень	-2,6	3,78	2,7	31	-21,27	65,81	65,81	1,48	2,96	5,61	1,56	222,11	270,4	1261	28,0	61,0	26
5	2	Лютий	-1,9	5,96	3,87	28	-13,62	75,22	75,22	1,36	2,20	8,08	2,24	200,62	271,1	1831	40,7	42,0	18
6	3	Березень	2,2	10,93	5,94	31	-2,42	87,45	87,45	1,20	1,55	13,15	3,65	222,11	275	3005	66,8	25,6	11
7	4	Квітень	8,9	16,82	7,64	30	9,41	100,05	90,24	1,04	1,13	17,42	4,84	214,95	281,9	3995	88,8	19,3	8
8	5	Травень	15,8	21,73	8,5	31	19,03	111,29	90,51	0,91	0,90	19,79	5,50	222,11	288,8	4546	101,0	16,9	8
9	6	Червень	20,2	24,05	8,48	30	23,31	116,98	90,63	0,86	0,81	20,59	5,72	214,95	293,2	4736	105,2	16,2	7
10	7	Липень	22,8	23,08	7,83	31	21,35	114,30	90,57	0,88	0,85	20,34	5,65	222,11	295,8	4678	104,0	16,4	7
11	8	Серпень	21,9	20,65	6,61	31	13,45	104,59	90,35	1,00	1,03	20,66	5,74	222,11	294,9	4752	105,6	16,2	7
12	9	Вересень	17,1	15,57	5,42	30	2,22	92,34	90,06	1,22	1,37	18,94	5,26	214,95	290,1	4382	96,7	17,7	8
13	10	Жовтень	11,4	9,18	4,59	31	-9,97	79,34	79,34	1,43	1,95	13,14	3,65	222,11	284,4	3009	66,9	25,6	11
14	11	Листопад	5	4,17	2,64	30	-19,15	68,56	68,56	1,56	2,71	6,52	1,81	214,95	278	1475	32,8	52,2	22
15	12	Грудень	0,1	3,24	2,29	31	-23,37	62,94	62,94	1,58	3,26	5,15	1,43	222,11	273,1	1156	25,7	66,6	28
17																			
18	Вихідні дані для розрахунку																		
19	тип СК - вакуумний, СВК-NANO (30 трубок)																		
20	Широта розташування об'єкта																		
21	Кількість споживачів																		
22	Потреби одного користувача																		
23	Кут встановлення колекторів																		
24	Об'єм води у баку-акумуляторі																		
25	Коефіцієнт відбивання для поверхні землі																		
26	Площа абсорбера																		
27	Коефіцієнт ефективності поглинаючої поверхні																		
28	Загальний коефіцієнт теплових втрат																		
29	α (α – пропускна здатність прозорої ізоляції, α - поглинаюча здатність панелі колектора)																		
30	Середня температура теплоносія в колекторі																		
31	Теплоємність води																		
32	Середня температура холодної води																		
33	Середня температура гарячої води																		
34	Щільність води																		
35	Сумарний обсяг ємнісного нагрівача																		
37	константи																		

Висновки. Таким чином за результатами дослідження розраховано в табличному процесорі Excel оптимальні варіанти кількості вакуумних сонячних колекторів на об'єкті впровадження, що істотно відрізняються за порами року. Варіант «ніж більше, тим краще» в даному випадку не підходить, тому що влітку потрібно скидати невитрачену гарячу воду в каналізацію. З огляду на нерівномірність використання гарячої води в гуртожитку по місяцях ми рекомендуємо 8 геліосистем ATMOSFERA СВК-NANO 30 продуктивністю 300 літр/добу.

Література

1. Закон України «Про альтернативні джерела енергії» (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2003, № 24, ст.155)
2. Іванова Л.В. Програмно-апаратний комплекс системи теплопостачання на сонячній енергії/ Л.В.Іванова, Н.В.Краснієнко, Ю.Є Суліма //Матеріали XII Міжнародної

Черненко А.О., студент (ОНАХТ, м.Одеса)

Беркань І.В., викладач-методист (ОТК ОНАХТ, м.Одеса)

ТЕОРЕТИЧНЕ СТВОРЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ПРИВАТНОГО БУДИНКУ

Одне з найпоширеніших питань в Україні це питання енергетики та її ефективного використання. Чомусь до недавнього часу це питання не мало достатнього впливу на людей, але коли ціни на різні види палива зросли, вартість опалення та електроенергії також зросла, народ почав задумуватись над тим як удосконалити, чи переробити системи опалення та споживання електроенергії. В мене також появились такі думки й саме це спонукало створити роботу в якій буде приклад часткового розв'язання деяких проблем енергетики в Україні.

У своїй роботі я приведу концепт приватного “розумного” будинку який буде ефективно опалюватись при мінімальних втратах теплоти та матиме додаткове джерело альтернативної електроенергії.

С початку визначимо параметри та умовності по якій я робив свою роботу. По-перше, місцевість я обрав в Північно-східній території Одеської області, в не активній тектонічній зоні, та без водойма поблизу. Будинок я обрав одноповерховий побудований с такого матеріалу як черепашник. В межах цієї роботи я не став виділяти якийсь бюджет, тому що основна мета роботи це донести до звичайних людей приклад енергоефективного будинку.

Перше що потрібно обрати це тепловий насос. Тепловий насос дуже добре повністю чи частково замінює опалення будинку (замість теплового насосу можливо використати електрокотел). Також в теплий період часу тепловий насос буде виконувати роль кондиціонера.

Нині є 4 види теплових насосів:

- Грунт-Вода
- Вода-Вода
- Повітря-Вода
- Повітря-Повітря

Тип вода-вода нам не підходить тому що у нас немає водоймів поблизу. Через те, що у нас є великий запас території я вирішив взяти тип Грунт-Вода бо він є найбільш ефективним. Цей тип теплових насосів також поділяється на два типи

- ґрунтовий колектор (горизонтальний) являє собою довгу трубу, горизонтально прокладену під шаром ґрунту;

- ґрунтові зонди (вертикальні колектори) - це системи довгих труб, що опускаються в глибоку свердловину (50-150 м). Тут потрібно зовсім небагато території, зате потрібні дорогі бурильні роботи.

Завдяки перенесенню тепла в будинок ефективність роботи такого обладнання в рази вище. Вона становить не 70-98%, а 300-500%. Існує навіть спеціальний коефіцієнт COP, який показує, наскільки хороший тепловий насос. COP рівний 5 означає, що з 1 кВт електрики тепловий насос зробить 5 кВт тепла.

У мене є велика кількість території, тому я обрав ТН горизонтального типу, якщо місця було б менше потрібно було використовувати вертикального типу.

Тепловий насос як і кондиціонер має 2 основних блоків: зовнішній та внутрішній. Внутрішній блок я вирішив взяти каналного типу, його плюси в тому що з цим блоком використовується система повітроводів, і завдяки цьому можна контролювати мікроклімат по всьому будинку, а сам внутрішній блок можна встановити на горищі, тим самим ми не будемо забирати корисний простір будинку. Для керування буде встановлено провідні пульти, а також бездротове керування через додаток в смартфоні завдяки Wi-Fi або Internet.

На мою думку, опалення батарейного типу застаріле, тому замість такого опалення краще встановити теплу підлогу водного типу, а також завдяки тепловому насосу буде нагріватися вода яку можна використовувати. Звісно тепла-підлога дорожче, але економія буде більшою також за рахунок теплого повітря яке буде надходити с каналного внутрішнього блоку.

Для економії тепла рекомендовано встановити повітряний рекуператор з калорифером. Принцип роботи рекуператора полягає в тому що два потоки повітря, зовнішній та внутрішній, зустрічаються, але завдяки конструкції рекуператора не змішуються, завдяки цьому відбувається теплообмін, в якому тепле повітря з будинку нагріває повітря з вулиці, також повітря з вулиці буде додатково нагріватися завдяки калориферу (нагрівачу повітря). Вигідно встановити рекуператор з електронагрівачем тим, що вони будуть створювати корисне навантаження на внутрішній блок теплового насоса.

Доцільно утеплити стіни будинку спеціальним пінопластом, завдяки утепленню стін теплообмін між вулицею та будинком значно зменшиться, що у свою чергу позитивно впливає на збереження теплоти не лише в холодну погоду, а й в теплу.

Активне використання електроенергії всіма нашими системами опалення та кондиціонування будуть призводити до зростання витрат на електроенергію, тому щоб знизити ці витрати потрібно використати альтернативну електроенергію.

В цій місцевості доцільно використовувати сонячну та вітрову енергію. Вітрова енергія поки що не дуже ефективна та дорога, тому краще використовувати сонячну. На разі сонячна енергія найбільш популярна у 2 типах її використання, перший це використання сонячної енергії для створення електроенергії, другий вид це використання сонця для нагріву спеціальних матеріалів чи води.

- сонячна батарея — об'єднання фотоелектричних перетворювачів (фотоелементів) - напівпровідникових пристроїв, які прямо перетворюють сонячну енергію в постійний електричний струм.

- сонячний колектор — пристрій для збору теплової енергії Сонця, яку переносять видимим світлом і ближнім інфрачервоним випромінюванням. На відміну від сонячних батарей, які виробляють безпосередньо електрику, сонячний колектор виробляє нагрів матеріалу - теплоносія.

Використовуючи сонячний колектор появляється можливість нагріву води, що у свою чергу зменшить навантаження на тепловий насос. Використовування сонячних батарей не замінить повноцінне електропостачання будинку, тому доцільно перенести такі пристрої як рекуператор з калорифером, освітлення, систему розумного будинку на живлення сонячною енергією.

Для контролю над цими пристроями буде використовуватись система розумного будинку. Буде правильним користування такої системи тому що у нас є постійне джерело електроенергії тобто різні види збоїв близько до нуля, також майже повністю вилучається людський фактор, неточності, не ефективні параметри для кліматичних систем, та систем електроенергії. Функції розумного будинку будуть оптимально підбиратися різними датчиками, сканерами, та іншими приладами. На ринку є багато різних систем розумних будинків, але в наш випадок дещо не стандартний і тому кращим варіантом буде розробка своєї системи розумного будинку яку ми зможемо налаштувати під себе. Краще всього зробити таку систему на основі плати Arduino, тому що для неї є велика кількість різних модулів, сканерів, датчиків процесорів та іншого, а з програмуванням такої системи впорається навіть школяр.

По-перше після монтажу всіх пристроїв потрібно встановити для всіх вузлів нашого розумного будинку свій автомат електроживлення. Додатково можна встановити керування електроприладами методом WiFi завдяки модулям в Arduino, також потрібно буде встановити оптимальні параметри клімату в будинку, оптимальну температуру води, параметри напруги та інше.

Оптимальна температура в житлових приміщеннях повинна триматися в районі +20/+22 °C тепла, при відносній вологості повітря менш як 45-55%. Температура води в системі. Оптимальна температура води для теплих полів 45 °C.

Зазначу що всі ці пристрої, установки та обладнання виробляється вітчизняними підприємствами, та дешевше та інколи ефективніші чим аналогічні імпорتنі. Тому використання систем вироблених в Україні не лише підтримає українського виробника, але й буде ефективнішим чим купівля імпортних аналогів. Наприклад, виробники теплових насосів NIBE чи виробник сонячних панелей “КС СОЛАР”, і таких компаній безліч.

Сподіваюсь моя робота вас зацікавила, і в наступному році я приведу уже точні підрахунки, я в яких буде приведення КПД всього цього проект, та можливо якісь зміни та інші рішення.

Література

1. Морозюк Т.В. Теория холодильных машин и тепловых насосов.- Одесса: Студия «Негоциант», 2006.-712 с. (с приложениями)
2. Холодильные машины. Учебное издание. Под общей редакцией Л.С. Тимофеевского. Из-во «Политехника».-Санкт-Петербург, 1997
3. В. Маакс Г.-Ю.Эккерт Ж.-Л. Кашпен Учебник по холодильной технике. Москва, 1998 (перевод с французского)
4. Єдині будівельні норми України ДБН В. 2.5.-67, 2013

Хоцяновский С.Ю., студент (ОНАПТ, г.Одесса)

Беркань И.В., зам. директора по ПР (ОТК ОНАПТ, г.Одесса)

ТЕПЛОВОЙ НАСОС, КАК АЛЬТЕРНАТИВА ТРАДИЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОБОГРЕВА ПОМЕЩЕНИЯ

Вопрос эффективности отопительного оборудования остро стоит в зимнее время года. С годами коэффициент полезного действия газового котла значительно понижается. А рост стоимости газа заставляет искать другие источники тепла для отопления помещения.

Комиссия спец дисциплин холодильного цикла Одесского технического колледжа предложила провести эксперимент на базе двух учебных аудиторий второго корпуса: 105 с тепловым насосом воздух-воздух и 215 с традиционной батарейной системой отопления.

Эту роль выполнил кондиционер марки DXK12Z5-S Mitsubishi Heavy Industries с двумя внутренними блоками.

И так цель эксперимента доказать конкурентоспособность теплового насоса для отопления помещения традиционной батарейной системой отопления в условиях высоких цен на газ.

Все отопительные батареи в аудитории 105 были плотно теплоизолированы. За 30 минут до начала учебных занятий тепловой насос включался в работу и поднимал температуру воздуха внутри помещения до 20 °С, поддерживая ее на протяжении 6 часов.

Тепловой насос был подключен к электросети через счетчик электроэнергии, в это же время снимались параметры расхода газа в котельном цеху: температура теплоносителя на входе, и выходе из котла, давление воды на насосе. Зная характеристики насоса, был произведен точный расход воды по коллекторам. На втором этаже над 105 аудитории находится аудитория 215 с такими же геометрическими размерами и строительными характеристиками (количество окон, площадь остекления, стен, пола, потолка, одинаковое количество посадочных мест). Температура теплоносителя в отопительных батареях $\sim 50^\circ\text{C}$, Температура в помещении = 15°C .

Данные для сравнения работы двух систем собирались в течение двух месяцев, по окончании сбора данных были произведены следующие расчеты:

1) расчет теплотворной способности котла: $92,18 \text{ кВт}$

Рассчитываем количество теплоты от четырех батарей водяного отопления в аудитории 215: $0,9 \text{ кВт}$

2) высчитан удельный расход газа на обогрев аудитории 215:

$50,4 \times 10^{-4} \text{ грн/секунду}$

3) рассчитан расход электроэнергии в секунду на обогрев аудитории 105 тепловым насосом:

$1,5 \times 10^{-4} \text{ грн/секунду}$

Сравниваем затраты на производство 1 кВт теплоты с помощью природного газа и с помощью теплового насоса:

$50,4 \times 10^{-4} \text{ грн/секунду} \gg 1,5 \times 10^{-4} \text{ грн/секунду}$

4) проверено выполнение условия комфортности в аудитории 105 и 215;

Допустимый максимум температуры поверхности батареи отопления:

$$t_{\text{бам}} = 50^\circ\text{C}$$

Допустимый минимум температуры поверхности окна :

$$t_{\text{ок}}^{\text{дон}} = 8^\circ\text{C}$$

5) рассчитан допустимый интервал радиационной температуры соответствующий первому условию комфортности:

$$t_r = 17,6 \pm 1,5^\circ\text{C}$$

Выводы

1. При стоимости газа 8500 грн. за 1000 м^3 и стоимости электрической энергии 2,5 грн за 1 кВт, на обогрев помещения тепловым насосом до температуры 20°C затрачено в 40 раз меньше финансов, чем при традиционном водяном отоплении.

2. В аудитории 105 поддерживалась та температура, которая соответствовала первому и второму условию комфортности, а радиационная температура по расчету находилась в верхнем приделе $+20^\circ\text{C}$. В этот момент в аудитории 215 также соблюдались условия комфортности, однако радиационная температура находилась в нижнем расчетном пределе $+15^\circ\text{C}$.

В результате эксперимента проявились также недостатки обогрева помещения тепловым насосом. При выключении теплового насоса в аудитории 105 температура в помещении понижалась ниже 10°C , что выражалось в виде выпадения конденсата на окнах, стенах и соответственно негативно сказывалась на строительных конструкциях. В работу теплового насоса были внесены корректировки, позволяющие контролировать понижение температуры воздуха в помещении в пределах выше точки россы в оставшийся период времени до следующих занятий. Чтобы влага не накапливалась в строительных конструкциях, замерзая не разрушала, их было принято техническое решение запрограммировать тепловой насос на режим осушения внутреннего воздуха и удаления скопившейся влаги, что сказалось на расходе электроэнергии и себестоимость теплоты увеличилась в 4 раза. В результате затраты на получение теплоты тепловым насосом в 10 раз меньше чем затраты на производство такого же количества теплоты при использовании традиционной системы отопления.

Таким образом при затратах в десять раз меньше тепловой насос дает возможность в минимальные сроки изменять состояние воздуха в помещении до комфортных величин $t = 20^{\circ}\text{C}$ и $\varphi = 50\%$ относительной влажности.

Литература

1. Малявина Е. Г. Теплотери здания: справочное пособие / Е. Г. Малявина. — М.: АВОК-ПРЕСС, 2007. - 144 с. — 2 000 экз. - ISBN 978-5-98267-030-4
2. Аверкин А.Г. Примеры и задачи по курсу «Кондиционирование воздуха и холодоснабжение»: Учеб. Пособие.- 2 –е изд., испр. И доп. – М.: Издательство АСВ, 2003, - 126 с.
3. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Теоретические основы создания микроклимата здания: Уч. Пособие/ Полушкин В.И., Русак О.Н., Бурцев С.И. и др. – СПб: Профессия. 2002. -176 с. цв.вкл.
4. Державні будівельні норми України Опалення, вентиляція та кондионування, ДБНУ В.2.5-6.7:2013

Яроленко О.С., магістрант (ВНАУ, м. Вінниця)

ІННОВАЦІЙНІ ЗГУЩЕНІ МОЛОЧНІ ПРОДУКТИ

Згущені молочні консерви (ЗМК) з цукром – це висококалорійні молочні продукти, серед яких найбільшим попитом користується молоко незбиране згущене з цукром, калорійність якого становить 328 ккал на 100 г, з яких 222,7 ккал забезпечуються вуглеводами, 76,5 ккал – жирами, 28,8 ккал – білками.

Класичний асортимент ЗМК з цукром представлений такими продуктами: молоко незбиране згущене з цукром, нежирне молоко згущене з цукром, вершки згущені з цукром, молоко незбиране згущене з цукром та ка-

као, молоко незбиране згущене з цукром і кавою та інші. Загальний аналіз споживчого ринку згущених молочних консервів з цукром в Україні та світі доводить, що представлений асортимент консервів не відображає сучасні потреби і вимоги споживачів XXI століття.

Порівняно з українським, російський ринок має ширший асортиментний ряд згущених молочних консервів з наповнювачам, серед яких свіжі фрукти, ягоди, горіхи (фундук, арахіс, кокос, мигдаль), фруктовো-ягідні наповнювачі (джеми, конфітюри, варення). Проте термін зберігання таких продуктів становить 6...8 місяців, що обумовлено неналежним консервувальним ефектом в ЗМК і недостатньо вивченим процесом кристалоутворення.

Тому розробникам нових видів консервів необхідно дотримуватись основних постулатів сучасних концепцій харчування: збалансованість раціону харчування за співвідношенням у ньому вмісту білків, жирів, вуглеводів; розроблення продуктів з зменшеною кількістю цукру та без цукру, без жиру або із зменшеною кількістю жиру, з статусом «функціональний харчовий продукт»; зниження калорійності; оптимальна збалансованість добового раціону відповідно до особливостей обміну речовин та механізмів травлення; необхідність повного забезпечення потреб організму не тільки в енергії, але і в макро- і мікронутрієнтах.

Продукти, виготовлені з додаванням сировини рослинного походження, відрізняються високою харчовою та біологічною цінністю, тому що містять білки, органічні кислоти, мікроелементи, вітаміни, солі заліза, фосфор, кальцій, магній, які входять до складу органічних сполук і легко засвоюються організмом.

Введення рослинних компонентів до складу молочних консервів, зокрема ЗМК з цукром, сприятиме підвищенню їх біологічної цінності. Основним джерелом таких речовин є саме рослинна сировина.

Слід відмітити, що введення концентрованої плодово-ягідної сировини забезпечує економію молочної сировини та цукрової. Останнє досягається за рахунок вуглеводів (сахарози, фруктози, глюкози) у плодово-ягідних сироплах.

Використання плодово-ягідних наповнювачів у технології ЗМК з цукром дозволить більш інтенсивно розвиватися галузі у зв'язку з розширенням асортименту продукції. Адже цей напрямок відповідатиме науково-технологічному процесу створення нових харчових продуктів, в основі якого лежать три принципи: 1) виключення або часткове зменшення будь-якого компонента у складі продукту, наприклад лактози з продуктів, призначених для людей з непереносимістю молочного цукру; 2) принцип збагачення (якщо не вистачає якогось харчового нутрієнта, продукт можна ним збагатити); 3) часткова або повна заміна, при якій замість одного вилученого компонента вводиться інший, що має більше корисних властивостей.

Узагальнюючи органолептичну оцінку, проведену нами, встановлено, що у технології згущених молочних консервів з цукром доцільно використовувати такі плодово-ягідні наповнювачі, як джеми (табл.1) та плодово-ягідні концентровані сиропи. За критерієм доступності сировини ми використовували джеми та концентровані плодово-ягідні сиропи вітчизняного виробництва, а саме від виробника ТОВ «Агрона фрукт» місто Вінниця. Перевагами їх використання є звична для споживачів смакова гама, нижча закупівельна собівартість плодово-ягідної сировини порівняно з сировиною з-за кордону і невисокі транспортно-матеріальні витрати. Введення концентрованих плодово-ягідних сиропів до складу згущених молочних консервів забезпечує економію цукрової складової та зменшить показник глікемічності, а також покращить збалансованість за вмістом вітамінів та мінеральних речовин.

Таблиця 1 – Органолептичні показники ЗМК з цукром та джемом

Назва показника	Характеристика ЗМК з цукром і джемом полуниці
Смак і запах	Характерний смак і аромат згущеного молока з вираженим присмаком полуниці
Консистенція	Однорідна
Колір	Рожево-малиновий, рівномірний у всій масі
Зовнішній вигляд	Глянцева, рівна, чиста поверхня

Як недолік таких запропонованих технологій вважаємо дещо менший термін зберігання, але це питання потрібно ще дослідити і обґрунтувати в наступних дослідженнях.

Узагальнюючи наведену вище інформацію, слід сказати, що висока біологічна і поживна цінності плодів та ягід, різноманіття їх смакових характеристик, географічна та цінова доступність, доводять перспективи їх використання у технології згущених молочних консервів з цукром з метою їх збагачення вітамінами та мінеральними речовинами; поєднання різних видів вуглеводів задля зниження глікемічності; розвитку інноваційних концепцій збалансованого харчування у молочноконсервній галузі.

Аналіз розвитку молочноконсервної галузі вказує на те, що вона потребує нових наукових розробок, які б задовольняли попит сучасних споживачів. Зацікавленість людей у здоровому та збалансованому харчуванні повинна спонукати молочноконсервні підприємства до виробничої діяльності у напрямку корегування хімічного складу ЗМК з метою покращення їх якості відповідно до концепцій харчування.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ І ЕКОЛОГІЧНИЙ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ І МОНІТОРИНГ

<i>Бурдо О.Г.</i> Потенціал агробізнесу у вирішенні глобальних проблем людства	4
<i>Терзиев С.Г., Мордынський В.П., Войтенко А.К.</i> Энергетический аудит технологий пищевых концентратов	7
<i>Терзиев С.Г., Мордынський В.П., Войтенко А.К.</i> Экологический мониторинг технологий пищевых концентратов	9
<i>Воинова С.А., Воинов А.П.</i> О главенствующем положении природоохранного аспекта в многогранной деятельности человечества	11
<i>Терзиев С.Г., Войтенко А.К.</i> Бизнес перспективы внедрения инновационных проектов в технологии пищевых концентратов	13
<i>Бундюк А.М., Лихащенко К.О.</i> Забезпечення міжнародної конкурентоспроможності підприємства.....	16

СЕКЦІЯ ІІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ

<i>Билека Б.Д.</i> Топливная экономичность комбинированных конгрегационно-теплонасосных установок для теплотехнологий и коммунальной теплоэнергетики	19
<i>Кофанов О.С., Кофанова О.В.</i> Модифікування дизельного моторного палива малими добавками біодизеля	21
<i>Янаков В.П., Lange O.</i> Формирование принципов работы тестомесильных машин и агрегатов	24
<i>Ружицька Н.В., Терземан О.Ф., Акімов О.В.</i> Перспективи інтенсифікації процесів одержання ефірних олій з використанням мікрохвильових технологій	27
<i>Бурдо О.Г., Семков С.В., Мордынський В.П., Акімов А.В.</i> Инновационное оборудование для деалкоголизации вина	29
<i>Гладушняк О.К., Всеволодов О.М.</i> Екологічні та енергетичні проблеми попередньої обробки рослинної сировини	32
<i>Терзієв С.Г., Масельська Я.О.</i> Кінетика процесу демінералізаціх морської води	34
<i>Гончаров Д. С., Ружицька Н.В., Акімов О.В.</i> Аналіз жирнокислотного складу екстрактів та олій кави.....	38

СЕКЦІЯ ІІІ МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЙ

<i>Бурдо О.Г., Гаврилов А.В., Щербач М.</i> Моделирование процессов гидравлики и тепломассопереноса в системах с нано- элементами	40
<i>Зыков А.В., Маренченко Е.И.</i> Инновационные технологии сушки маслосодержащих растительных культур	43
<i>Безбах І. В., Шишов С. В.</i> Моделювання процесів теплообміну в шнековому апараті на базі ротаційного термосифону.....	45
<i>Бурдо О.Г., Сиротюк І.В.</i> Стендові випробування електродинамічного модуля вакуум-випарної установки	48

СЕКЦІЯ ІV ТРИБУНА МОЛОДИХ НАУКОВЦІВ

<i>Пашковський М.М.</i> Застосування піролізу в утилізації сміття	50
<i>Пономарьов К., Коробкіна О.В.</i> Позитивні тенденції у виробництві біогазу в харчовій промисловості України	52
<i>Трішин Ф.А., Трач О.Р., Гаріб'яр Ю.В.</i> Моделювання теплових режимів процесу формування блоку льоду	57
<i>Краснієнко Н.В., Суліма Ю.Є., Столяров В.В.</i> Апаратно-програмний комплекс моделі геліоустановки на сонячних колекторах	58
<i>Суліма Ю.Є., Краснієнко Н.В., Слюсаренко В.Ю.</i> Комп'ютерна модель геліосистеми для побутового теплопостачання у табличному процесорі EXCEL.....	61
<i>Черненко А.О., Беркань І.В.</i> Теоретичне створення енергоефективного приватного будинку	65
<i>Хоцяновский С.Ю., Беркань И.В.</i> Тепловой насос, как альтернатива традиционной системы обогрева помещения	68
<i>Ярмоленко О.С.</i> Інноваційні згущені молочні продукти	70

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ ПІДПРИЄМСТВА

Консалтингова лабораторія

ТЕРМА

(теплотехнології, енергоефективність, ресурсо-ефективність, менеджмент енергетичний, аудит енергетичний)

На ринку консалтингових послуг КЛ «ТЕРМА» з 1997р. Працівники КЛ «ТЕРМА» пройшли підготовку по програмі «TACIS» та отримали відповідні сертифікати. З 1999р. лабораторія має ліцензію (№026) на право проведення енергетичних обстежень підприємств та навчання енергетичному менеджменту.

Напрямок діяльності КЛ «ТЕРМА»: науково – методологічна в сфері енергетичної ефективності, консалтингові послуги з енергетичного аудиту та менеджменту, наукові розробки та принципово нові конструкції енергоефективного обладнання, пропагандистка робота по підвищенню культури споживання енергії при підготовці молодих спеціалістів та серед населення регіону.

Розробки КЛ «ТЕРМА»: концепція Енергетичних програм зернопереробної галузі та Одеського регіону; Програми підвищення енергетичної ефективності міст Одеси та Теплодара; енергетичні обстеження та обґрунтування норм споживання енергії на 91 об'єкті бюджетної сфери Одеського регіону та інш.

КЛ «ТЕРМА» приймала участь в організації та проведенні 6 Міжнародних конференцій «Інноваційні енерготехнології»; 5 регіональних симпозіумах «Енергія. Бізнес. Комфорт»; міського молодіжного форуму «Енергоманія».

КЛ «ТЕРМА» має значний досвід, професійних виконавців, сучасні мобільні прилади для проведення енергетичних досліджень та розробці обґрунтованих енергетичних програм різного рівня

Одеська національна
академія харчових
технологій

консалтингова
лабораторія
ТЕРМА

65039, м. Одеса, вул. Канатна. 112, тел. (048)712-41-75; 712-41-29; 724-86-72;
факс (048)725-31-64; 725-32-84. E-mail nauka@onaft.edu.ua
terma_onaft@ukr.net www.onaft.edu.ua