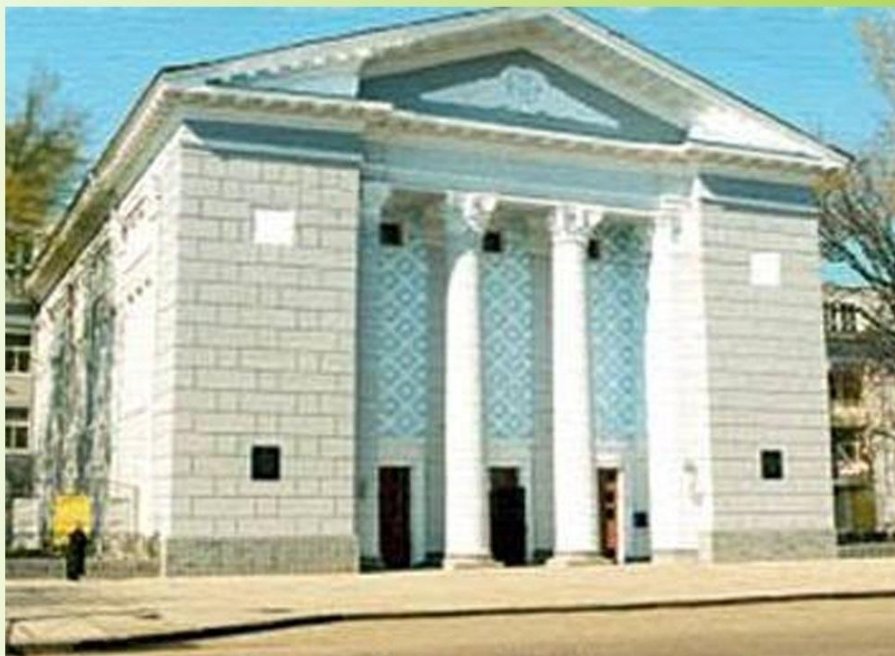




ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ



ЕНЕРГІЯ. БІЗНЕС. КОМФОРТ



**Одеса
2016**

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

Е 61 Енергія. Бізнес. Комфорт: матеріали науково-практичної конференції (1 грудня 2016 р.). – Одеса: ОНАХТ, 2016. –52 с.

У збірнику подано тези доповідей науково-практичної конференції.

Збірник містить тези доповідей по енергетичному та екологічному менеджменту та аудиту (секція 1), по альтернативним джерелам енергії (секція 2), по енергоефективним технологіям та обладнанню (секція 3) та по моделюванню енергоефективних процесів.

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

© Одеська національна академія харчових технологій, 2016

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

ЕНЕРГІЯ. БІЗНЕС. КОМФОРТ.

Матеріали науково-практичної конференції

1 грудня 2016 року

Одеса
2016

СЕКЦІЯ 1. ЕКОЛОГІЧНИЙ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ.

Бурдо О.Г., д.т.н., проф., КЛ «ТЕРМА»

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОБ'ЄМНОГО ПІДВЕДЕННЯ ЕНЕРГІЇ

Серйозною проблемою сучасних випарних апаратів є той факт, що при зневодненні змінюється структура продукту. А це впливає на ефективність теплопередачі в апараті. Між поверхнею теплопередачі в апараті формується приграничний шар продукту (рис.1, а). З часом, конвективний рух рідини послаблюється, а теплопровідність приграничного шару продукту зменшується. Відомі прийоми зменшення товщини приграничного шару (перемішування та т. ін.) не спроможні суттєво інтенсифікувати процес. Щоб запобігти пригоряння продукту обмежуються кінцевою концентрацією.

В мікрохвильовому випарному апараті (МВА) здійснюється об'ємне підведення енергії, приграничний шар взагалі відсутній, енергія якби сама «шукає» рідину (рис.1, б). Все це дає надію подолати проблеми традиційної техніки випаровування, створити перспективні апарати, які суттєво підвищать ефективність процесу випаровування.

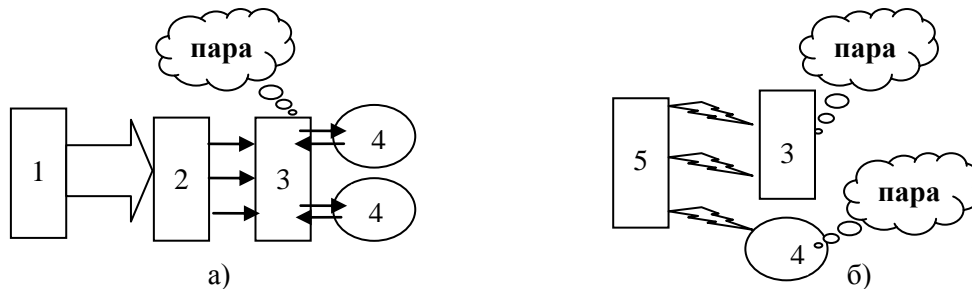


Рис. 1. Поток енергії та пари в випарній установці: а) – традиційна, б) – мікрохвильова; 1 - поверхня ВА; 2 – приграничний шар продукту; 3 – об'єм продукту; 4 – окрема клітка; 5 – мікрохвильовий генератор.

Умовами функціонування МВА є наступні фактори:

- наявність в об'ємі продукту рідини з полярними молекулами;
- відповідність параметрів електромагнітного поля завданню масо переносу, та узгодження структурних характеристик продукту із параметрами електромагнітного поля.

Сформульовані гіпотези доказано експериментально. Досліди проводились на стенді, який включав: мікрохвильову камеру з реактором, блок управління магнетроном з таймером та дискретним регулятором потужності, систему вакуумування з вакуум насосом та зразковим вакуумметром. Пара, що вийшла з реактору, направлялась до конденсатору, з якого конденсат стікав у ємність, розташовану на вагах. Теплота конденсації відводилась холодною водою, температура якої була в межах 4 – 6 °С. Поточні значення температур продукту в ре-

акторі, пари на виході з апарату, холодної води та маси конденсату збиралась апаратно – інформаційним комплексом на базі планшета. Визначався вплив потужності поля, концентрації та виду продукту, тип розчинника на кінетику процесу. Об'єктами досліджень були: гомогенні системи (сік ехінацеї, сік гранату), дисперсні комплекси (шлам кави із спиртом), гетерогенні системи (томатна паста, спиртовий екстракт олії з шламу кави). Досліди проводились в широкому діапазоні зміни параметрів (температур, тиску, потужності).

Специфічний спосіб підведення енергії в МВА потребує пошук нових методів оцінки ефективності таких апаратів. Традиційний для ВА коефіцієнт теплопередачі в МВА втрачає сенс, бо тут взагалі відсутня поверхня. Йдеться про об'ємне підведення енергії. При цьому, досліди показали, що суттєва різниця об'ємів сировини та рідини приводять до різкого зменшення швидкості випаровування. Такий режим був характерним для дисперсної системи: шлам кави (об'єм якого з часом практично не змінювався) та спирту (кількість якого з часом зменшувалась).

Пропонується для оцінки енергетичної ефективності використати підходи, що освоєно в енергетичному менеджменті, де враховуються витрати енергії на одиницю продукту (МДж/кг чи МДж/л и т.п.). Вплив електромагнітного поля оцінюється новим безрозмірним комплексом – числом енергетичної дії (числом V_u), яке показує умови переходу до інтенсивного масоперенесення, до режимів бародифузії. Взагалі, число енергетичної дії характеризує співвідношення витрат енергії інноваційною технологією (Q) та базового варіанта (традиційної технології) $V_u=Q/Q_0$. Для МВА це співвідношення між енергією випромінювання та той енергії, що необхідна для аналогічних процесів в традиційних апаратах.

Висновки. Результати проведених досліджень свідчать, що МВА дозволяє отримувати концентрати з вмістом сухих речовин до 90%. В діапазоні концентрацій до 60% швидкість випаровування практично не змінна. При суттєвому зменшенні долі розчинника в об'ємі сировини швидкість випаровування різко падає.

Терзієв С.Г., к.т.н., **Левтринська Ю.О.** аспірант каф. ПО та ЕМ

Одеська національна академія харчових технологій

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕПЛОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ РОЗЧИННОЇ КАВИ

Розчинна кава займає великий сегмент у ринку харчових концентратів. Сьогодні попит на неї серед Українських споживачів зростає. В умовах ринкової конкуренції з іноземними виробниками розчинної кави важливо виробляти конкурентоспроможний продукт, що пропонує високу якість без підвищення ціни. Досягти цього з використанням традиційних технологій неможливо. Необхідно розвивати та впроваджувати енергоефективні технології виробництва розчинної кави.

Деякі з інноваційних проектів розроблених на кафедрі процесів, обладнання та енергетичного менеджменту було впроваджено на підприємствах ком-

панії «Енні Фудз». Впровадження інноваційних проектів у харчоконцентратне виробництво на основі системного аналізу показало, що відчутна ефективність отримана від впровадження тепломасоутилізатору (ТМУ) (рис. 1) у лінію розчинної кави. Результати стендових випробувань апарата оброблені у вигляді залежностей ККД і числа одиниць переносу від співвідношення повних теплоємностей гарячого й холодного потоків.



ТМУ експлуатується в технології розчинної кави підприємства «Енні Фудз» з 1999 р.

Знижує витрату палива на 10...25 %.

Вилучає з газових викидів від 40 до 90 % пилу продукту.

Складається з 200 термосифонів.

Теплова потужність модуля 0,1...0,5 МВт.

Габаритні розміри: 1650x2000x600.

Рис.1. Впровадження тепломасоутилізатора.

Як показала експлуатація ТМУ – строк його окупності тільки за рахунок скорочення витрати палива не перевищує 1 року. Якщо враховувати ефект від повернення в технологію пилу продукту (цукру, молока, кави), то строк окупності скоротиться, як мінімум, удвічі. Окрім системи ТМУ було також розроблено проект лінії переробки шламу кави.

Ключовим апаратом схеми є МХ-екстрактор, корпус якого виконаний з каскаду резонаторних камер з магнетронами. Дно верхніх камер з'єднується з поверхнею нижніх камер шлюзовими каналами. Через ці канали переміщуються за допомогою домкрата блоки касет із сировиною. Така конструкція забезпечує протитечійний рух екстрагенту та продукту, що дозволяє одночасно обробляти до 20 кг продукту. Ефективність використання сировини у таких апаратах підвищується у 10 разів у порівнянні з методами високотемпературного батарейного екстрагування.

Також розроблено конструкцію мікрохвильового екстрактора олії, що при питомій потужності МХ- поля 6...0,15 кВт/кг переробляє до 6 кг шламу й забезпечує 13...20 % виходу олії кави. Тривалість екстрагування – 30...90 хв. Як відомо, кавова олія – цінний продукт, що використовується у кондитерській та парфумерній промисловості.

Знежирений шлам подається на лінію виробництва пелет (ЛП). З вологого кавового шламу, за допомогою центрифуги вдається видалити до 50 % вологи. Залишкову вологу видаляють у сушильній установці. З сухого кавового шламу вологістю близько 30 % формуються паливні агропелети на прес-грануляторі. Пелети можуть слугувати паливом на підприємстві, зокрема в сушарці шламу лінії ЛП. Надлишок пелет може реалізовуватися й давати прибуток. Проведено випробування дослідного зразка стрічкової ІЧ-сушарки шламу. Установка складається з 3 модулів, потужність випромінювачів кожного модуля плавно регулюється в межах 30...100 %. Установлено режими, при яких енерговитрати

становили 3,1... 3,2 МДж на 1 кг вилученої вологи. Наведені вище проекти дозволили модернізувати технологію виробництва розчинної кави (рис.2).

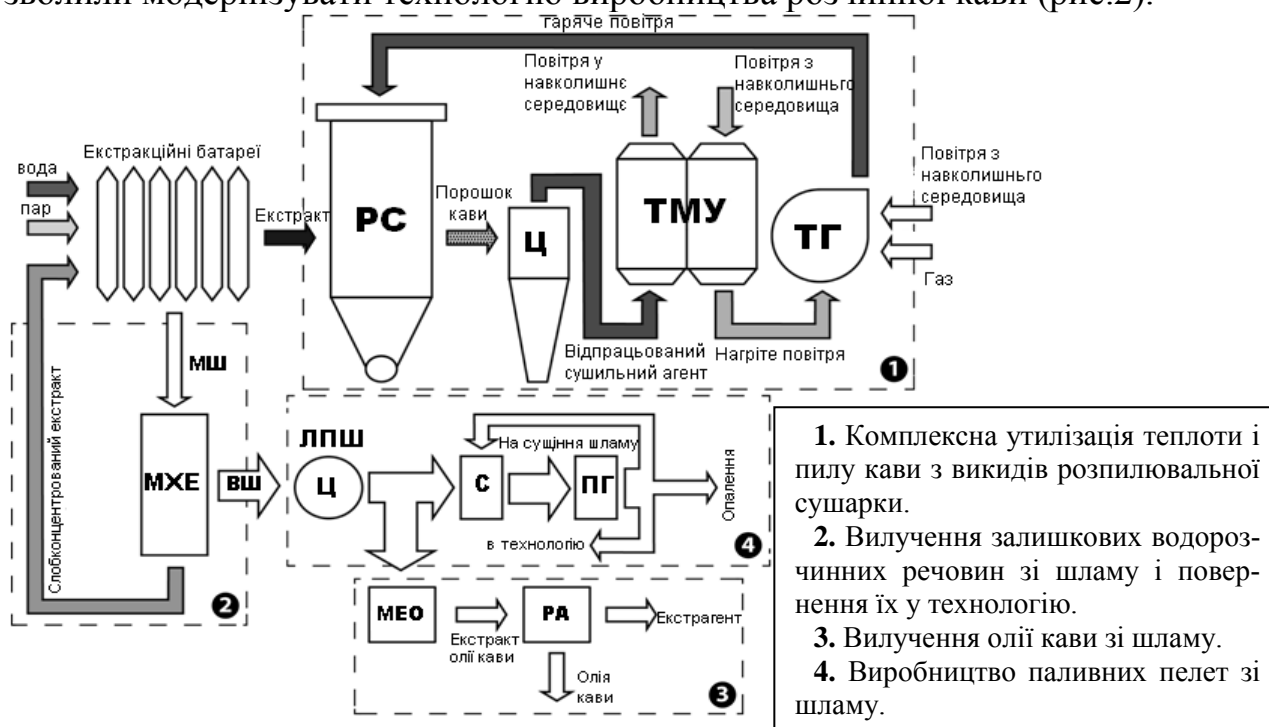


Рис. 2. Інноваційна теплотехнологія розчинної кави

За наведеними технологіями було отримано зразки неенергоємних концентратів рідкої кави. Температура процесу становила 35...100 °С, а концентрація сухих речовин – 54...70 %. На основі отриманих концентратів купажовані нові продукти: «кава з цукром», «кава з коньяком», «кава з молоком», «кава з цукром і коньяком». Зразки одержали високу оцінку при дегустації.

Загальний висновок із проведених розробок полягає в тому, що мікрохвильові технології – новий метод виробництва кавопродуктів, який є вигідним та енергоефективним.

Бурдо О.Г. д.т.н., професор, **Сиротюк І.В.**, магістрант ф-та АМиР
 Одесская национальная академия пищевых технологий

ЭФФЕКТ НАПРАВЛЕННОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ

Процессы экстрагирования, выпаривания и сушки считаются одними из основных в переработке пищевого сырья. Как правило, они в значительной степени определяют как качество готового продукта и продолжительность процесса, так и энергозатраты и его себестоимость. Как правило, это энергоемкий и продолжительный процесс. Причина тому высокие значения внутренних диффузионных сопротивлений.

На кафедре ПОиЭМ была сформулирована следующая научно-техническая гипотеза:

– интенсификация массопереносных процессов при обезвоживании и экстрагировании может обеспечиваться за счет снижения внутреннего диффузионного сопротивления путем организации специфичного гидродинамического потока из капиллярной структуры сырья посредством направленного энергетического действия электромагнитного поля.

На базе данной гипотезы на кафедре созданы стенды вакуумных микроволновых сушильной и выпарной установок, с помощью которых были проведены эксперименты по увеличению концентрации сухих веществ продукта. В качестве объектов исследований были использованы следующие продукты: сок эхинацеи и кофейное масло (жидкие гомогенные системы), кофейный шлам (дисперсная гетерогенная композиция), мидии (твердая фракция и влага) и томатная паста (жидкая гетерогенная структура).

Результаты экспериментов показали, что непосредственное влияние на влагу продукта не только на его поверхности, а и по всему его объему, посредством использования вакуумных микроволновых технологий, дает возможность получить высокие концентрации сухих веществ (сок эхинацеи – 95%, томатная паста – 54%) и, следовательно, продукт в твердой фазе, что невозможно при использовании классических вакуум-выпарных установок.

При этом всем время обработки продукта вышеуказанным методом значительно меньше по сравнению с традиционными методами выпаривания. Одним из наиболее важных качеств вакуумных микроволновых установок является сравнительно низкая температура продукта в процессе выпаривания (40-45 °С).

Также с использованием полученных данных в ходе проведения экспериментов были получены зависимости изменения массы конденсата во времени и линии скорости выпарки.

Трач А.Р., ст. преподаватель кафедры КСиУБП, **Тришин Ф.А.**, к.т.н., доц. кафедры АТПиРС, **Бурдо О.Г.**, д.т.н, проф. кафедры ПОиЭМ

Одесская национальная академия пищевых технологий

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ВОДЫ

В современном мире, по данным ООН, более 1,2 миллиарда людей живут в условиях постоянного дефицита пресной воды, а более 2 млрд регулярно страдают от дефицита пресной воды. По прогнозам, в 2030 г. 47 % мирового населения будут жить под угрозой водного дефицита. Таким образом, проблема получения чистой пресной воды является одной из важнейших для современного человека. Из всего объёма получаемой в мире опреснённой воды 96 % приходится на долю дистилляционных опреснительных установок, 2,9 % - электролизных, 1 % - обратноосмотических и 0,1 % - на долю замораживающих и ионообменных опреснительных установок. Следует отметить, что энергетическая эффективность дистилляционных опреснительных установок не слишком высока, поэтому доля альтернативных способов очистки воды все время

растет. Планомерно возрастает интерес к использованию низкотемпературных технологий водоподготовки. Это связано с их высокой энергоэффективностью, поскольку для преобразования воды в пар к ней нужно подвести 2252 кДж/кг, а для преобразования воды в лед (вымораживание) необходимо отвести 335 кДж/кг. То есть затраты энергии на льдообразования в 6,7 раза меньше затрат энергии на испарение. Одним из вариантов вымораживающих установок являются установки блочного типа.

Для установок блочного типа характерны простота конструкции, компактность и энергетическая эффективность. Принцип блочного вымораживания устраняет системные потери холода, характерные для традиционных установок криоконцентрирования. Исследования показывают, что при использовании в промышленных условиях вымораживающие установки блочного типа эффективнее традиционных дистилляционных установок в 3,6 раза, а традиционных вымораживающих в 2 раза, уступая по энергоэффективности только вакуумному вымораживанию и контактному двухступенчатому холодильному циклу.

Проведенные исследования показали, что пористость в значительной степени влияет на процесс кристаллизации. Таким образом, одним из путей интенсификации процесса кристаллизации может быть уменьшение пористости двухфазного слоя.

В идеальном теплофизическом представлении процесс направленной кристаллизации должен проходить при выращивании подложки с нулевой пористостью. Такой консервативный способ управления процессом должен протекать при минимальной разнице температур, практически при криоскопической температуре.

Теоретически обеспечится нулевая пористость, однако скорость формирования блока льда будет бесконечно низкой. Любые методы интенсификации приведут к росту скорости намораживания, но ценой получения пористой структуры. Следовательно, задача оптимизации состоит в поиске режимов и способов, при которых достигается необходимая производительность льдообразования при приемлемых параметрах плотности упаковки кристаллов льда.

Представляется возможным использовать для решения этой задачи ультразвуковые интенсификаторы. Воздействие мощного ультразвука на раствор позволяет при определенных условиях повысить коэффициент теплоотдачи в 5-10 раз, что благотворно влияет на процессы кристаллизации и позволяет уменьшить длительность процесса в 2-4 раза.

Стоячие ультразвуковые волны значительно улучшают качество «перемешивания» системы коллоидного раствора и позволяют уменьшить концентрацию взвеси в воде более чем в 20 раз. Похожие результаты были получены при воздействии ультразвука на солевой раствор, где удалось добиться значительного уменьшения солености воды.

Перетяка С.М., канд. техн. наук, **Рейда О.Ю.**, магистрант

Одеська національна академія харчових технологій

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ ОБОРОТНИХ КОШТІВ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ ГАЛУЗІ

На підприємствах мають місце поточні витрати фінансових (грошових) коштів, які у процесі господарювання здійснюють певний кругообіг (проходять грошову, виробничу й товарну стадії). Оборотні кошти – це сукупність грошових коштів підприємства, необхідних для формування й забезпечення кругообігу виробничих оборотних фондів та фондів обігу. Ефективне управління оборотними фондами передбачає здійснення певної фінансової політики: пошуку оптимальної величини оборотних коштів та зменшення періоду обертання оборотних коштів підприємства.

Зменшення витрат на виробництво і є зменшенням величини оборотних коштів. Значної економії виробничого капіталу забезпечить використання сучасних методів економії енергії. Безпосередньо на підприємствах хлібопекарської галузі використовують теплову і електричну енергію. Частка енергоносіїв при формуванні витрат на виробництво продукції коливається у межах 10-13 %. Мета досліджень пошук шляхів зменшення витрат енергоносіїв на виробництво на підприємствах хлібопекарської галузі.

Основна частина підприємств хлібопекарної галузі була побудована за часи Радянського Союзу, тобто 25-50 років назад. Підприємства це не тільки будівлі, а ще обладнання, яке встановлено за тих самих часів. Тоді це обладнання цілком задовольняло з точки зору енерговитрат, тому що доля енергії у собівартості була кілька відсотків. За роки незалежності вартість енергоносіїв стрімко зростала, а обладнання і технології не змінювались, тому зараз великим підприємствам все складніше конкурувати з міні-пекарнями, які використовують сучасне обладнання. Це ще призводить, до того що підприємства працюють не на повну потужність, яка може дорівнювати 40-80 % від номінальної.

Для заміни обладнання потрібні величезні кошти, однак можливо запропонувати достатньо маловитратні рішення:

- відмова від опалення адміністративних корпусів і виробничих приміщень за рахунок центрального обладнання з повним переходом до концепції «пасивний будинок»;
- використання енергії теплових відходів, які утворюються при виробництві хліба і хлібобулочних виробів;
- обов'язкова припливно-витяжна вентиляція з рекуперацією для виробничих приміщень;
- поступовий перехід на системи енергоефективного освітлення;
- значну економію дає заміна старих парових котлів на сучасні, які мають значно вищий коефіцієнт корисної дії і можуть бути вибрані з обліком існуючої потреби у енергії у зв'язку зі зменшенням об'ємів виробництва.

БИЗНЕС ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В ТЕХНОЛОГИЮ РАСТВОРИМОГО КОФЕ.

Экономическая оценка инновационных проектов. Проведем расчет экономической эффективности предложенных проектов. Отдельно определим их эффективность по базовому предприятию «ЕННИ ФУДЗ» и по всем предприятиям пищевых концентратной отрасли Украины.

Проект 1. Модернизация теплотехнологии распылительной сушки. Удельный расход энергии на удаление 1 кг влаги в распылительных сушилках составляет 7,5 МДж. Испытания тепломассоутилизатора подтвердили, что расход топлива сокращается в среднем на 22 %. Таким образом, удельные затраты энергии инновационной теплотехнологии с ТМУ составляют 5,85 МДж на 1 кг испаренной влаги. В пересчете на исходное кофейное сырье это 4,09 МДж на 1 кг сырых зерен. По традиционной технологии – 5,25 МДж на 1 кг зерен. Экономия энергии составляет 1,14 МДж на 1 кг зерен.

В расчетах приняты следующие параметры. Стоимость 1000 м³ природного газа – 8450 грн. Результаты расчета сведены в табл.А.

Таблица А.

Удельные экономические показатели (на 1кг переработанных зерен кофе)

Проект	Снижение расхода энергии, МДж/кг	Снижение расхода топлива, м ³ /кг	Стоимость топлива, грн/м ³	Эффект, грн/кг
1	1,14	0,031	8,45	0,265

Общий экономический эффект определяется произведением удельных показателей и объемом переработанных кофейных зерен (табл.Б).

Таблица Б.

Общие экономические показатели за год (2015 г.)

Проект 1	Объем переработанных зерен кофе, т	Экономия энергии, ГДж	Экономия газа, м ³	Эффект, тыс. грн.
ЕННИ ФУДЗ	203	232	6254	52,85
Галка	790	901	24341	205,68
Укркава	410	467	12632	106,74
Другие	177	202	5454	46,08
Вся отрасль	1580	1802	48681	411,35

Проект 2. Внедрение системы утилизации пыли продукта из отработанного теплоносителя распылительной сушилки. Испытания ТМУ показали, что 90 % пыли кофе собираются в аппарате. В традиционных технологиях за год с одной установки теряется 4,5 т готового продукта. Использование ТМУ позво-

лит 0,31 % кофе вернуть в технологию. Стоимость 1 кг растворимого кофе 381 грн. Расчеты приведены в табл. В.

Таблица В.

Общие экономические показатели за год (2015 г.)

Проект 2	Объем переработанных зерен кофе, т	Объем дополнительного производства порошка кофе, кг	Эффект, тыс. грн.
ЕННИ ФУДЗ	203	630	239,76
Галка	790	2480	933,07
Укркава	410	1271	484,25
Другие	177	549	209,05
Вся отрасль	1580	4430	1878,33

Проект 3. Технология извлечения компонентов кофе из шлама. Исследования доэкстрагирования на основе микроволнового предэкстрактора показали, что технология позволяет до 10 % увеличить выход готовой продукции, т.е. на 10 % уменьшить закупку сырья. Стоимость 1 кг зерен кофе составляет 53 грн. Расчеты приведены в табл. Г.

Таблица Г.

Общие экономические показатели за год (2015 г.)

Проект 3	Объем переработанных зерен кофе, т	Объем сокращения закупок зерен кофе, т	Эффект, млн. грн.
ЕННИ ФУДЗ	203	20,3	1,076
Галка	790	79	4,187
Укркава	410	41	2,173
Другие	177	17,7	0,94
Вся отрасль	1580	158	8,374

Проект 4. Технология экстрагирования масла кофе из кофейного шлама. Подтверждена возможность получать 10 % масла от массы сырых зерен. Оптовая цена масла кофе 600 грн. за 1 кг.

ТаблицаД.

Общие экономические показатели за год (2015 г.)

Проект 4	Объем переработанных зерен кофе, т	Объем производства масла кофе, т	Эффект, млн. грн.
ЕННИ ФУДЗ	203	20,3	12,18
Галка	790	79	47,4
Укркава	410	41	24,6
Другие	177	17,7	10,62
Вся отрасль	1580	158	94,8

Проект 5. Технология производства топливных пеллет из кофейного шлама. Позволяет получать из 1 кг зерен 0,6 кг топливных элементов, тепло-творная способность которых на уровне 17 - 19 МДж/кг. Стоимость 1 т пеллет составляет 2500 грн.

Таблица Е.

Общие экономические показатели за год (2015 г.)

Проект 5	Объем переработанных зерен кофе, т	Объем производства топливных пеллет, т	Эффект, тыс. грн.
ЕННИ ФУДЗ	203	122	305
Галка	790	474	1850
Укркава	410	246	615
Другие	177	106	265
Вся отрасль	1580	948	2370

Таблица Ж.

Сводка удельных экономических показателей по проектам за год (2015 г.)

	Проект 1	Проект 2	Проект 3	Проект 4	Проект 5
Эффект, грн/кг сырья	0,265	1,18	5,3	60	1,5

В общем, внедрение тепломассоутилизатора (проекты 1 и 2) даст эффект 1,45 грн/кг, производство топливных пеллет – 1,5 грн/кг, а микроволнового предэкстрактора – 5,3 грн/кг. Наибольший эффект даст организация экстрагирования масла кофе – 60 грн/кг/.

Таким образом, суммарный эффект на 1 кг зерен (в зависимости от количества реализованных проектов) от 1,5 грн/кг до 71 грн/кг. По отрасли эффект за год составляет от 2,3 млн.грн. до 112,2 млн.грн.

Оценки сделаны для крайне низкой загруженности украинских предприятий. Реально повысить производительность в 3 – 5 раз.

СЕКЦІЯ 2. АЛЬТЕРНАТИВНА ЕНЕРГЕТИКА.

Перетяка С.М., канд. техн. наук, Саченко В.В., магістрант
Одеська національна академія харчових технологій

«ПАСИВНИЙ БУДИНОК» - ПРОРИВ У БУДІВНИЦТВІ

Людство нестримно наближаємося до зміни клімату. Такі кліматичні зміни періодично траплялися в історії нашої планети, проте, вперше це викликано діяльністю людини, і швидкість поточних змін безпрецедентна. CO₂, що виділяється при згорянні викопного палива і кисню, змінює склад нашої атмосфери. Крім усього іншого, неконтрольоване використання викопної енергії веде до драматичного виснаження світових запасів викопних енергоносіїв. Найменша величина заощаджень, особливо в густозаселених місцях, веде до зниження обсягу викиду забруднюючих речовин і, отже, допомагає захистити навколишнє середовище.

Єдина галузь, де можна різко знизити обсяги споживаного палива і, як наслідок, витрата енергії і обсяги викидів - це існуючі і нові будівлі, для цього необхідно поліпшити теплоізоляцію і встановити більш ефективні опалювальні системи. Для зниження викидів CO₂ та захисту навколишнього середовища в майбутньому нам доведеться обходитися набагато меншою кількістю енергії для опалення, ніж ми використовували до сих пір. У той час, як існуючі не вдосконалені будівлі старої споруди витрачають на опалення від 300 до 400 кВт·год/м² енергії, потреба в опалювальній енергії для будівель майбутнього покоління становить від 20 до 40 кВт·год/м². Так що основна характеристика архітектури будівель майбутнього - це ультранизьке і навіть нульове споживання енергії. Таким чином, можна виділити основні напрямки розвитку будівель з нульовим енергоспоживанням:

1. Зниження споживання теплових ресурсів.
2. Повне або часткове задоволення електроенергією.
3. Створення більш досконалої вентиляції і теплоізоляції.
4. Зниження споживання води.

Сучасні новації в галузі будівництва спрямовані на те, щоб людські поселення приносили якомога менше шкоди навколишньому середовищу. Прикладом будинків, які в майбутньому дозволять нам жити в гармонії з природою, в той же час не позбавляючи себе звичного комфорту, є так звані житла "нульової енергії" (zeroenergyhouse) або "пасивні" будинки (passivehouse), об'єднані загальним терміном "енергоефективні будинки". Концепція "пасивного" будинку - один з найзначніших проривів в будівництві. Такий будинок не залежить від зовнішніх джерел енергії. Це стає можливим завдяки раціональному використанню джерел тепла і енергії самого будинку і навколишнього його території. Крім того, максимально використовується тепло від побутових приладів, стоків, природне тепло мешканців будинку. Найбільш досконалі проекти враховують навіть орієнтацію по сторонах світу і розі вітрів.

При цьому тепловтрати запобігають завдяки конструктивним особливостям будівлі, використанню енергозберігаючих технологій і високоефективних теплоізоляційних матеріалів.

Чабанюк В.Р. ученик Одесської гімназії № 5

НОВЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ, АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

С каждым годом парниковый эффект на планете Земля увеличивается, одной из причин этого являются тепловые электростанции. Поэтому, человечество всерьез внедряет новые (альтернативные) источники получения энергии, которые не приносят вред природе и человечеству.

Как альтернативные источники энергии в мире широко используются солнечная энергия и ветровая. Чтобы добыть солнечную энергию используются специальные фотоэлементы (насчитывают 5 видов), которые, при попадании на них солнечного света, вырабатывают электрическую энергию. Она аккумулируется в специальных батареях. Солнечные батареи с каждым годом совершенствуются.

Принцип работы ветряка (существует 2 вида) следующий: ветер дует на лопасти ветряка, тем самым раскручивая их. Образуется кинетическая энергия, которая преобразуется в электрическую и накапливается в батареях.

Отличной идеей для интеграции перехода на более экологичные виды энергии является проект под названием «Зеленый тариф». Это новый толчок к осознанию человечества, что мы можем с каждым годом уменьшать степень вреда, причиняемого нашей планете.

Источниками альтернативной энергии являются гелиосистемы и тепловые насосы. Эти системы уже активно внедряют в жизнь, в том числе и в нашей стране. Гелиосистемы бывают сезонными и круглогодичными и делятся по типу солнечного коллектора на 3 вида: плоские, вакуумные и гибридные.

Тепловые насосы делятся на 4 вида по источнику тепла; грунт, скважина, вода, воздух. Альтернативные источники энергии будущего - движения человека или животного, тепло человека, удары сердца, движение песка, мусор. Эти источники уже успешно используют в некоторых развитых странах.

Интересные изобретения в данной сфере расширяют возможности применения альтернативных источников энергии. Это прозрачные солнечные батареи; солнечные батареи, вмонтированные в спортивные площадки и другие идеи.

Возможно, в будущем, альтернативные источники энергии позволят нам отказаться от АЭС и ТЭС навсегда, что приведет к существенному уменьшению парникового эффекта на планете Земля.

ВЫБОР ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ ДЛЯ ТЕПЛОНАСОСНОЙ ВАКУУМ ВЫПАРНОЙ УСТАНОВКИ

Одна из распространенных форм организации технологического процесса в пищевой, химической, биотехнической и др. областях промышленности связана с подводом тепла низкого температурного потенциала. При обычном подходе используется греющий пар, получаемый от котельной. Иногда этот пар может быть получен как часть пара из отборов паровой турбины. Тогда, чем ниже давление и температура отбора, тем выше получаемая от него энергия. Но понижение температуры греющего пара, при требуемом по технологии уровне, приводит к возрастанию поверхности теплообмена, на которой должен кипеть продукт. Это означает необходимость выбора оптимума этого параметра. Решение этой проблемы, по существу, задача оптимизации ВВУ при её стационарном режиме. Первый шаг связан с определением функции цели. Принимать в качестве такой величины суммарные затраты в денежном выражении, они определяются как затраты эксплуатационные (включая затраты на подачу энергии и тепла; обслуживание работы ВВУ и т.п.) и затраты капитальные, связанные с стоимостью оборудования, приборов, необходимых помещений и пр. Последние годы оказались популярными и перспективными схемы обеспечения работы ВВУ на основе использования тепловых насосов (ТНУ), в качестве источников подвода тепла, которые при соблюдении требований технологии, могут решать и задачи отвода тепла, возникающие в ВВУ, связанные с конденсацией вторичного пара, образующегося как побочный результат при выпаривании.

В данной работе авторами исследовалась проблема объективного сравнения 2х схем ВВУ: 1. Использующих греющий пар; 2. Использующих ТНУ, в качестве источника энергии. В качестве конкретного примера рассматривалась одноступенчатая ВВУ для концентрирования водных растворов. Такие ВВУ весьма распространены в пищевых технологиях. Заметим также, что они же применимы при решении экологических проблем (очистка сточных вод; промышленных стоков и т.д.); в химических технологиях при пониженном уровне температур и др.

Целью расчета является определение конструктивных параметров установки и определение затрат энергии на проведение процесса. Затраты энергии складываются из затрат на подогрев продукта до температуры кипения, на испарение растворителя и компенсацию потерь энергии в окружающую среду. Основным же конструктивным параметром является площадь теплопередающей поверхности, которая определяется из уравнения теплопередачи. Следует отметить, что при использовании ТНУ как источника и стока теплоты, конденсация вторичного пара осуществляется в поверхностном теплообменнике и его поверхность также должна быть определена при расчете.

Важными являются соотношения для расчёта основных температурных депрессий конечного состояния продукта: Физико – химической (ФХТД); гидростатической; гидродинамической. Для первой необходима информация, учитывающая реальные свойства продукта на выходе; для второй нужны данные по конструкции парогенератора; третью принимают, а затем уточняют после завершения основных расчётов.

Здесь надо сказать что не для всех продуктов известны зависимости физико- химической депрессии.

Задача оптимизации ВВУ с ТНУ состоит в определении режимных параметров ТНУ, таких как температуры испарения и конденсации хладагента, которые обеспечат наименьшие затраты энергии на проведение процесса при наименьших эксплуатационных затратах и соблюдении технологических ограничений. Следует также учесть влияние перегрева и переохлаждения хладагента на эффективность работы ТНУ.

Для решения поставленной задачи необходимо сформулировать критерий оптимизации. Представляется целесообразным использовать в качестве критерия годовые эксплуатационные затраты, представляющие собой сумму стоимости потребленной за год энергии и амортизационных отчислений. Возможны варианты использования только электрической энергии либо комбинированное использование электрической и тепловой энергии.

Записать функцию оптимизации в явном виде представляется проблематичным. При этом полученная функция не будет являться непрерывной и дифференцируемой в каждой точке. Данный факт исключает возможность применения классических методов оптимизации для решения данной задачи. Для оптимизации ВВУ с ТНУ разработана математическая модель, на которой проводились эксперименты.

Таким образом, по результатам выполненных расчётов и принятом виде функции цели (критерии оптимальности) следует, что оптимальной является температура греющего пара при числе часов работы ВВУ в 7500 в год в 330 К, т.е. 57 °С. В случае 750 часов работы в году, эта температура составляет примерно 333 К, т.е. 60 °С. Отметим, что такой функционал и критерий оптимизации возникли для принятых исходных условий и исходных стоимостных параметров (стоимость единицы массы оборудования, в данном случае парогенератора; цена единицы энергии, которая может быть получена, если в качестве греющего пара используется пар из отбора турбины; стоимость единицы электрической энергии и т.д.). При использовании греющего пара из котельной, с точки зрения денежных затрат, не имеет значения вероятный энергетический потенциал этого пара. Тем не менее, при сравнении варианта с традиционной схемой подвода тепла к ВВУ и варианта, когда источником энергии для ВВУ является тепловой насос, нужной производительности или система на его основе, такой подход к выбору оптимальных температурных параметров парогенератора, представляется естественным.

Ананийчук Э.Ю., инженер кафедры ПОиЭМ

Одесская национальная академия пищевых технологий

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Первые попытки применения сверхвысоких частот для обработки пищевых продуктов получили положительные, и даже восторженные отзывы. СВЧ на сегодняшний день применяют как в домашних условиях, так и в крупной пищевой промышленности. Генерируемая электронными высокомоощными лампами энергия концентрируется в незначительном объеме, что позволяет термически обработать продукцию чисто, компактно и бесшумно. Прогресс в использовании СВЧ-волн связан с такими электровакуумными приборами, как клистрон и магнетрон, которые способны генерировать огромное количество энергии высокой частоты.

Использование магнетрона базируется на принципе объемного резонатора, стенки которого являются индуктивностью, а пространство между стенками – емкостью резонансной цепи. Размеры данного элемента выбирают по необходимой резонансной сверхвысокой частоте, которая бы соответствовала нужным соотношениям между емкостью и индуктивностью. Размер генератора напрямую влияет на мощность подобных излучений. Магнетроны малого размера для высоких частот являются такими маленькими, что их мощности не могут достичь нужных величин. Проблема также стоит и с использованием тяжелых магнитов. В клистроне она частично решена, так как в этом электровакуумном приборе не нужно внешнее поле.

Основным преимуществом использования СВЧ в микроволновой пастеризации (стерилизации) являются более мягкие условия обработки (меньшие времени и температура). В результате лучше сохраняются термолабильные компоненты продукта. Другим преимуществом является малая инертность микроволновой пастеризации (стерилизации). С одной стороны, скорость микроволнового нагрева может достигнуть больших величин. С другой стороны, процесс можно включать или выключать практически мгновенно. При микроволновой пастеризации (стерилизации) имеет место не поверхностный, а объемный нагрев продуктов. Обработке могут подвергаться упакованные продукты или продукты в оболочке (яйца, горох в стручках и т.п.).

Микроволновые аппараты занимают значительно меньше места, чем обычные, что также является их преимуществом. Экономическое сравнение микроволновой и обычной пастеризации следует проводить в каждом конкретном случае отдельно. Даже в тех случаях, когда стоимость микроволновой пастеризации (стерилизации) оказывается выше, чем обычной, следует учитывать дополнительные факторы. Например, способность лучше сохранять нативные свойства термолабильных компонентов продукта (за счет меньшего времени и температуры обработки) может оказаться более важным, чем некоторое увеличение затрат.

Бурдо О.Г., д.т.н., профессор, **Давар Ростами Пур**, фирма D.R.P., Tehran, Iran
Сиротюк И.В., магистрант

Одесская национальная академия пищевых технологий

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ ПОДВОДА ЭНЕРГИИ

Электромагнитные технологии являются революционными способами интенсификации процессов массопереноса при сушке и экстрагировании. В ряде пищевых технологий эффект измеряется порядками. Авторы объясняют эффект механизмом бародиффузии, который возникает в результате энергетического действия, направленного на полярные молекулы пищевого сырья. Предложенная гипотеза поясняет механизмы специфического потока из объема продукта. Высокая степень интенсификации процессов переноса объяснялась тем, что параллельно с традиционным диффузионным потоком возникал мощный специфический поток, движущей силой которого являлась разность давлений в глубине капилляра сырья и в объеме среды. Давление внутри капилляра повышалось в результате диссипации электромагнитной энергии микроволнового диапазона при образовании паровой фазы. Поток возникал при достижении требуемой разности давлений внутри капилляра и среды. Ставилась задача дать визуальное подтверждение выдвинутой гипотезы.

Моделью пищевого сырья служила ячейка, состоящая из низкотеплопроводной радиопроницаемой оболочки и стеклянных капилляров, заполненных подкрашенной жидкостью. Ячейка помещалась в традиционную сушильную камеру и в микроволновую (МВ) сушилку. В первом опыте по истечению 1 часа на открытых торцевых частях капилляров образовались мениски. Имела место традиционная диффузионная модель удаления влаги. Зафиксировано, что удалась влага, объем которой доли процента. Следующий эксперимент проводился в МВ поле. Магнетроны работали при подведенной мощности 260 Вт. По истечению 1 минуты наблюдался мощный выброс окрашенной жидкости из капилляра №1, и более слабые выбросы из капилляра 2, и отдельные всплески из капилляра №3. Фотографии (рис.1) зафиксировали эти процессы.

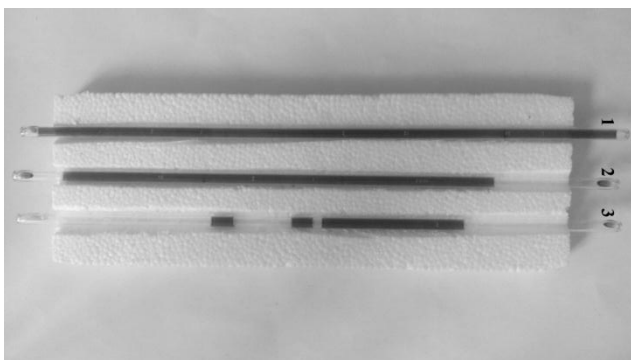


Рис.1. Инициирование бародиффузии.

Измерения, проведенные тепловизором (рис.2), свидетельствуют, что средние температуры не превышали 70 °С.

Видно, что МВ-поле из капилляра №1 инициировало специфический гидродинамический поток. Классифицируем это как турбулентная бародиффузия. Практически за секунды из капилляра №1 удалась более половины влаги. При этом, мощность, потребляемая МВ-камерой была в 10 раз меньше, а температурные режимы практически одинаковыми.

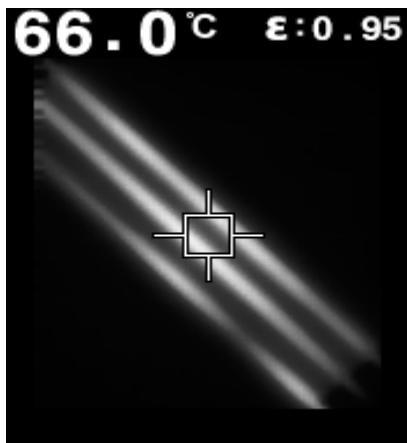


Рис. 2 – Термограмма процесса.

В капилляре №2 развивалась ламинарная бародиффузия в виде капель с торцевых частей капилляра.

В результате доказано, что применение МВ технологий существенно интенсифицирует процесс обезвоживания. Опыты показали, что, по сравнению с традиционной технологией, удалено в сотни раз больше влаги при мощности установки в 10 раз меньше, и при сокращении времени процесса в 60 раз.

СЕКЦІЯ 3.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ.

Терзиев С.Г., к.т.н., Левтринская Ю.О., аспирант

Одесская национальная академия пищевых технологий, Одесса

ОСОБЕННОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ ПРИ МИКРОВОЛНОВОМ ЭКСТРАГИРОВАНИИ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Микроволновое экстрагирование применяется в ряде современных научных исследований и полученные результаты свидетельствуют о большом потенциале такой технологии, как ресурсо- и энергоэффективной. При использовании полярных экстрагентов (вода, спирты и т.д.) удастся в разы повысить эффективность извлечения сухих веществ из растительного сырья за счет особых физических условий, которые возникают при действии микроволнового поля на дипольные молекулы. Известно, что при воздействии микроволнового поля имеет место дипольный сдвиг – молекулы начинают вращаться под действием поля, энергия вращения быстро преобразуется в тепловую. При экстрагировании из растительного сырья, основная задача – извлечение компонентов, которые находятся в капиллярах и клеточных структурах. Как правило, эти структуры имеют наноскопические размеры и движение экстрагента в них затруднено. При воздействии микроволнового поля экстрагент быстро нагревается, проникает в капилляры, там он закипает, из-за чего давление в капиллярах резко повышается и поток экстракта выходит из капилляра. Данное явление получило название механодиффузионный эффект или бародиффузия [1].

Микроволновое экстрагирование интересно не только особенностью протекания процессов в капиллярных и клеточных структурах, а и тем, что в микроволновых аппаратах процесс может осуществляться при атмосферном давлении при температурах, не превышающих 100 °С, что позволит упростить конструкцию аппаратов, избавиться от дополнительных узлов линии производства растворимого кофе, снизить материалоемкость и избежать дополнительных затрат энергии на работу компрессорного оборудования. Кроме того, при использовании микроволнового подвода энергии, когда действие оказывается непосредственно на влагу в продукте, отсутствует ряд превращений энергии, что, соответственно, снижает ее затраты.

Стоит так же отметить, что при применении микроволнового поля необходимо также учитывать ряд физических особенностей, которые имеют негативное влияние. Так как микроволновое поле – излучение, часть его может отражаться продуктом, что заложено в показатель *коэффициента рассеивания* [2]. Величина этого коэффициента зависит от вида продукта, в первую очередь от его цвета и типа и формы поверхности. Для светлых продуктов сферической формы с глянцевой поверхностью этот коэффициент, как правило, выше. Также имеет значение размер частиц продукта: чем частички мельче, тем больше для них коэффициент рассеивания. Такую особенность необходимо учитывать при выборе способа обработки продукта. В ряде случаев технология микроволново-

го экстрагирования, которая успешно применялась, например, для экстрагирования из кофе крупного помола, может оказаться неэффективной при экстрагировании из светлых семян какого-либо растения.

Еще один фактор, который нужно учитывать при работе с микроволновым полем, это *глубина проникновения микроволн в продукт*. Эта величина зависит от продукта и, как правило, колеблется от 1 до 10 см. Глубина проникновения микроволнового поля рассчитывается по формуле (1) [3]:

$$h = \frac{9,55 \cdot 10^3}{f \cdot \operatorname{tg} \delta \cdot \sqrt{\epsilon'}}, \quad (1)$$

где h – глубина проникновения микроволн [см]; f – частота поля; $\operatorname{tg} \delta = 4 \cdot \pi / \omega \cdot \rho \cdot \epsilon$ – тангенс угла потерь диэлектрической проводимости; ϵ' – диэлектрическая проницаемость.

Точно определить глубину проникновения в продукт довольно затруднительно, так как пористый продукт с множеством капилляров, такой как молотые зерна кофе, имеет неоднородную структуру, и влага в нём распределяется неравномерно, к тому же в процессе его обработки меняется плотность и диэлектрическая проницаемость за счет проникновения в поры продукта экстрагента воды. Поэтому, целесообразно ориентироваться именно на диэлектрические свойства воды, а как известно, с ростом температуры (табл.1.) диэлектрическая проницаемость для воды снижается, поэтому имеет смысл проводить экстрагирование при температурах ниже 100 °С [2].

Таблица 1.

Взаимосвязь температуры воды и диэлектрической проницаемости

Температура воды	Значение диэлектрической проницаемости ϵ'
200 °С	34,5
100 °С	55,3
20 °С	81
0 °С	88

Однако влияние коэффициента рассеивания и глубину проникновения необходимо учитывать при создании микроволновой техники. Например, для того, чтобы продукт равномерно подвергался воздействию микроволнового поля при экстрагировании необходимо загружать аппарат с учетом этих показателей для данного продукта, чтобы добиться эффективного расхода энергии при получении качественного экстракта. Так же при микроволновой обработке продукта целесообразно инициировать процессы перемешивания потоком либо процессы псевдооживления для равномерной обработки продукта.

Литература:

1. Процессы переработки кофейного шлама [Текст] / О.Г. Бурдо, С.Г. Терзиев, Н.В. Ружицкая, Т.Л. Макиевская– Киев: «ЭнтерПринт», 2014 – 228 с.
2. Electrotechnologies for Extraction from Food Plants and Biomaterials [Текст] / [Eugene Vorobiev, Nikolai Lebovka](#) – Springer Science & Business Media. 2009 – 281 p.
3. Электронный ресурс: «Процессы обработки пищевых продуктов сверхвысоко-частотной энергией» Режим доступа: <http://megapredmet.ru/1-65397.html>

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЦИКЛА КАСКАДНОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ РЕКОНДЕНСАЦИИ СЖИЖЕННЫХ НЕФТЯНЫХ ГАЗОВ «ЭНТРОПИЙНО - ЦИКЛОВЫМ» МЕТОДОМ.

Учитывая тот факт, что добыча и транспортировка энергоресурсов, таких как нефтяной газ, на сегодняшний день ведётся интенсивно, а сбережение данных ресурсов при транспортировке в сжиженном виде морским транспортом является первостепенной задачей, то большое распространение получили каскадные холодильные установки для реконденсации нефтяных газов, которые испаряются из грузового танка под воздействием теплопритоков из окружающей среды. Данные установки состоят из двух отдельных холодильных циклов, которые связаны через теплообменный аппарат «Конденсатор – Испаритель», (далее – К-И). Принцип цикла основан на кипении холодильного агента верхнего каскада в «К-И» и конденсации паров перевозимого сжиженного продукта.

Для того, чтобы определить аппарат, в котором происходят наибольшие потери энергии, был проведен термодинамический анализ верхнего каскада установки, поскольку нижний каскад в данном случае является «косвенным» циклом из-за того, что испарителем является грузовой танк, в котором хранится продукт и весь цикл используется для сжижения испарившегося сжиженного газа.

Результаты анализа представлены в T - s диаграмме R717 – рисунок - 1:

где: $t_k = 27 \text{ }^\circ\text{C}$ – температура конденсации;

$t_0 = - 33 \text{ }^\circ\text{C}$ – температура кипения;

$t_{\text{ср}}^{\text{кд}} = 16 \text{ }^\circ\text{C}$ – температура входа воды в конденсатор;

$t_{\text{к-и}} = - 30 \text{ }^\circ\text{C}$ – температура в конденсаторе – испарителе;

$$h_2 = (h_{2s} - h_1) / h_i \quad (1)$$

$$f = s_3 + (h_2 - h_3) / T_{\text{ср}}^{\text{кд}} \quad (2)$$

Потери по площадям (ΔS), кДж / кг*К

$g - e = 6,3 - 6,1 = 0,2 = 20 \text{ } \%$ - Компрессор;

$f - g = 6,95 - 6,2 = 0,75 = 56 \text{ } \%$ - Конденсатор;

$b - a = 1,75 - 1,48 = 0,27 = 20 \text{ } \%$ - Дроссельный вентиль;

$e - d = 6,1 - 5,98 = 0,12 = 8 \text{ } \%$ - Испаритель;

Анализ показал, что при переходе на натуральное рабочее вещество R717 наибольшие потери энергии приходятся на конденсатор верхнего каскада. Эти потери обусловлены тем, что после компрессора у агента высокая температура конца сжатия что является опасным для установки, так как может произойти вспышка масла.

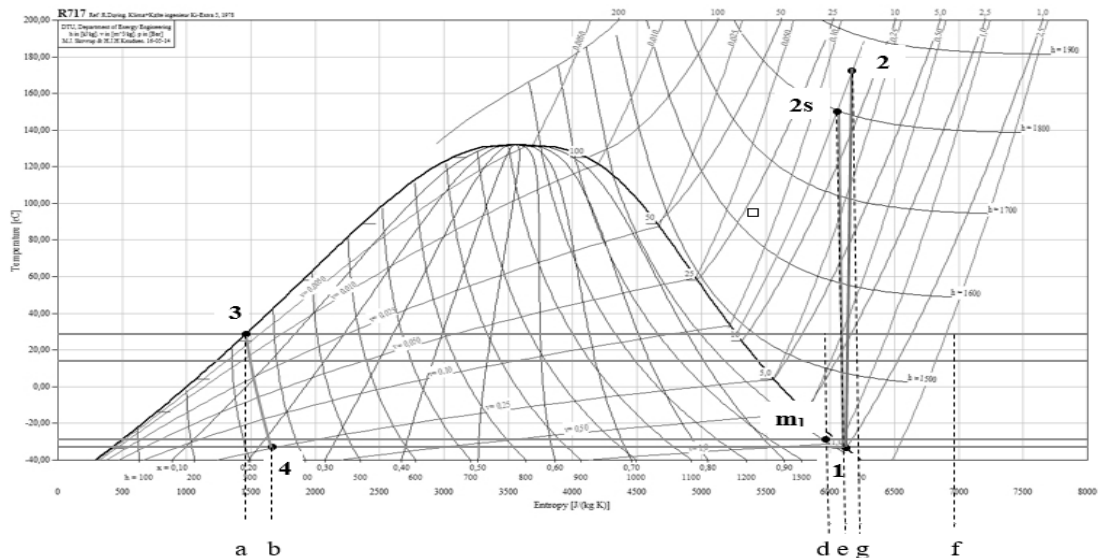


Рис.1 – Результати аналізу в Т - s діаграмі R717

Для зменшення цих втрат було запропоновано змінити схему циклу, перейдя на 2-х ступенчатое сжатие и между ступенями установить водяной охладитель, а также утилизировать тепло конденсации, путём установки ФорКонденсатора – рис. 2:

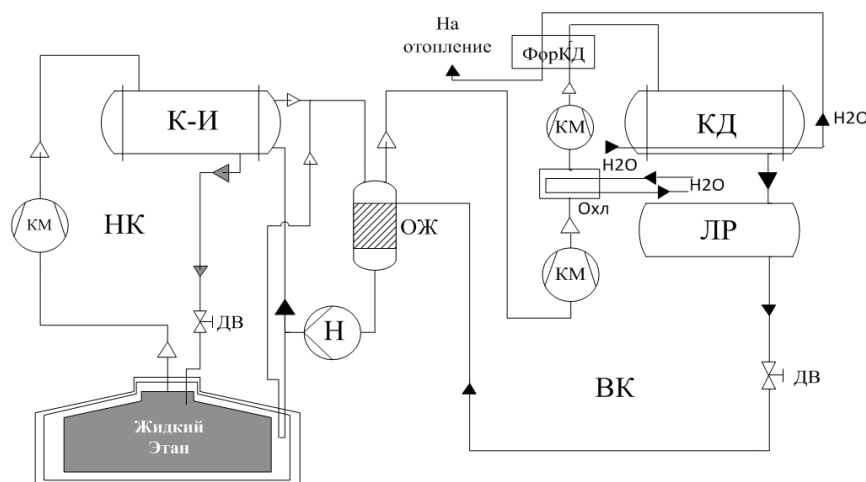


Рис. 2 – модифікована каскадна установка для сжиження СНГ

Выводы: В результате модификаций утилизируются основные потери в КД и убирается риск выхода из строя компрессоров, так как исключается риск вспышки масла, вследствие охлаждения между ступенями сжатия.

Бандура В.М., к.т.н., професор

Вінницький національний аграрний університет

ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ІНФРАЧЕРВОНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ ПЕРЕД ЙОГО ОБРУШЕННЯМ

Підвищення якості та розширення асортименту продукції на основі вдосконалення технології і техніки неможливе без всебічного вивчення процесів харчових виробництв, і поліпшення на цій основі техніко-економічних показників устаткування. Удосконалення процесів технології та застосовуваного при цьому устаткування слід вести, як в напрямку оптимізації за критеріями техніко-

економічних показників (підвищення продуктивності, зниження енерговитрат і т.п.), так і в напрямку підвищення споживчих властивостей вироблених продуктів переробки (різноманітні показники якості) [1].

Одним з процесів, які вимагають нових підходів до його вивчення і вдосконалення, є процес обрушення, тобто руйнування плодової оболонки насіння соняшнику з метою її подальшого відділення і отримання ядрової фракції, що підлягає подальшій переробці.

Пропонується застосування попередньої підготовки насіння до обрушення за допомогою впливу на них інфрачервоними променями, для досягнення оптимальних пружнопластичних властивостей лушпиння і ядра, з негайно подальшим обрушенням (рис.1). Обрушення підготовленого насіння здійснюється одноразовим спрямованим ударом конструкції відцентрової рушки.

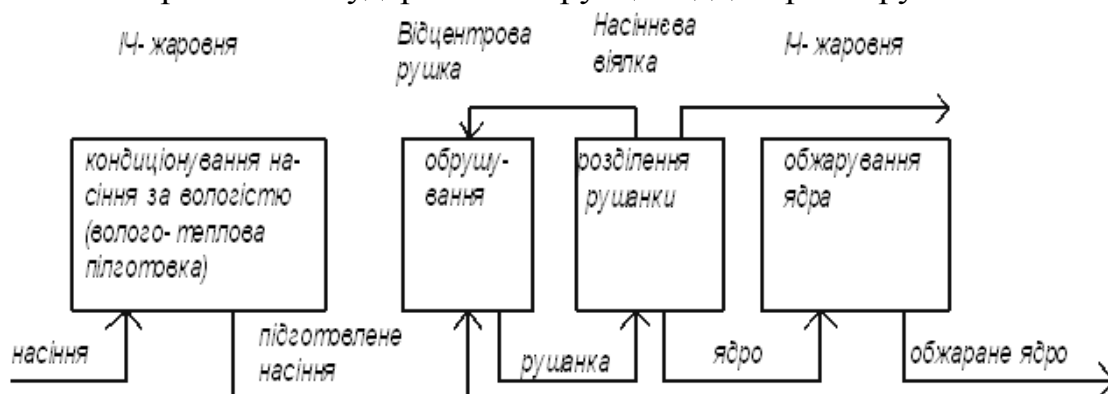


Рис.1 Запропонована технологічна схема обрушення насіння соняшнику із застосування ІЧ-опромінення.

Основними факторами, які найбільшою мірою впливають на хід процесу обрушення, і якісний склад одержуваної рушанки, є: тривалість теплової обробки перед обрушенням, температура при підготовці (впливають на перерозподіл вологи між ядром і лушпинням), і частота обертання ротора насіннерушки.

Вченими [2, 3] визначені величини термоградієнтного коефіцієнту, який визначає швидкість перенесення потоку вологи у речовині, відповідно для ядра та лушпиння соняшнику. В результаті розрахунків були отримані дві криві зміни вологості лушпиння і ядра, які представлені на рис. 2.

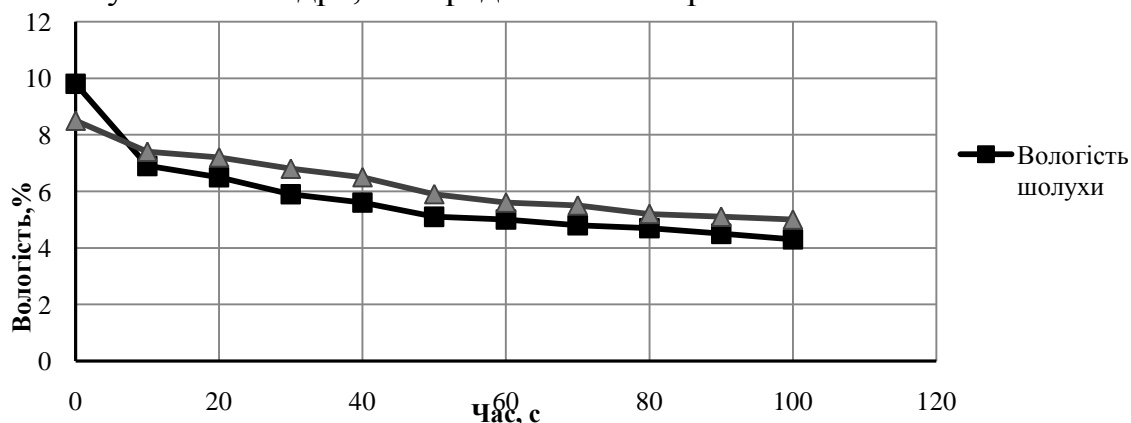


Рис. 2. Зміна вологості ядра і лушпиння соняшнику від часу теплової обробки

З графіка очевидно, що в початковий момент ІЧ-обробки вологість лушпиння зменшується швидше, і в якийсь момент часу вона стає нижче вологості ядра. Найбільша різниця вологості лушпиння і ядра настає в певний момент часу (в даному випадку через 40 с), потім починається зближення значення вологості лушпиння і ядра і подальша обробка недоцільна.

Проведення відповідних досліджень дозволить визначити особливості проведення процесу волого-теплової підготовки насіння соняшнику, оптимізувати дані процеси і розробити рекомендації з режимів підготовки насіння соняшнику до обрушення.

Література.

1. Технология производства растительных масел/[В.М. Копейковский, СИ. Данильчук, Г.И. Гарбузова и др.]; под ред. В.М. Копейковского. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. - 416 с.

2. Кошевой Е.П., Фролов Р.Н. Оценка влияния ИК-обработки семян подсолнечника на эффективность разрушения плодовой оболочки. -// Молодые ученые - пищевым и перерабатывающим отраслям АПК : Тезисы докладов/ К.: , 2000. - с.133-134.

3.Бандура В.М.Обґрунтування ІЧ-обробки насіння соняшника перед його обрушуванням.// Збірник наукових праць Одеської національної академії харчових технологій. – Одеса: ОНАХТ, 2015. – Вип.47. – Том2. –С.131-133.

Бурдо О.Г., д.т.н., професор, **Драгни Е.В.**, магистрант, **Давар Ростами Пур**, фирма D.R.P., Tehran, Iran

Одесская национальная академия пищевых технологий

ФАЗОВЫЕ РАВНОВЕСИЯ, ЭНЕРГЕТИКА И КИНЕТИКА КРИОКОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ГРАНАТОВОГО СОКА

Технологии криоконцентрирования отличаются тем, что затраты энергии на удаление 1кг воды в виде льда в 7 раз меньше, чем в виде пара. Более того при вымораживании сохраняются нативные свойства сырья, что часто чрезвычайно важно для получения качественного концентрата, например из плодов граната.

Первым этапом при разработке технологий криоконцентрирования являются исследования статических характеристик – условий фазовых равновесий. Опыты с гранатовым соком проводились на установке, основными узлами которой являлись: холодильная камера, с расположенным внутри криостатом, датчик и система регистрации температуры на планшете.

В ходе экспериментальных исследований изучалось влияние концентрации сока, температуры поверхностей: испарителя, льда, раствора и кристаллизатора на кинетику льдообразования и на характер изменения содержания сухих веществ в соке (табл.1).

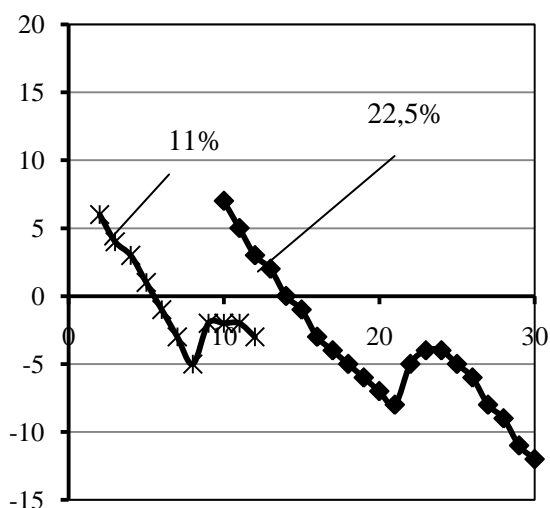


Рис.1 Криоскопические зависимости.

В процессе гравитационного сепарирования блока льда можно выделить 3 этапа. Первый период (его продолжительность 10-15 мин.) происходит стекание продукта с наружной поверхности блока. Его концентрация на 2...3% превышает концентрацию раствора для данного момента времени. Это свидетельствует о том, что средняя концентрация в пограничном слое на 2...3% выше, чем средняя концентрация сока в объеме концентратора.

Таблица 1

Вымораживание гранатового сока

№	Время,с	Температура, °С			Объем, мл.	
		льда	сока	испарителя	сока	льда
0	0	-	8	8	1500	-
1	30	-3	3,5	-3,8	1100	400
2	60	-4,1	-1,8	-4,1	730	770
3	90	-7,5	-2,5	-13	490	1010
4	120	-10	-3,2	-14,3	320	1180
5	150	-11,5	-3,9	-16	180	1320
6	180	-11,7	-4,2	-16,2	50	1450

Второй период, продолжительность которого определяется уровнем температуры окружающей среды, характеризуется ростом концентраций стоков на 6...10%. Это объясняется тем, что начинается эвакуация стоков из внутренних слоев блока. В порах внутренних слоев температура ниже, чем на поверхности, поэтому концентрация сока в порах блока льда выше. Она соответствует криоскопическим условиям.

В третий период наблюдается монотонное понижение концентрации стоков. Это объясняется тем, что происходит повышение температуры льда, подтаивают тонкие слои льда на границе «лед-раствор». Расплав льда разбавляет стоки водой и снижает их концентрацию. Чем выше температура окружающей среды, тем круче понижается концентрация стоков.

Продолжительность третьего периода определяется технологической целесообразностью допустимых потерь продукта со льдом. Технически в процессе гравитационного сепарирования можно добиться разделения раствора без практических потерь неводных компонентов со льдом.

Альхури Юсеф, аспирант, **Терземан Е.Ф.**, инженер кафедры ПО и ЭМ
Одесская национальная академия пищевых технологий

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ПОДВОДА ЭНЕРГИИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКСТРАГИРОВАНИЯ ИЗ ПЛОДОВ ШИПОВНИКА

Проведены исследования зависимости кинетики экстрагирования из плодов шиповника при разных способах подвода энергии. Такие способы экстрагирования реализовывались на 3 установках:

- на базе термостата (имитирует традиционные принципы экстрагирования);
- на базе микроволновой камеры при неподвижном слое плодов шиповника;
- в микроволновом экстракторе конструкции с циркуляционным контуром.

Во всех опытах поддерживался следующий порядок выполнения исследований. На первом этапе проводилась подготовка образцов и стенда, которая включала следующие операции: измерялась масса плодов (M_p) и экстрагента (M_v); устанавливалась мощность магнетрона (N_m). В процессе опытов с помощью пирометра и термопар измерялись температуры плодов в реакционном объеме и экстракта на входе и выходе из камеры. Расход экстрагента (V) определялся весовым методом, а оптическая плотность экстракта (D) с помощью фотокалориметра Spekol. Выборочно определялась концентрация экстракта классическим методом высушивания до постоянного веса. Концентрация экстракта ($X_э$) определялась по тарировочной зависимости $X_э = f(D)$.

Методика обработки результатов наблюдений включала:

- расчет массы перешедших в раствор веществ $m = X_э V_э r_э$;
- вычисление гидромодуля $\Gamma = M_p / M_v$ и концентрации целевых компонентов в плодах $C_i = C_n - X_э / \Gamma$;
- оценка площади поверхности фазового контакта $F = n f$;
- расчет коэффициента массоотдачи $\beta = V_э X_э (X_n - X_э) / F$.

В приведенных соотношениях принято: $\rho_э$ – плотность экстракта; C_n – начальное содержание целевых компонентов в плодах; n – число частиц, f – средняя площадь поверхности 1 частицы.

Опыты проводились с целыми и расплюснутыми плодами, их частями (0,5 и 0,25) в диапазоне температур 45 – 90 °С, давлений 0,01 – 0,1 МПа, гидромодулей 1/1...1/4.

По результатам опытов строились графические зависимости: $D = f(\tau)$; $X_э = f(\tau)$; $m = f(\tau)$; $C_i = f(\tau)$; $t = f(\tau)$. Перечисленные кинетические зависимости устанавливаются при постоянных значениях $V_э$, Γ , N_m , F (рис. 1).

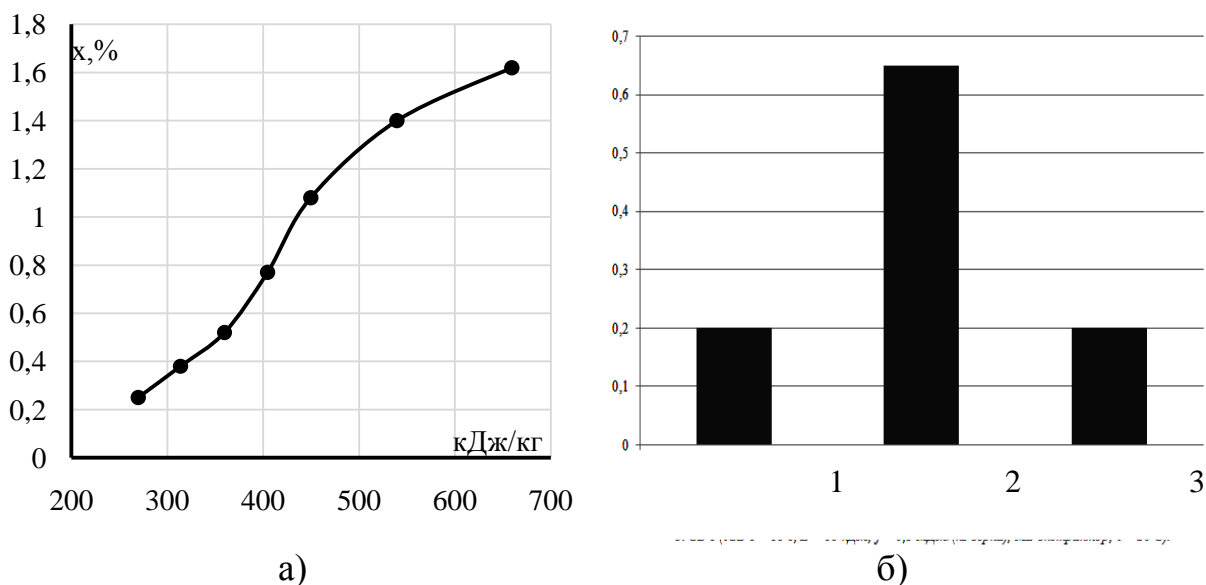


Рис.1. Влияние способа подвода энергии на интенсивность массопереноса
 1 – опыты в термостате, (температура 70 °С); 2 – МВ-экстрактор (температура 70 °С); 3 - МВ-экстрактор (температура 20 °С)

Видно, что выход целевых компонентов пропорционален удельным затратам энергии (рис.1, а). В опытах с целыми плодами шиповником в неподвижном слое (стенды №1 и №2) сравнивалось комплексное влияние температуры и вида энергии. Оказалось, что за одинаковое время экстрагирования концентрация раствора была равной и для традиционной технологии, и для процесса в МВ – экстракторе (рис.1, б). Однако опыты на стенде №1 проводились при уровне температур 70 °С, а на стенде №2 - при 20 °С (рис.1, б). Энергоемкость процесса МВ – экстрагирования составляла 0,3 МДж на 1 кг плодов. При МВ – экстрагировании на уровне температур 70 °С (рис.1, б) энергоемкость выросла в 4 раза, а выход целевых компонентов – в 3,5 раза.

Можно сделать вывод, что действие микроволнового поля влияет на скорость экстрагирования в большей мере, чем температура процесса.

Бурдо А.К., к.т.н., доцент, **Боднар В.**, магістрант

Одеська національна академія харчових технологій

ВПЛИВ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК НА БІОЛОГІЧНУ АКТИВНІСТЬ ЕКСТРАКТУ З ЧОРНОПЛІДНОЇ ГОРОБИНИ

Процеси екстрагування у харчових виробництвах є енергоємними. Сучасними методами підвищення ефективності екстракції біологічно активних речовин з рослинної сировини є надвисокочастотна обробка. Така обробка сировини дозволяє комплексно інтенсифікувати процес екстрагування шляхом поліпшення якості, збільшення виходу продукту, дотримання необхідних санітарно-гігієнічних умов обробки сировини, значного скорочення тривалості екстракції та відповідно підвищення енергоефективності процесу.

Процеси екстракції, проведені у полі НВЧ, в порівнянні з традиційними, можуть бути прискорені в кілька разів. При електромагнітній обробці відбувається одночасне нагрівання всієї маси оброблюваного матеріалу як в макро-, так і мікрооб'ємах. Як правило, вихід на режим НВЧ-апаратури досягається протягом 30-50 с, що в умовах виробництва економічно вигідно завдяки скороченню енерговитрат. Іншою важливою перевагою високочастотної обробки є те, що на відміну від традиційного тепломасообміну тут немає необхідності створювати великі градієнти температур, вологості, тиску.

Наукові дослідження та практика свідчать, що за допомогою правильної організації харчування людей можна досягти певного лікувально-профілактичного ефекту. Природно найперспективнішими у використанні є функціональні харчові продукти та добавки, які позитивно впливають на всі процеси життєдіяльності в організмі. Систематичне вживання функціональних харчових продуктів і добавок з адаптогенною та антиоксидантною активністю здатне усунути або ослабити дерегуляцію, нормалізувати імунний статус організму. Цей шлях видається більш фізіологічним, ніж застосування фармакологічних препаратів та імуномодуляторів прямої дії.

Дикорослі ягоди є цінними носіями вітамінів та інших біологічно активних речовин. Ягоди чорноплідної горобини характеризуються високим вмістом вітамінів С, Е і β -каротину, фенольних сполук (антоціанів, катехинів, флавонолів та ін.), дубильних, пектинових та мінеральних речовин та ін.

Завдяки унікальному хімічному складу вони мають всебічні лікувально-профілактичні властивості. Слід відзначити, що за вмістом антоціанів горобина чорноплідна переважає всі інші рослини, які мають в своєму складі антоціанові пігменти.

Відомо, що під час зберігання і переробки плодів пігменти можуть руйнуватися і змінювати свій колір, тому збереження антоціанового забарвлення є основною проблемою.

Для запобігання небажаних змін зовнішнього виду харчових продуктів, які містять антоціани, слід запобігати доторкання продуктів з металами, максимально скорочувати терміни теплової обробки, віддавати перевагу короткочасній обробці продуктів з наступним швидким охолодженням. Традиційні методи обробки плодів горобини чорноплідної приводять до суттєвих втрат барвних речовин. В зв'язку з цим є необхідність пошуку новітніх методів обробки рослинної сировини з метою максимального збереження барвних речовин із горобини чорноплідної при отриманні із них різних продуктів.

Існує ряд способів для отримання екстрактів з горобини чорноплідної. Однак всі вони відрізняються високими температурами обробки і тривалістю.

В даній роботі було порівняно екстракцію ягід чорноплідної горобини в НВЧ-установці під вакуумом та традиційним способом з гідромодулем 1:5. Під час екстракції вимірювали температуру екстракту, також відбирали проби і вимірювали сухі речовини та оптичну густина.

Таблиця 1.

Вплив споживаної енергії та способу обробки на антиоксидантну активність екстракту з горобини чорноплідної

Вид обробки продукту	Час екстрагування, хв	Діапазон температур екстрагування, °С	Антиоксидантна активність, ум.од.акт.	Сухі речовини, %	Кількість споживаної енергії, кДж
НВЧ обробка в умовах вакууму	10	36-37	400	2	108
	20	44-45	516,6	2,3	216
	30	49-50	516,6	2,6	324
	40	26-27	511,6	3	432
	50	43-44	516,6	3,5	540
	60	35-36	483,3	4	648
НВЧ обробка традиційна	30	65	400	4	324

Таким чином, за рахунок використання новітніх технологій переробки рослинної сировини можна досягти підвищення енергоефективності процесу екстрагування та біологічної активності продукту, розширення асортименту продукції.

Маренченко Е.И., аспірант кафедри ПО і ЕМ

Одесская национальная академия пищевых технологий

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ

Все пищевые технологии требуют подвода энергии. Большинство технологических процессов предусматривает использование термической обработки сырья и продукта. При анализе пищевых технологий следует четко представлять ее специфику, которая характеризуется следующими факторами:

- специфика сырья;
- специфика потребителя;
- сложность количественной оценки показателей качества продукта;
- субъективизм и нетехнологичность органолептических методов контроля;
- трудоемкость и положительность методов аналитического анализа;
- сложная зависимость параметров косвенного оперативного контроля от качественных характеристик продукта [1].

При производстве продуктов питания специфична сама цель технологии – провести цепь преобразований для изменения структуры сырья и получения готового продукта. Цель технологии - добиваться желаемых показателей путем обработки сырья, чтобы задержать его порчу, либо вызвать глубокие изменения в сырье и сделать готовый продукт не похожий на исходный [1].

В условиях новых экономических подходов определяется и новая концепция развития АПК. Развитие энергоэффективности АПК является ком-

плексной технической, энерготехнологической и экономической задачей. Новые возможности открываются при развитии принципиально нового научно-технического направления – переход на выпуск неэнергоёмких пищевых продуктов взамен традиционных энергоёмких. Первым шагом в этом направлении должна стать позиция ученых, что энергоёмкость стала одним из важнейших факторов, определяющих перспективность нового пищевого продукта [1]. За годы независимости эффективность использования энергии в пищевой промышленности значительно ухудшилось, что обусловлено снижением объема производства и неритмичной работы, использованием устаревшего оборудования, нарушением правил эксплуатации энергетического и технологического оборудования и т.д. Более 80% промышленного использования топлива идет на преобразование в тепловую энергию [1]. Учитывая большую степень износа основных фондов, ключевыми направлениями повышения эффективности энергоиспользования являются: усовершенствование технологических и тепловых процессов производства, введение в действие новых технологий и оборудования. К энергоэффективным технологиям относят тепловые системы нетрадиционной энергетики: солнечное излучение, энергия ветра, геотермальная энергетика, биотопливо, тепловые насосы [1].

В консалтинговой лаборатории «ТЕРМА» Одесской национальной академии пищевой технологии был разработан и изготовлен экспериментальный образец микроволновой ленточной сушилки. Микроволновый метод нагрева основан на воздействии на обезвоживаемый продукт интенсивного электромагнитного поля сверхвысоких частот (СВЧ).

Источником энергии СВЧ генераторов является только электроэнергия, что обеспечивает их исключительную экологическую чистоту [2]. При снижении влажности сырья процесс сушки продукта не замедляется и на заключительных этапах сушки, МВ - технологии по эффективности и производительности в разы превосходят традиционные конвективные технологии [2]. Микроволновая сушка трав, чая, специй, грибов, фруктов, круп, овощей, рыбы и мяса, характеризуется высокой эффективностью, малым временем обработки и относительно низкой температурой процесса, что применительно к пищевым продуктам обуславливает очень высокую сохранность полезных веществ и витаминов [2].

Современная пищевая промышленность достаточно быстро осваивает микроволновые технологии, в данной области работает уже достаточно большое количество научно – производственных и инновационных предприятий. В ходе серии экспериментов изучались зависимости скорости обезвоживания сырья от величины нагрузки в камере микроволнового нагрева и от количества модулей.

Литература

1. Бурдо О.Г. Энергетический мониторинг пищевых производств – Одесса: Полиграф, 2008 – 244с.
2. Бурдо О.Г., Терзиев С.Г., Яровой И.И., Борщ А.А. Электромагнитные технологии обезвоживания сырья. 2012

Орловская Ю. В., аспирант ПОиЭМ, **Тришин Ф.А.**, к.т.н., доц. кафедры АТ-ПиРС, **Терзиев С.Г.**, к.т.н., доц. кафедры ПОиЭМ

Одесская национальная академия пищевых технологий

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ ДЕМИНЕРАЛИЗАЦИИ ВОДЫ

В целом, за последние 200 лет количество людей на планете возросло более чем в 7 раз – с 1 млрд. в 1820 году до 7,2 млрд. в 2015 году. Естественно, пропорционально увеличились расходы воды, которая необходима не только для питьевых нужд, а и для производства энергии, пищи, одежды и т. д. По данным ООН, к 2030 году численность людей увеличится до 8 млрд., а потребность населения в воде увеличится еще на 30%, в энергии – на 45% и на 50% в еде. При этом запасы воды на планете не изменились и не изменятся, сокращается только доля доступной для использования и пригодной для питья воды.

За последние 20 лет в мире суммарная производительность опреснительных установок выросла более чем в 50 раз. Наблюдается тенденция создания как крупных опреснительных систем производительностью до 500000 м³/сутки, так и средних, и малых установок для разнообразных нужд. Сложившаяся ситуация стимулирует бурное развитие актуального научно – технического направления - водоподготовки. Среди холодильных методов опреснения воды перспективными считаются технологии блочного вымораживания.

Физические принципы, которые лежат в основе деминерализации соленой воды вымораживанием, обуславливают ряд его неоспоримых преимуществ. В первую очередь, количество энергии, которое необходимо для получения 1 кг пресной воды при вымораживании в 7 раз меньше, чем при термических методах (дистилляции, либо выпарки). При обосновании выбора метода опреснения воды в конечном итоге решающее значение имеют экономические показатели. На топливную составляющую падает (45...68)% стоимости опреснения воды дистилляцией и (30...43)% - вымораживанием. Причем, с увеличением единичной мощности опреснителя составляющие затрат на обслуживание и амортизацию быстро падают, а доля энергетических затрат возрастает, поскольку удельный расход энергии с увеличением мощности установки снижается очень медленно.

Схема работы выглядит следующим образом. Из раствора на кристаллизаторах формируется блок кристаллов льда, после чего оставшийся раствор удаляется из концентратора. Образовавшийся блок льда отделяется от кристаллизатора и осуществляется гравитационное сепарирование. Непродолжительная оттайка сопровождается плавлением тонкого поверхностного слоя блока, образовавшаяся при этом вода смывает раствор соли из капиллярных объемов и с поверхности блока. Далее производится расплав льда и получение очищенной воды. Предполагается организация локального воздействия ультразвуковым генератором на поверхность фазового контакта «лед-вода», что позволит осуществлять формирование блока льда с плотной упаковкой кристаллов, а на стадии

сепарирования - более эффективную эвакуацию растворов из пористого объема блока льда.

Примеры значимых применений акустической кавитации, разработанные для коммерческого использования, включают очистку сточных вод, продуктов питания, обработку напитков и образование белковых микропузырьков, которые могут быть использованы для транспортировки лекарственных средств.

Каламан О.Б., канд. екон. наук

Одеська національна академія харчових технологій

ІННОВАЦІЙНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ВИНОРІБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Економічне зростання країни в умовах конкурентоспроможності повинно забезпечуватись за рахунок науково-технічного прогресу та інтелектуалізацією основних складових виробництва в усіх сферах економіки і, головним чином, у сільському господарстві. Воно, перебуваючи в тісному взаємозв'язку з іншими інституційними секторами, розповсюджує інноваційний рівень, що є міцно пов'язаним із загальним рівнем інновацій у суспільно-економічній системі. Питомо вага нових чи поліпшених технологій, товарів, устаткування, що розповсюджують нові матеріали або розробки у промислово розвинених країнах дорівнює майже 90 % від рівня ВВП.

Інтенсивність інноваційної діяльності впливає на рівень економічного розвитку: у глобальній економічній конкуренції виграють країни, які забезпечують сприятливі умови для інноваційної діяльності. Основою певного зростання національного виробництва в останні роки були і залишаються низькотехнологічні економічні моделі, що характеризуються вкрай високими показниками ресурсо- та енерговитрат, до яких відноситься і сучасне українське сільське господарство.

Реалізацію перспективних напрямів інноваційної політики необхідно здійснювати з урахуванням зміцнення і розвитку ринкової сфери за допомогою формування і виконання комплексних інноваційних програм і проектів у науково-технологічній сфері, створення і розвитку інноваційної інфраструктури, стимулювання освоєння конкурентоздатних технологій разом з модернізацією суміжних виробництв.

Сьогодні провідну роль у встановленні науково-інноваційної направленості виробництва займає ринок. Необхідним є втілення досконалого, безперервної оцінки вимог ринку та пошук шляхів для їх задоволення. Аналіз вимог ринку припускає змінення виготовлення стандартної продукції від кількісної до якісної сторони, що помічається значним розподілом. Тому на більшу увагу заслуговує ринок при планування і створення продукції, що являється не лише заохочувальною причиною здійснення інноваційної діяльності, а й головною ціллю її впровадження.

Досвід інших країн світу показує, що реалізація інноваційної та науково-технічної політики на підприємствах АПК полягає у ресурсах, які необхідно

направляти на реалізацію стратегічних завдань для подальшого розвитку ринку. У сучасному суспільстві витрати на науково-дослідні розробки мають перевищувати витрати на основні дослідження у 10 разів. Стратегічною лінією провідних країн світу з метою розвитку ринку продукції АПК в сфері інноваційної діяльності є концентрація фінансових ресурсів на ключових напрямках, які передбачають:

- створення єдиної бази даних, яка акумулює і регламентує комплекс мінімально необхідних процедур і формальностей для впровадження інноваційної діяльності на підприємствах АПК;
- створення механізму фінансової підтримки господарств населення, надання їм допомоги в підготовці та реєстрації патентів;
- удосконалення системи фінансування інноваційної діяльності сільськогосподарських підприємств;
- запровадження податкового механізму, що дає певні пільги підприємствам, які розробляють і випускають інноваційну продукцію.

Сільськогосподарське виробництво на світовому рівні набуває глобального значення. Розробка та впровадження високих технологій, виробництво на їх основі більш якісної продукції, вихід з нею на світові ринки, розширення міжнародної інтеграції в цій сфері, стають для більшості промислово розвинених країн найважливішою стратегічною моделлю економічного зростання.

В українському сільському господарстві превалює здебільшого один напрям інноваційної діяльності - впровадження нових технічних засобів з метою здешевлення продукції, тобто збільшення її кількості та покращення зовнішнього вигляду з найменшими витратами задля завоювання нових ринків збуту. При цьому підприємства вважають другорядним дотримання вимог щодо якості та її безпечності.

Така розстановка пріоритетів негативно впливає на весь інноваційний процес, оскільки призводить до скорочення перспективних інноваційних напрацювань, а також недостатності інноваційного розвитку окремих суб'єктів. При придбанні науково-технічних досягнень у вигляді ліцензій на використання нових технологій українські підприємства надають перевагу вітчизняним розробкам. Це пояснюється вищою вартістю закордонної продукції інтелектуальної власності, ніж вітчизняної та особливими природно-кліматичними умовами. Сьогодні у виноградарстві України інноваційні процеси протікають із уповільненим ефектом, основною причиною чого є суперечливий характер сучасного етапу розвитку галузі, пов'язаний зі зниженням попиту населення на кінцеву продукцію, тобто продукцію виноробства. Проте основним напрямом сучасного етапу розвитку інноваційних процесів у виноградарстві України залишається системне відновлення ресурсного потенціалу на основі вже відомих і нових досягнень науки.

СЕКЦІЯ 4. МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЙ.

Андреев І.А. к. т. н., доцент, Ящук В.О.

*Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”, м. Київ*

ПРОЦЕС ФОРМУВАННЯ ПЛОСКИХ ФІБРОБЕТОННИХ ВИРОБІВ

Вступ. Дисперсне армування бетону є сучасним напрямком покращення практично всіх його фізико-механічних характеристик за рахунок залучення фібр у спільну роботу з бетоном при виникненні навантажень. Перспективним в цьому напрямку є віброекструзійне формування виробів, яке було розроблено у Національному технічному університеті України “Київський політехнічний інститут” (НТУУ «КПІ») і враховує особливості дисперсного армування. За цією технологією можна здійснювати виробництво тонкостінних будівельних виробів з повною або частковою заміною металевої арматури на будь-яку фіброву (у тому числі і відходи виробництва). При цьому виключається грудкування чи руйнування фібр при змішуванні і формуванні, підвищується ефективність використання фібр за рахунок можливості їх орієнтування у виробі, підвищується густина, зменшується маса кінцевого продукту і т. ін.

Проведені в НТУУ «КПІ» дослідження показали перспективність застосування грубих базальтових фібр при виготовленні фібробетонних шахтних затяжок замість їх залізобетонних аналогів. При цьому товщина виробів зменшується на 30...35 %, а маса – до 15...16 кг [1]. Для збільшення спроможності вигину затяжок необхідно більшу частину фібр (або більш міцні фібри) розташовувати у центральній частині плити. При цьому, у випадку застосування традиційного віброекструзійного обладнання, витрата суміші по перерізу роздавального вікна віброекструдера буде різною, що може призвести до розривів суцільності виробу.

Математичний опис процесу формування фібробетонних виробів

Процес плинності суміші в каналі бункера віброекструдера при формуванні тонкостінних фібробетонних плит можна моделювати плинном між плоскими збіжними нерухомими стінками (рис. 1).

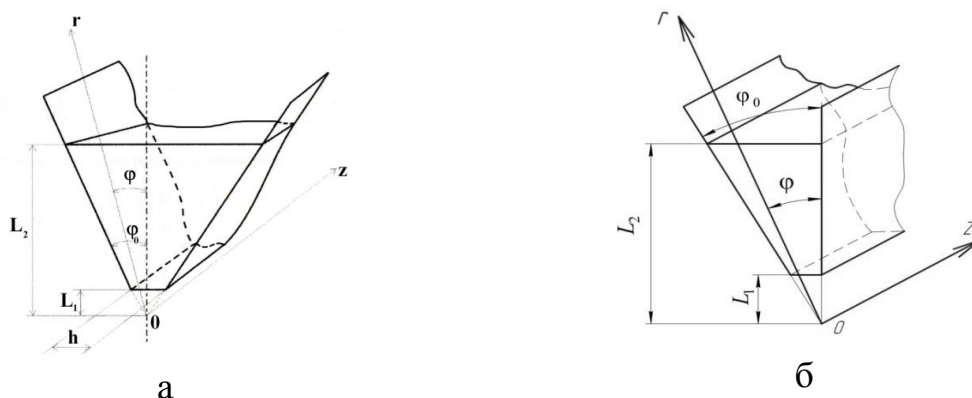


Рис. 1. Розрахункові схема плинності фібробетону у плоских симетричному (а) і несиметричному (б) каналах бункера віброекструдера

Для розрахунку продуктивності одиниці ширини симетричного каналу q була запропонована формула [2]:

$$q = \frac{\rho g L_1^2 L_2^2 \cos 2\varphi_0 - \sin 2\varphi_0}{2\mu_s \cos 2\varphi_0 \cos^2 \varphi_0 L_1 + L_2},$$

де φ_0 - кут нахилу похилої стінки каналу до вертикалі, рад. ($\varphi_0 < 45^\circ$); L_1 - відстань від початку координат до вихідного зрізу бункера, м; $L_2 - L_1$ - висота стовпа суміші в бункері, м; ρ - густина оброблюваної суміші, кг/м³; $g = 9,81$ м/с² - прискорення сили тяжіння; μ_s - вібров'язкість суміші, Па·с.

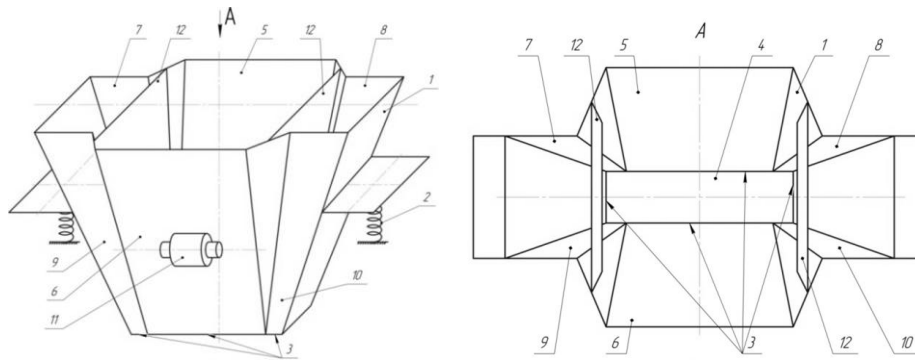
Продуктивність одиниці ширини несиметричного каналу можна визначити за такою формулою [3,4]:

$$q = - \frac{\rho g L_1^2 L_2^2}{2\mu_s \cos^2 \varphi_0 L_1 + L_2} \operatorname{tg} \varphi_0 - \varphi_0 .$$

Аналіз наведених вище формул показує, що продуктивність у плоских збіжних каналах збільшується з ростом кута нахилу похилої стінки каналу до вертикалі φ_0 . Ця закономірність була використана при розробці нової конструкції формуючого віброкструдера, який призначений для виготовлення плоских фібробетонних шахтних затяжок зі збільшеною кількістю фібр у середній частині виробів. Для покращення якості таких плит авторами було запропоновано нахили похилих стінок бункера віброкструдера до вертикалі на ділянках течії фібробетонних сумішей різних складів змінювати пропорційно величинам вібров'язкостей цих сумішей [5]. Таким чином досягається зменшення різниці в об'ємних витратах різних сумішей по перерізу роздавального вікна і, відповідно, покращення якості виробів.

Віброкструдер встановлюється на пружних зв'язках 2. Під час роботи у верхню частину бункера 1, порожнина якого розділена перегородками 12 на середню і дві бокові секції, завантажують фібробетонні суміші різного складу. У середню секцію подається суміш, що має більшу вібров'язкість (наприклад, більш насичена фібрами), ніж в бокових секціях. Внаслідок коливань, які передаються від збудника коливань 11 до стінок 5-10 і перегородок 12 бункера 1, фібробетонна суміш у бункері 1 розріджується і перетікає в напрямку роздавального вікна 4, одночасно переміщуючись за рахунок зсувних деформацій. Виконання нахилу похилих стінок 5, 6 більшим до вертикалі за нахил похилих стінок 7-10 призводить до вирівнювання швидкості віброкструзії по ширині плоского виробу. Похилі стінки 5-10 своїми нижніми крайками 3 утворюють прямокутне роздавальне вікно 4, виходячи з якого фібробетонна суміш отримує форму виробу (рис. 2).

Внаслідок особливостей віброкструзійного формування на межі різних ділянок плити утворюватимуться перехідні області з усередненими властивостями, що унеможливує виникнення концентрацій напружень у цих місцях і забезпечує потрібні характеристики матеріалу в різних місцях одержуваного виробу.



1 – бункер, 2 – пружні зв'язки, 3 – нижні крайки похилих стінок, 4 – роздавальне вікно, 5-10 – похилі стінки, 11 – збудник коливань, 12 – перегородки

Рис. 2. Віброекструдер для формування плоских фібробетонних виробів

Нове конструктивне рішення забезпечує зменшення різниці в об'ємній витраті суміші по перерізу роздавального вікна віброекструдера при виготовленні виробів з фібробетонних сумішей різних складів, за рахунок чого покращується якість плоских плит з регульованими фізико-механічними властивостями різних ділянок, що істотно розширює експлуатаційні можливості одержуваних виробів. У подальших дослідженнях планується розробити математичну модель плинину фібробетонної суміші у запропонованому авторами віброекструдері.

Література:

1. Андреев І.А. Віброекструзійне формування фібробетонних шахтних затяжок / І.А. Андреев, В.О. Ящук // Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання: ІХ міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених, (Київ, 24-26 листопада 2015 р.): тез. допов. – 2015. – С.65-66.
2. Андреев И. А. Процесс виброекструзии базальтобетона: дис. на соиск. учён. степ. канд. техн. наук : спец. 05.17.08 «Процессы и аппараты химической технологии». – К.: 1987. – 174 с.
3. Андреев І.А. Процес змішання фібробетонної суміші у плоскому збіжному несиметричному каналі при віброекструзії / Андреев І.А., Безугла Л.О. // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій / Міністерство освіти і науки України. – Одеса: 2008. – Вип.32, С.44-47.
4. Андреев І.А. Шляхи підвищення ефективності процесу віброекструзії фібробетону / Андреев І.А., Довжик М.Т. // Кераміка: наука и жизнь. – 2010. – № 2 (8). – С. 57-63.
5. Заявка на патент України. МПК (2016.01) B28B13/00. Віброекструдер для формування плоских фібробетонних виробів / Андреев І.А., Ящук В.О.; заявник і патентовласник вони ж. – № u 201601134; заявл. 10.02.2016.

Н.В. Жихарєва, к.т.н., **М.Г. Хмельнюк**, д.т.н. проф.

(Одеська національна академія харчових технологій, Одеса)

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

Системи кондиціонування повітря стали невід'ємною частиною нашого повсякденного життя. Їх мета забезпечити нормальні умови життєдіяльності в житлових і виробничих приміщеннях.

Споживання електричної енергії системами кондиціонування повітря в енергетичному балансі будівлі в теплий період займає провідне місце. Досить зазначити, що на кондиціонування одного квадратного метра площі будівлі витрачається від 30 до 70 Вт електроенергії. Тенденція зростання тарифів вимагає уважного ставлення до витрачання енергії і впровадження різних енергозберігаючих технологій в системах кондиціонування повітря.

Основні задачі систем кондиціонування: забезпечити дотримання санітарних норм життєзабезпечення комплексно включає в технологічний процес регулювання тиску, температури, вологості і чистоти повітря в приміщенні. Підтримка параметрів досягається за рахунок подачі припливного повітря, який проходить попередню обробку: нагрівання, охолодження, зволоження, осушення та забезпечення ефективного розподілення повітря.

Проектування енергоефективної системи кондиціонування повітря полягає в оптимізації енергетично взаємозалежних підсистем і складових в цілому як єдиної енергетичної системи й містить у собі:

1. визначення оптимальних архітектурно-планувальних, теплотехнічних або енергетичних параметрів окремих елементів з урахуванням взаємозв'язку між ними;
2. визначення оптимальних архітектурно-планувальних, теплотехнічних або енергетичних параметрів як єдиної енергетичної системи.

Проектування систем кондиціонування повітря потребує системного аналізу та синтезу з застосуванням методів математичного моделювання. Для цього систему кондиціонування повітря підрозділяємо на підсистеми й окремі елементи, для яких потім здійснюють кількісний аналіз на основі математичних моделей підсистем.

З практичної точки зору при аналізі системи виділяємо в ієрархічній схемі найближчі рівні, що описують поведінку основних підсистем і установок, якими є умовно неподільними одиницями: витяжна система загальної вентиляції; місцева система опалення; місцева система охолодження; місцева система зволоження; місцева система осушення; місцева система кондиціонування повітря та припливна система місцевої вентиляції.

Між окремими підсистемами нами встановлений функціональний взаємозв'язок. Вони взаємодіють між собою, з навколишнім середовищем, повітряним середовищем приміщення у вигляді матеріального та енергетичного обмінів.

Структурна схема взаємозв'язку визначальних чинників з основними операціями обчислення комплексу техніко-економічних показників. Нами розглянуті систематизовані групи визначальних чинників, де як сполучна ланка між визначальними факторами і техніко-економічними показниками використовується термодинамічна модель комплексу центральної системи кондиціонування повітря з холодильною установкою з урахуванням розподілення повітря.

Реалізація оптимізаційних розрахунків дозволить знизити енергетичні та капітальні витрати. Проектування енергоефективної системи кондиціонування повітря повинно здійснюватися при індивідуальному підході до кожного об'єкту, з врахуванням кліматичних та економічних показників.

Література

1. Табунщиков Ю.А. Бродач. М.М. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий. – М.: АВОК-ПРЕСС. – 2002. – 194 с
2. Жихарева Н.В. . Моделювання і оптимізація системи кондиціонування повітря – Одеса: «ТЭС», 2016. – 170 с + додатки
3. Жихарева Н.В. Перепека В.І., Хмельнюк М.Г. Енергозбереження при експлуатації припливних систем вентиляції і кондиціонування повітря // Холодильна техніка і технологія 2016. –Том.52 №2. – С. 62 – 65.
4. Брух С.В. Сравнительный анализ энергоэффективности мультизональных систем кондиционирования воздуха // СОК.— 2004. — № 2. С.14–18

А.Ю. Лагутін, д-р техн. наук, **П.Ф. Стоянов**, канд. техн. наук, **Я.П. Іванчук**, магістрант

Одеська національна академія харчових технологій

МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ ЕФЕКТІВ ПОТОКУ ПОВІТРЯ В МІЖРЕБЕРНОМУ КАНАЛІ КОНВЕКТИВНИХ ПОВЕРХОНЬ ТЕПЛООБМІНУ

Оребрені теплообмінні поверхні широко використовуються в різних галузях промисловості. Основним завданням при створенні сучасних теплообмінних апаратів з повітряним охолодженням є підвищення їх енергетичної ефективності. При експлуатації теплообмінних систем середовища, які обмінюються теплом, часто мають різні теплофізичні властивості. Це впливає на інтенсивність процесу теплопередачі і відповідно на габарити апарату. Збільшення теплотойому і компактності теплообмінників здійснюється за рахунок використання оребрених труб. Існуюча різноманітність розмірів та форм оребрених поверхонь свідчить про великий об'єм виконаних науково-дослідницьких робіт по удосконаленню повітряних теплообмінників.

Вивчити динамічні ефекти потоку повітря в міжреберних каналах складної конфігурації методами фізичного моделювання досить проблематично, як з точки зору постановки експерименту, так і часто через відсутність необхідного апаратного забезпечення. У даній роботі за допомогою методів математичного моделювання проаналізовано динаміку перебігу повітря в міжреберному каналі теплообмінної поверхні з похилими ребрами.

Виходячи з різноманіття моделей турбулентності, слід зауважити, що жодна з відомих моделей не є універсальною для всіх класів інженерних задач. Для розрахунку течії потоку повітря в міжреберному каналі була використана *k-ε Turbulence Model*, що представляє собою рівняння Нав'є-Стокса та залежні перемінні: кінетичну енергію турбулентності (*turbulence kinetic energy*) та швидкість дисипації (*dissipation rate of turbulence energy*).

Течія потоку повітря в міжреберному каналі конвективної теплообмінної поверхні представляє собою досить складний фізичний процес. При цьому інтенсивність процесів теплообміну нерозривно пов'язана з аеродинамічними

особливостями течії теплоносія. Проаналізований варіант одиночного трьохтрубного елемента пакету оребрених труб представлено на рис.1.

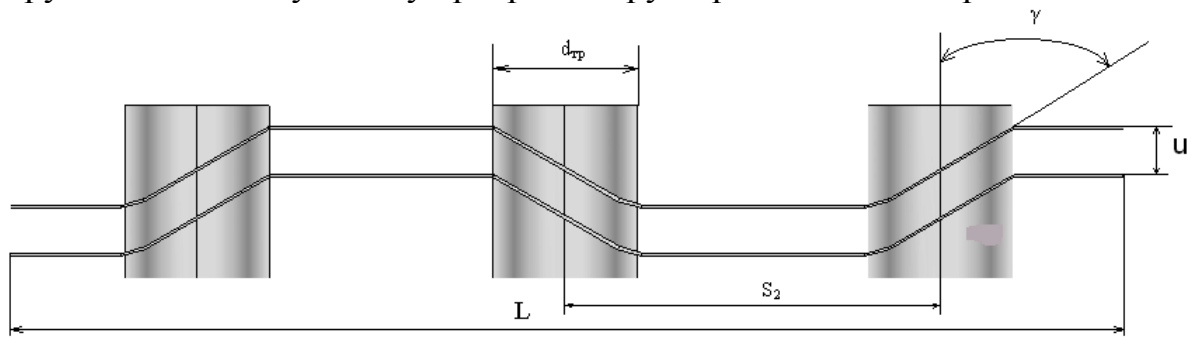


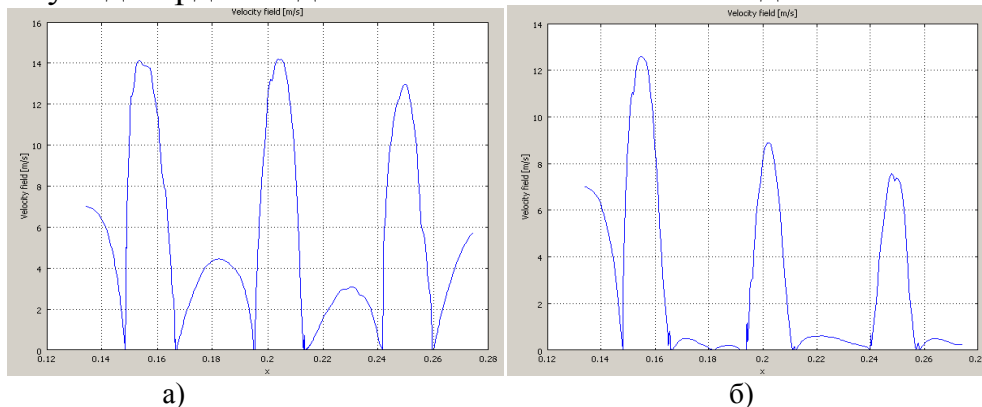
Рис.1. Одиночний трьохтрубний елемент пакету оребрених труб

За результатами проведеного дослідження було проаналізовано динамічні ефекти в міжреберному каналі при зміні відносного поздовжнього кроку труб пакету в діапазоні $S_2/d_{тр}=2,56\div 3,22$ та кута нахилу ребер відносно вісі труби $\gamma = (60 \div 90)^\circ$. Для всіх розглянутих варіантів оребрених поверхонь залишилися незмінними зовнішній діаметр труб $d_{тр}=18$ мм, крок ребер $u=4$ мм, висота ребра $h_p=14$ мм.

На основі отриманих даних математичного моделювання побудовані графіки зміни швидкості потоку повітря по довжині міжреберного каналу (рис.2).

Дослідження швидкісних характеристик потоку теплоносія дозволило вивчити динаміку зміни характеристик потоку по глибині міжреберного каналу в залежності від його конструктивного виконання. Доведено, що перехід до криволінійної конфігурації міжреберного каналу дозволяє додатково інтенсифікувати потік теплоносія, а також поліпшити обтікання теплоносієм «тіньових» зон поверхні ребра. Зміни швидкісного напору потоку повітря по колу труби біля основи ребер найбільш відчутні в їх кормовій зоні.

Верифікацію математичної моделі було проведено шляхом зіставлення результатів розрахунку у пакеті чисельного моделювання з результатами емпіричних досліджень добре вивчених традиційних оребрених поверхонь теплообміну. Результати проведеної процедури верифікації результатів чисельного експерименту підтвердили адекватність математичної моделі.



а) – кут нахилу ребра $\gamma=90^\circ$; б) - кут нахилу ребра $\gamma=60^\circ$

Рис.2. Графік зміни швидкості повітря по довжині міжреберного каналу

За результатами проведеного чисельного моделювання виявлено, що вже при куті нахилу ребра відносно вісі теплообмінної труби $\gamma = 85^{\circ}$ середньоінтегральне значення швидкості потоку повітря в міжреберному каналі суттєво збільшується і відбувається відчутна турбулізація вихрової доріжки за теплообмінною трубою. Виявлений ефект пояснюється тим, що при використанні похилого оребрення формується складний міжреберний канал. За рахунок цього в застійні зони міжреберного каналу відбувається примусовий "вдув" потоку повітря та загальне поліпшення умов обтікання поверхні теплообміну.

Минев А.Б. аспірант, **Косой Б.В.** д.т.н., проф.

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ГИБРИДИЗАЦИИ ДВУХ-ФАЗНЫХ СИСТЕМ ТЕРМОРЕГУЛИРОВАНИЯ МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Значения удельных тепловых потоков, характеризующих современные микропроцессоры, достигают сотен Вт/см². Уменьшение размеров и повышение мощности создает серьезные проблемы, связанные с отводом теплоты и поддержанием рабочих температур. В результате всё большего внимания требует исследование новых возможностей повышения энергетической эффективности термических переходов «корпус - охлаждающая система- окружающая среда», а внедрение новых технологий всё больше зависит от возможности рассеивания тепловых потоков выше 1000 Вт/см², которые ранее не были актуальными для устройств электроники. Системы воздушного охлаждения давно перестали удовлетворять потребности теплоотвода, что привело к активному развитию жидкостных систем, которые, в свою очередь, различаются по типу конвекции и фазовым переходам рабочего тела. Наиболее перспективными являются схемные решения, где для эффективного отвода теплоты от источника используется скрытая теплота фазового перехода жидкости. Двухфазные системы имеют широкий диапазон конструктивных возможностей для адаптации к любому из вариантов размещения силового электронного модуля.

Для определения научно-обоснованных принципов гибридации систем двухфазного терморегулирования был проведен сравнительный анализ способов охлаждения, результаты которого обобщены в таблице 1. Максимальная энергоэффективность системы терморегулирования достигается при объединении в единую схему двух и более методов охлаждения (таблица 1), что позволяет обеспечивать стационарный температурный режим теплового источника даже при критических значениях теплового потока (пиковая нагрузка, форсированный режим работы). Перспективной гибридной системой представляется тандем *микро/миниканального и струйного охлаждения*, где основную роль в теплоотводе при стационарном температурном режиме исполняет матрица мини/микроканалов, а при критических нагрузках – автоматически запускается струйное охлаждение, направленное непосредственно на источник тепла. Достоинством такой гибридной системы является простота конструктивной со-

вместимости при едином давлении в системе и небольшой объем рабочего тела, что способствует соблюдения требований компактности.

Таблица 1. Преимущества и недостатки способов охлаждения

Тип охлаждения	Преимущества	Недостатки
Охлаждение погружением	-простота конструкции, -высокая теплоотводящая эффективность (20-40% по сравнению с однофазными системами, 30-70 Вт/см ²), -малые энергозатраты	-конструктивная неприменимость в портативных системах, -большой объем хладагента, -зависимость от силы тяжести
Мини/микроканальное охлаждение	-высокая эффективность (до 100-250 Вт/см ²), -компактные габариты, - конструктивная применимость	-энергозатраты насоса, -нестабильность (засорение микроканалов), -нулевая эффективность при пиковых нагрузках (образование паровых пробок хладагента в микроканале)
Аэрозольное охлаждение	-стабильность охлаждения (80-120 Вт/см ²)	-высокое давление (1-15 бар), -повреждение поверхности (эрозия и коррозия), -нестабильность (засорение сопла)
Струйное охлаждение	-эффективность при пиковых нагрузках (70-110 Вт/см ²)	-высокое давление, -большой ударный импульс струи

Как вариант, можно использовать схему двустороннего охлаждения, где с одной стороны тепловой поток будет рассеиваться матрицей мини/микроканалов, а с другой - струей охлаждающей жидкости (рис.1). Такую систему можно откалибровать и автоматизировать под нестабильный температурный режим, не допуская перегревов дорогостоящих микропроцессоров, полупроводников или лазеров.

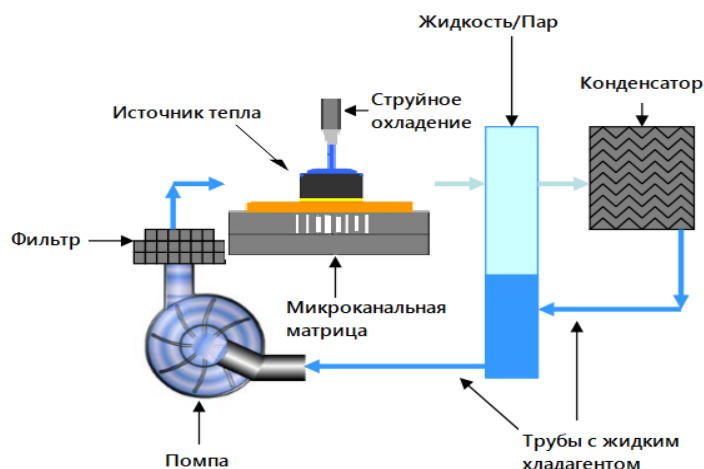


Рис.1. Принципиальная схема гибридной двухфазной системы терморегулирования

Таким образом, перспективы использования гибридных систем двухфазного терморегулирования, характеризующихся высокой энергетической эффективностью и гибкостью конструкции, определяются возможностью обеспечения высоких теплоотводов без проигрыша в компактности и надежности системы.

Балагура В.В., магистрант ф-та ЭТО и ТД

Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЧНА МОДЕЛЬ МОДУЛЬНОЇ СТРІЧКОВОЇ МІКРОХВИЛЬНОЇ СУШАРКИ

Для сучасних технологій сушіння характерне загострення трьох основних проблем: енергетична ефективність процесу вологовидалення, екологічна безпека технології сушіння та безпека отриманих висушених продуктів.

При всій різноманітності існуючих методів вологовидалення абсолютна більшість з них використовують конвекційний механізм енергопідводу. Використання замість нього електромагнітного мікрохвильового поля, вимагає нових підходів до конструювання та моделювання сушильних МХ апаратів, до принципів управління і контролю за процесом сушіння.

На кафедрі ПОтаЕМ було постановлено задачу отримати аналітичну модель і побудувати алгоритм розрахунку модульної стрічкової мікрохвильової сушарки. На рис. 1 приведена фізична схема переносу енергії в мікрохвильовій сушарці.

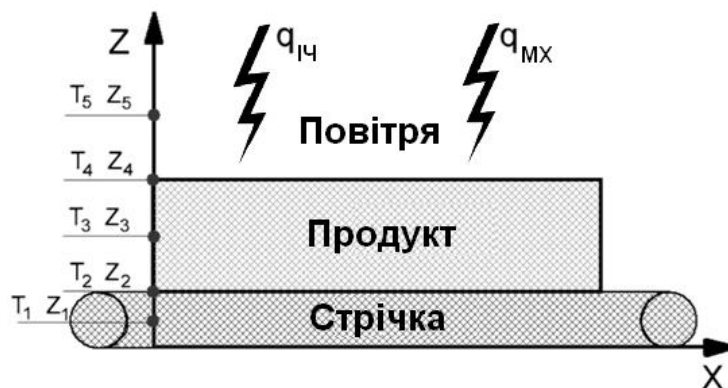


Рис. 1 – Фізична схема модульної мікрохвильової сушарки

Для моделювання була обрана одна секція сушарки, а сам процес сушіння був розглянутий відносно однієї осі (Z).

Приведемо рівняння, що описують протікаючі процеси по ділянках:

- 1) $Z > Z_4$ – Рівняння Нав'є-Стокса, рівняння енергії та рівняння сплосності;
- 2) $Z = Z_4$ – Граничні умови II і III роду;
- 3) $Z_4 < Z < Z_2$ – Рівняння енергії;
- 4) $Z = Z_2$ – Граничні умови IV роду;

5) $Z = Z_1$ – рівняння енергії.

Алгоритм розрахунку модульної стрічкової мікрохвильової сушарки потребує наступні вхідні данні: температура і витрати повітря (t_b, G_b), коефіцієнти теплопровідності та тепловіддачі продукту (λ_p, α_p), геометричні розміри каналу сушіння (l_k, b_k, h_k), товщина слою продукту (h_p), швидкість руху стрічки ($v_{тр}$), а також потужність мікрохвильового випромінювача ($q_{мв}$).

Спочатку розраховуються теплофізичні властивості повітря;

Одержавши кінетичний коефіцієнт в'язкості (ν) та число Прандтля (Pr) розраховується число Нусельта (Nu). Знаючи Nu знаходимо коефіцієнт тепловіддачі від повітря до продукту;

Виходячи з того, що процес є нестационарним далі розраховується число Біо (Bi) та безрозмірна температура тіла (θ);

Наприкінці розраховується число Фур'є з якого знаходиться час за який температура в нижній частині продукту стане заданою.

Література

1. Бурдо О.Г., Калинин Л.Г. Прикладное моделирование процессов переноса в технологических системах – Одесса: «Друк», 2008. – 348 с.

Бурдо О.Г., д.т.н., проф., **Резніченко Т.А.**, асп. **Ружицька Н.В.**, к.т.н., асистент
Одеська національна академія харчових технологій

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВАКУУМ-ВИПАРЮВАННЯ ЦУКРОВИХ РОЗЧИНІВ В УМОВАХ ДІЇ МІКРОХВИЛЬОВОГО ПОЛЯ

Концентровані і сухі екстракти смакових, ароматичних і біологічно активних речовин з дорогої рослинної сировини, мають тривалі терміни зберігання, зручні для транспортування та використання як у харчових і фармацевтичних виробництвах, так і в побуті.

В процесі концентрування екстрактів випарюванням їхня теплопровідність зі збільшенням вмісту сухих речовин зменшується. За рахунок цього у більшості існуючих випарних апаратів не забезпечується рівномірне підведення енергії до продукту, що веде до його «пригоряння», тобто термічному пошкодженню, а також знижує енергетичну ефективність процесу [1].

При мікрохвильовому підведенні енергія надходить безпосередньо до молекул води в продукті, оскільки сухі речовини як правило радіо прозорі. Осередки пароутворення виникають у всьому об'ємі і виконують функцію гріючої поверхні. Таким чином площа поверхні теплообміну повинна збільшуватись на порядки. Реалізується схема підведення енергії, яка показала високу ефективність у технологіях сушіння [2, 3].

Метою проведених досліджень було визначення впливу параметрів процесу (кількість підведеної енергії, тиск, поверхня випаровування) на швидкість видалення вологи з продукту і використання одержаних залежностей для побудови математичної моделі процесу і розробки інженерної методики розрахунку відповідного обладнання. Швидкість протікання процесів випарювання в умовах мікрохвильового підведення енергії визначається складними взаємодіями бага-

тьох факторів, врахувати які в одній універсальній для всіх випадків моделі неможливо. Отримати структуру критеріального рівняння для розрахунку мікрохвильових вакуум-випарних апаратів періодичної дії, можна методом аналізу розмірностей [4].

В загальному вигляді на продуктивність апарату за конденсатом v впливають кількість підведеної мікрохвильової енергії N , питома теплота пароутворення розчинника, який видаляється r , густина розчинника ρ , площа дзеркала продукту в апараті S , рівень продукту в апараті h , об'єм продукту V_{np} , тиск в апараті та навколишньому середовищі P та P_0 . Тоді отримуємо наступну залежність у загальному вигляді:

$$v = f(N, r, \rho, S, h, V_{np}, P, P_0). \quad (1)$$

Перелік параметрів наведено у табл. 1. Всі параметри складаються з трьох основних розмірностей: довжини (м), маси (кг) та часу (с). Скориставшись аналізом розмірностей можна функцію (1) замінити залежністю між числами подібності. За π -теоремою визначаємо кількість безрозмірних комплексів, які описують процес. Оскільки число змінних $n = 9$, число одиниць виміру $m = 3$, кількість безрозмірних комплексів, що описують процес дорівнює $(n - m) = 6$.

Таблиця 1

Список параметрів

Параметр	Символ	Розмірність
Продуктивність установки за конденсатом	v	$\text{м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$
Густина розчинника	ρ	$\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$
Площа поверхні продукту	S	м^2
Рівень продукту в апараті	h	м
Тиск в апараті	P	$\text{кг} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$
Базовий тиск	P_0	$\text{кг} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$
Потужність мікрохвильового поля	N	$\text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-3}$
Об'єм продукту	V_{np}	м^3
Питома теплота пароутворення розчинника	r	$\text{м}^2 \cdot \text{с}^{-2}$

Наведемо функцію у степеневому вигляді:

$$v = A N^a r^b \rho^c S^d h^e V_{np}^f P^g P_0^n. \quad (2)$$

Складаємо рівняння розмірностей:

$$\frac{\text{м}^3}{\text{с}} = \left(\frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^3} \right)^a \cdot \left(\frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} \right)^b \cdot \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right)^c \cdot \left(\text{м}^2 \right)^d \cdot \left(\text{м} \right)^e \cdot \left(\text{м}^3 \right)^f \cdot \left(\frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}^2} \right)^g \cdot \left(\frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}^2} \right)^n. \quad (3)$$

Склавши матрицю розмірностей для рівняння (2) об'єднуємо параметри за однаковими показниками степеня:

$$v \cdot r^{0,5} h^2 = A \cdot \left(\frac{N \cdot h^2 \cdot P_0}{r^{2,5}} \right)^a \cdot \left(\frac{\rho \cdot h^4 \cdot P_0}{r} \right)^c \cdot \left(\frac{S}{h^2} \right)^d \cdot \left(\frac{V}{h^3} \right)^f \cdot \left(\frac{P \cdot P_0 \cdot h^2}{r^2} \right)^g. \quad (5)$$

Комплекси, отримані у рівнянні (5) використовуємо для пошуку комбінацій, які дадуть структуру критеріального рівняння.

$$\frac{h^2 \cdot r^{0.5}}{\nu} \cdot \frac{N \cdot h^2 \cdot P_6}{r^{2.5}} \cdot \frac{r}{\rho \cdot h^4 \cdot P_6} = \frac{N}{\nu \cdot r \cdot \rho} = \text{Bu}. \quad (6)$$

$$\left(\frac{S}{h^2} \right) \cdot \left(\frac{h^3}{V} \right) = \frac{S \cdot h}{V} = F. \quad (7)$$

Комплекс F – враховує вплив площі поверхні пароутворення.

Вплив тиску враховується комбінацією:

$$\left(\frac{P \cdot P_6 \cdot h^2}{r^2} \right) \cdot \left(\frac{P_6^2}{r^2} \right) = \frac{P}{P_6} \quad (8)$$

Таким чином із застосуванням чисел подібності отримуємо наступне рівняння:

$$\text{Bu} = A \cdot (F)^n \cdot \left(\frac{P}{P_6} \right)^m, \quad (9)$$

Константи A , n , m визначаються експериментально.

Обробка масиву експериментальних даних дозволяє рекомендувати для розрахунку процесу випарювання у мікрохвильовому вакуум-випарному апараті наступне рівняння:

$$\text{Bu} = 4,33 \cdot F^{-1,93} \cdot \left(\frac{P}{P_6} \right)^{0,12} \quad (10)$$

Висновки: Встановлено, що на інтенсивність випарювання окрім енергопідведення і тиску також впливає площа поверхні випаровування. Температура продукту, який концентрують залежить не тільки від тиску в апараті, але й від кількості підведеної енергії і може значно перевищувати температуру кипіння. Визначальний вплив на інтенсивність випарювання чинять потужність електромагнітного поля та площа поверхні випаровування.

Література

1. Бурдо О.Г. Исследование вакуум-выпарных аппаратов нового типа / Бурдо О.Г., Ружицкая Н.В., Макаренко Т.А., Малашевич С.А. // Наукові праці ОНАХТ. – Вип. 45, Т.2. – Одеса, 2014. – С.212–214
2. Бурдо О.Г. Эволюция сушильных установок. – Одесса: «Полиграф», 2010. – 368 с.
3. Бурдо О.Г. Исследование модуля ленточной сушилки растительного сырья с комбинированным электромагнитным подводом энергии / Бурдо О.Г., Терзиев С.Г., Яровой И.И., Ружицкая Н.В.// Труды IV Международной научно-практической конференции «Современные энергосберегающие тепловые технологии (сушка и термовлажностная обработка материалов СЭТТ-2011)». – Т.1, Москва, 2011. – С. 422 – 426.
4. Бурдо О.Г., Калинин Л.Г. Прикладное моделирование процессов переноса в технологических системах: Учебник. – Одесса: Друк, 2008. – 348с.

А. Ю. Сакалюк, магистрант ф-та ЭТОиТД

Одесская национальная академия пищевых технологий

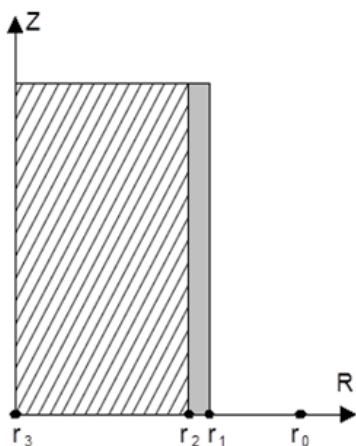
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА КОПЧЕНИЯ КОЛБАСЫ

Математическое моделирование технологических процессов дает возможность отобразить взаимосвязь между входными и выходными параметрами при помощи их моделей в виде функциональных зависимостей. Математическая модель процесса копчения колбасы представляет собой математический образ объекта и позволяет проводить анализ и исследование его поведения в различных условиях работы, не прибегая к натурному эксперименту.

Объектом моделирования – коптильная камера. Целью работы является разработать комплекс математических моделей для расчета времени, за которое в центре колбасного батона достигается регламентированная температура.

За рабочий участок принят колбасный батон, куда при помощи вентиляторов подается теплоноситель - горячая дымовоздушная смесь. На первом этапе разработки математической модели, была составлена схема переноса энергии.

Будем рассматривать процесс теплообмена в цилиндрической системе координат относительно одной оси (R). Соответственно, уравнения, описывающие протекающие процессы, также будут рассмотрены как одномерные.



На участке r_1r_0 вынужденная конвекция и соответственно уравнение Навье-Стокса, уравнение энергии и уравнение сплошности. В точке r_1 граничное условие III рода. На участке r_2r_1 теплопроводность оболочки описывается уравнением энергии. В точке r_2 граничное условие IV рода. На участке r_3r_2 процесс теплопроводности тела колбасного батона описывается уравнением энергии.

Так как оболочка имеет очень маленькую толщину, что не очень значительно повлияет на теплопроводность и на время, за которое температура в центре колбасы будет нужной температуры – примем, что колбаса однородный материал. В момент времени $\tau = 0$, колбаса входит в контакт с дымовоздушной смесью и температурой $t_{\text{двс}}$. Температурное поле колбасы начинает изменяться во времени.

Задача по определению времени, за которое температура достигнет заданного значения, решается следующим образом:

- вводят допущение, что все теплофизические характеристики во времени неизменны, а интенсивность переноса энергии на границе – постоянна;
- рассчитывается число подобия Био (Bi);
- рассчитывается безразмерная температура тела (θ);
- рассчитывается число подобия Фурье, из которого уже находится значение времени.

Итак, на основе предложенного алгоритма, можно разработать имитационную модель в среде Simulink MATLAB для расчета времени копчения колбасы, задавая только характеристики сырья, количество и размеры колбасного батона, расход и температуру дымовоздушной смеси и размер камеры.

С.С. Гудзь, магістрант

Одеська національна академія харчових технологій

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ В МАЛОГАБАРИТНОМУ ТЕПЛОАСОСНОМУ ВАКУУМНОМУ ДЕАЛКОГОЛІЗАТОРІ

На кафедрі АТПіРС ведуться роботи по створенню малогабаритного термоелектричного вакуумного деалкоголізатора в якому процес видалення алкоголю з продукту відбувається безпосередньо в початковій тарі – скляній пляшці. В рамках розробки конструкції та системи управління малогабаритним деалкоголізатором виникла необхідність математичного моделювання протікаючих в ньому теплових та тепломасообмінних процесів.

Пляшка з вихідним продуктом розміщена у теплоізолювану водяну баню являє собою випарник. В якому за рахунок створення розрідження алкоголь кипить при низьких температурах. Для підтримування режиму кипіння до випарника за допомогою термоелектричного перетворювача Пельте подається теплова енергія, що йде на підігрів води яка являється теплоносієм. За допомогою природної конвекції води у водяній бані відбувається перенос теплової енергії до пляшки з продуктом.

Об'єктом моделювання є процеси які протікають в випарнику малогабаритного термоелектричного вакуумного деалкоголізатора.

Ціллю роботи є розробка комплексу моделей для розрахунку проміжних параметрів процесів апарату під час його роботи та часу за який буде проведена деалкоголізація вина. Схема переносу енергії при протіканні процесів у випарнику представлена на рис.1.

Розглядаємо процес теплообмінна відносно 2 осей (R) та (Z). Рівняння описуючі процеси в апараті, також будуть розглядатися відносно цих двох осей.

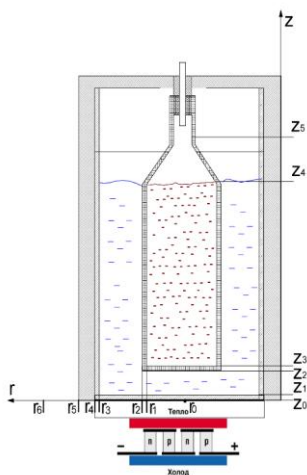


Рис.1 – схема переносу енергії

На ділянці r_0r_1 та z_3z_4 відбувається конвекція та кипіння, які описуються за допомогою рівняння Нав'є-Стокса, рівнянням енергії та рівнянням суцільності.

На ділянці r_0r_3 – відбувається природня конвекція води у водяній бані яка також описується за допомогою рівняння Нав'є-Стокса, рівнянням енергії та рівнянням суцільності.

На ділянках r_1r_2 , r_3r_4 , r_4r_5 , z_0z_1 , z_2z_3 – відбувається теплопровідність стінок пляшки, водяної бані та ізоляції яка описується за допомогою рівняння енергії. В точці r_4 гранична умова IV роду, а в точках r_1 , r_2 , r_3 , r_5 , z_1 , z_2 , z_3 – граничні умови III роду.

Очевидно, що за допомогою цих рівнянь не можливо реалізувати модель апарату, адже рівняння Нав'є-Стокса не вирішується. Тому необхідно провести коректні спрощення та замінити їх відповідними критеріальними рівняннями.

Метою розробленого алгоритму буде отримання часу за який буде проведена деалкоголізація, тобто розрахувати тепловий потік у вино та зміну об'ємної частки алкоголю в продукті.

Завдання по визначенню часу за який буде проведена деалкоголізація вирішується таким чином:

- розрахунок теплофізичних властивостей води та вина;
- приймається припущення, що тепловий потік у водяну баню постійний;
- розраховується тепловий потік який підігріває воду;
- розраховуються температури води у водяній бані;
- розраховуються втрати енергії в навколишнє середовище;
- розраховується тепловий потік що підводиться до вина;
- розраховується кількість випареного алкоголю за одиницю часу;
- зрівнюється поточне значення об'ємного вмісту алкоголю в продукті із заданим;
- розраховується час затрачений на деалкоголізацію.

Знаючи алгоритм вирішення цієї задачі, можна розробити імітаційну модель в середовищі Simulink MATLAB для розрахунку часу деалкоголізації, задаючи тільки характеристики сировини, об'єм продукту, концентрацію алкоголю в продукті, теплових потоків у баню та її параметри.

Кепин М.І., к. т. н., доцент

Одесская национальная академия пищевых технологий

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ ПЛОДОВ КОСТОЧКОВЫХ КУЛЬТУР

Задачей пищевой промышленности является переработка многокомпонентного сырья с целью выделения какого-то одного пищевого компонента. При переработке косточкового растительного сырья основным компонентом является запасующая ткань (мякоть), которая подается на последующую обработку, косточки представляют собой отходы.

На перерабатывающих предприятиях Украины разделение плодов на составляющие осуществляют по схеме, в которой после операций мойки и сортировки сырье подвергают тепловой обработке с целью разрушения межклеточных связей тканей плодов, а также связь между тканями и косточкой, где такая связь имеет место. Теплоносителем при этом в основном является насыщенный водяной пар, реже – горячая вода. В зависимости от вида сырья время обработ-

ки составляет (5...25) мин при температуре в диапазоне (96...122) °С. Тепловую обработку реализуют в аппаратах как периодического так и непрерывного действия. Их производительность колеблется в диапазоне (3000...4000) кг/ч, расход пара составляет от 150 до 450 кг/ч, масса – от 1700 до 2600 кг.

Необходимость выбора указанной схемы переработки косточковых плодов связана с конструкцией протирочных машин и финишеров, с помощью которых разваренное сырье разделяют на составляющие – полуфабрикат (мякоть) и отходы (косточки). Основным рабочим органом указанных машин является тонкостенное перфорированное сито, выполненное в форме цилиндрической обечайки. Толщина их стенки, в зависимости от диаметра отверстий перфорации, составляет (0,4...1,2) мм, что вызывает необходимость их монтажа в жесткие перфорированные оболочки. Указанные сита являются наиболее слабым звеном в конструкции протирочных машин и, особенно, финишеров.

Указанная схема переработки не отвечает современным требованиям ресурсо- и энергоэффективности, усложняет состав технологической линии, вызывает дополнительные затраты на эксплуатацию и обслуживание оборудования.

Альтернативным является способ переработки плодов косточковых культур в свежем состоянии после операций мойки и инспектирования с целью их разделения на полуфабрикат и отходы, исключая необходимость предварительной тепловой обработки. При этом конструкция машины, с помощью которой можно реализовать предлагаемый способ, аналогична конструкции протирочных машин. Отличие заключается в отсутствии тонкостенного сита, при этом разделение плодов на составляющие происходит в результате отделения мякоти от косточек кромками отверстий перфорированной обечайки, толщина стенки которой составляет не менее 2 мм.

Предлагаемый способ позволит:

1. Упростить машинно-аппаратурные схемы переработки косточковых культур на стадии предварительной подготовки.

2. Полуфабрикат, полученный способом отделения мякоти от косточек в предлагаемом способе, представляет собой растительную суспензию со свойствами текучести, состоящую из клеточного сока, фрагментов кожицы, клеточных стенок, механических и проводящих тканей. Для дальнейшей переработки такую смесь можно подвергать тепловой обработке, используя кожухотрубчатые подогреватели непрерывного действия, что позволит сократить как время обработки так и тепловые ресурсы.

3. Переработка плодов в свежем виде на этапе предварительной подготовки позволит максимально сохранить биопотенциал исходного сырья.

4. Предлагаемый способ позволяет получать косточки без нарушения исходных свойств, что является предпосылкой для получения в более широком диапазоне как пищевых так и непищевых продуктов.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1.

ЕКОЛОГІЧНИЙ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ

Бурдо О.Г. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОБ'ЄМНОГО ПІДВЕДЕННЯ ЕНЕРГІЇ.....	2
Терзієв С.Г., Левтринська Ю.О. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕПЛОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ РОЗЧИННОЇ КАВИ	3
Бурдо О.Г., Сиротюк И.В. ЭФФЕКТ НАПРАВЛЕННОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ	5
Трач А.Р., Тришин Ф.А., Бурдо О.Г. МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ВОДЫ	6
Перетяка С.М., Рейда О.Ю. ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ ОБОРОТНИХ КОШТІВ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ ГАЛУЗІ	8
Терзиев С.Г., Левтринская Ю.О. БИЗНЕС ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В ТЕХНОЛОГИЮ РАСТВОРИМОГО КОФЕ.	9

СЕКЦІЯ 2.

АЛЬТЕРНАТИВНА ЕНЕРГЕТИКА

Перетяка С.М., Саченко В.В., «ПАСИВНИЙ БУДИНОК» - ПРОРИВ У БУДІВНИЦТВІ.....	12
Чабанюк В.Р. НОВЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ, АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ	13
Смирнов Г.Ф., Зиков О.В., Різниченко Д.М. ВИБІР ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ТЕПЛОАНАСОСНОЇ ВАКУУМ ВИПАРНОЇ УСТАНОВКИ	14
Ананийчук Э.Ю. ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ	16
Бурдо О.Г., Давар Ростами Пур, Сиротюк И.В. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ ПОДВОДА ЭНЕРГИИ	17

СЕКЦІЯ 3.
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ

Терзиев С.Г., Левтринская Ю.О. ОСОБЕННОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ ПРИ МИКРОВОЛНОВОМ ЭКСТРАГИРОВАНИИ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ	19
Бедросов В.О., Хмельнюк М.Г., Яковлева О.Ю. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЦИКЛА КАСКАДНОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ РЕКОНДЕНСАЦИИ СЖИЖЕННЫХ НЕФТЯНЫХ ГАЗОВ «ЭНТРОПИЙНО - ЦИКЛОВЫМ» МЕТОДОМ.	21
Бандура В.М. ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ІНФРАЧЕРВОНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ ПЕРЕД ЙОГО ОБРУШЕННЯМ	22
Бурдо О.Г., Драгни Е.В., Давар Ростами Пур ФАЗОВЫЕ РАВНОВЕСИЯ, ЭНЕРГЕТИКА И КИНЕТИКА КРИОКОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ГРАНАТОВОГО СОКА	24
Альхури Юсеф, Терземан Е.Ф. ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ПОДВОДА ЭНЕРГИИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКСТРАГИРОВАНИЯ ИЗ ПЛОДОВ ШИПОВНИКА	26
Бурдо А.К., Боднар В. ВПЛИВ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК НА БІОЛОГІЧНУ АКТИВНІСТЬ ЕКСТРАКТУ З ЧОРНОПЛІДНОЇ ГОРОБИНИ	27
Маренченко Е.И. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ	29
Орловская Ю. В., Тришин Ф.А., Терзиев С. Г. ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ ДЕМИНЕРАЛИЗАЦИИ ВОДЫ	31
Каламан О.Б. ІННОВАЦІЙНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ВИНОРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ	32

СЕКЦІЯ 4.
МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЙ

Андреев І.А., Яшук В.О. ПРОЦЕС ФОРМУВАННЯ ПЛОСКИХ ФІБРО-БЕТОННИХ ВИРОБІВ	34
Жихарева Н.В., Хмельнюк М.Г. ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ	36
Лагутін А.Ю., Стоянов П.Ф., Іванчук Я.П. МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ ЕФЕКТІВ ПОТОКУ ПОВІТРЯ В МІЖРЕБЕРНОМУ КАНАЛІ КОНВЕКТИВНИХ ПОВЕРХОНЬ ТЕПЛООБМІНУ	38
Минев А.Б., Косой Б.В. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ГИБРИДИЗАЦИИ ДВУХФАЗНЫХ СИСТЕМ ТЕРМОРЕГУЛИРОВАНИЯ МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ	40
Балагура В.В. ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЧНА МОДЕЛЬ МОДУЛЬНОЇ СТРИЧКОВОЇ МІКРОХВИЛЬНОЇ СУШАРКИ	42
Бурдо О.Г., Резніченко Т.А., Ружицька Н.В. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВАКУУМ-ВИПАРЮВАННЯ ЦУКРОВИХ РОЗЧИНІВ В УМОВАХ ДІЇ МІКРОХВИЛЬНОГО ПОЛЯ	43
Сакалюк А. Ю. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА КОПЧЕНИЯ КОЛБАСЫ	46
Гудзь С.С. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ В МАЛОГАБАРИТНОМУ ТЕПЛОНАСОСНОМУ ВАКУУМНОМУ ДЕАЛКОГОЛІЗАТОРІ	47
Кепин М.І. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ ПЛОДОВ КОСТОЧКОВЫХ КУЛЬТУР	48

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ ПІДПРИЄМСТВА

Консалтингова лабораторія **ТЕРМА** (теплотехнології, енергоефективність, ресурсоефективність, 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 5 Міжнародних конференцій «Інноваційні енерготехнології»; 3 регіональних симпозіумах «Енергія. Бізнес. Комфорт»; 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@rambler.ru www.onaft.edu.ua