

well as diseases that arise under the influence of chemical factors, an analysis of occupational diseases at enterprises, depending on working conditions.

Key words: *professional morbidity, pathologies, harmful and dangerous productive factors, productive traumatism, analysis, statistics.*

УДК 664.7:621.3.029.6

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ МЕТОДИ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНА

О. Зиков, С. Орлова, Л. Овсянникова

Одеська національна академія харчових технологій

В даний час інтенсифікація технологічних процесів під впливом мікрохвильового випромінювання застосовується в багатьох промислових процесах. Мікрохвильове обладнання стає необхідним технологічним компонентом великих рентабельних виробництв. Не є винятком і процеси сушіння. За останні роки запропоновані нові варіанти сушильних установок, що використовують комбіновані методи енергопідведення, в тому числі і мікрохвильової енергії. Створені і починають застосовуватися мікрохвильові сушарки для харчових продуктів, зернових і олійних культур, в тому числі і для насінневого фонду, що виконують поряд з сушінням і дезінфекцію, знезараження продуктів сушіння від шкідливих бактерій, грибків, цвілі. Для реалізації мікрохвильового сушіння особливе значення має вибір режимних параметрів сушіння з урахуванням того, що зерно є біологічно активним об'єктом. Мікрохвильове сушіння дозволяє забезпечити підведення потужних потоків енергії до об'єкта сушіння і отримати значну інтенсифікацію випаровування вологи. Але одночасно відбувається також інтенсивне нагрівання продукту, що може погіршити його якість. Можливість підведення енергії по всьому перетину продукту надає можливість забезпечити випаровування вологи з внутрішніх шарів продукту, що особливо важливо в кінці сушіння, коли зона випаровування вологи значно поглиблена. Тому найбільшу ефективність сушіння можна отримати в комбінованих процесах, що використовують переваги різних способів сушіння, наприклад конвективного, а також застосування мікрохвильового та низькочастотного магнітного полів. В роботі наведено ефективні способи підведення енергії до зерна за допомогою теплових труб і мікрохвильового поля. Показано вплив спільної дії мікрохвильового і низькочастотного випромінювання на схожість зерен. Розглянуто шляхи підвищення енергетичної ефективності процесів передпосівної та післязбиральної термообробки зерна.

Ключові слова: *енергоефективність, тепла труба, мікрохвильова енергія, зерно, схожість, передпосівна обробка.*

Вступ. В сучасних умовах постійно зростаючої вартості енергії, дедалі гострішою стає проблема раціонального використання енергії. Удосконалення зернових і харчових виробництв в цьому напрямку може здійснюватися не тільки удосконаленням існуючого обладнання, його модернізацією або впровадженням імпортного, а також і створенням принципово нової

високоєфективної апаратури нового покоління і технології для якісно нових виробництв.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Багато років в ОНАХТ проводяться дослідження, присвячені ефективному використанню енергії. Ефективним шляхом вирішення таких проблем при термообробці зерна є використання в технологіях теплових труб. Теоретичними і експериментальними дослідженнями показана висока ефективність використання автономних двофазних випарного-конденсаційних модулів для утилізації теплоти теплових викидів. Використання високоєфективних методів підведення теплоносія за допомогою теплових труб і термосифонів дозволяє довести технологічні установки до високої енергетичної досконалості використання, утилізації та рекуперації теплоти, значно знизити витрати енергії. За допомогою термосифонів можлива реалізація ефективної теплопередачі від газів до зерна без їх змішування. Це дозволить отримати екологічно безпечні технології сушки при зниженні існуючого рівня витрати палива за рахунок рециркуляції теплоносія. Звісно ж, що можна здійснити пряму теплопередачу "газ - зерно" за допомогою ТС. Виграш може бути за рахунок того, що усувається проміжний теплоносій - повітря (рис. 1 а). Принципово такі апарати представляють прямокутні шахти з поперечним омиванням гравітаційним рухом шаром зерна конденсаційних ділянок термосифонів. Випарні ділянки обігріваються продуктами згоряння. Одна бокова стінка шахти межує з газоходом. У схемі поперечне обтікання шаром конденсаційних ділянок ТС сприяє ефективному перемішуванню зерна. У заготівельній системі АПК все більшої актуальності набувають проблеми зберігання зерна. Переваги термосифонів (автономність, можливість трансформації теплового потоку, низький термічний опір і т.п.) припускають доцільність використання ТС в технології зберігання зерна. В цьому випадку випарники ТС розміщуються в зерновій масі силосу, зерносховища. Конденсаційні ділянки ТС виводяться за стінки зерносховища (рис. 1, в).

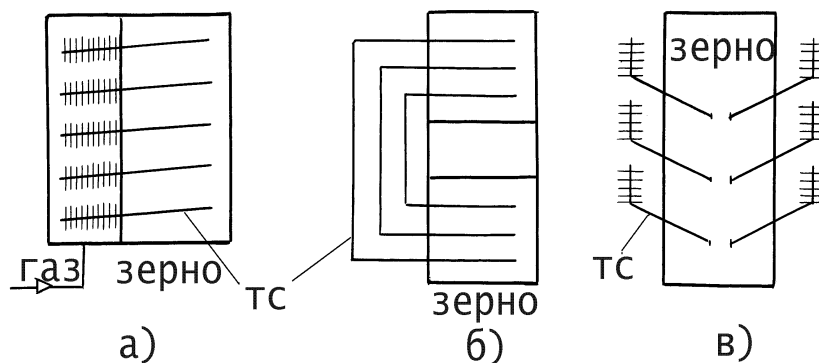


Рис. 1. Схеми обладнання на основі ТС

Тепловий потік із зернової маси за допомогою пучка ТС відводиться в навколишнє середовище. Оскільки ТС мають однобічну провідність, то можливо ефективне використання добових коливань температури для стабілізації температурних режимів в зерновій масі. Автономність ТС дозволяють відводити теплоту і в нічний час доби, коли температура повітря в

багатьох регіонах України достатня для зниження температури зернової маси до 7...14 °С. Ефективним шляхом комплексного підвищення енергоефективності при термообробці зерна є спільне застосування різних схем з термосифонного в зерносушильних технологіях. Так блокова зерносушарка, розроблена на кафедрі поеми, реалізує принцип підведення енергії безпосередньо до продукту, а також забезпечує глибоку рециркуляцію енергоносія [1]. Запропоновані системи охолодження сипучих продуктів забезпечують відведення тепла саме з тих місць, де є перегрів, тобто з середини шару продукту. Таким чином адресний підведення енергії туди, де вона потрібна дозволяє значно підвищити енергоефективність процесів за рахунок відсутності втрат енергії з проміжним теплоносієм, зменшення перегріву або переохолодження зовнішніх шарів продукту і, відповідно витрат енергії на цей процес. Також одним з методів ефективної доставки енергії до продукту є використання мікрохвильового електромагнітного поля (МХ ЕМП). Доцільність застосування МХ ЕМП в харчовій промисловості, медицині, фармакології в даний час визначена досить ясно. Можливі області застосування мікрохвильової енергії виявлені порівняно недавно, і перехід від експериментальної перевірки результатів до широкого господарського застосування ще не відбувся. Однак перспективність даного напрямку очевидна. Зокрема, доведено, що в основі МХ-обробки зерна лежить енергетичний вплив електромагнітного поля на клітинну структуру зерна, при якому відбувається своєрідне "включення" механізмів зростання, що забезпечує дружні сходи, силу росту і, нарешті, підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Мікрохвильове поле використовується для видалення вологи з сипких матеріалів, для отримання заданої вологості насіння зернових і олійних культур, в тому числі насінневого фонду, а також виконує дезінфекцію, знезараження продукту сушіння від шкідливих бактерій, грибків, в тому числі цвілі [1]. За допомогою використання мікрохвильового випромінювання можна АПК (рис. 2).

Мета досліджень: Вивчення методів термічної обробки зерна для підвищення енергетичної ефективності процесів передпосівної та післязбиральної обробки зерна. Для цього необхідно вирішити наступні задачі: пізнати фізичну сутність способів підведення енергії до зерна за допомогою теплових труб і мікрохвильового поля і науково обґрунтованого їх ведення у виробництві; визначити вплив спільної дії мікрохвильового і низькочастотного випромінювання на схожість зерен.

Результати досліджень. Для реалізації мікрохвильового сушіння особливе значення має вибір параметрів процесу сушіння з урахуванням того, що зерно є біологічно активним об'єктом. Рішення проблеми сушильних технологій і поставлених завдань вимагає використання енергії тільки на нагрівання зерна і незначної кількості енергії на видалення вологи за межі сушильної камери, а також використання м'яких режимів сушіння зерна.



Рис. 2. Використання мікрохвильової технології в АПК.

Для того, щоб забезпечити зняття вологи одночасно з зовнішніх і внутрішніх шарів зернівки необхідно комбінувати традиційне сушіння з сушінням зерна на мікрохвильовому обладнанні. Варіантом реалізації комплексного підходу до сушіння зерна може бути комбіноване взаємодія фізичних факторів, які забезпечуються електромагнітним полем і псевдозрідженням шару шляхом продувки його повітрям з навколишнього середовища. Такий підхід характеризується системою показників, які дозволяють зменшити енергетичні витрати, скоротити тривалість сушіння зерна, поліпшити екологічний стан навколишнього середовища. Одним з перспективних напрямків є використання сумарного ефекту послідовної дії МХ-поля і низькочастотного магнітного поля (НЧ ЕМП) [2-4]. При цьому зменшаються енергетичні витрати на обробку, вартість установки в зв'язку з використанням менш потужних генераторів мікрохвильового діапазону, які не вимагають застосування системи рідинного охолодження. Результати лабораторної схожості та енергії проростання, отримані після спільної обробки при розроблених режимах і пророщування зерна деяких культур, наведені в табл. 1. Експерименти виконувалися на установці, призначеної для електромагнітної біостимуляції передпосівної обробки зернового матеріалу «Біостим-2». Живлення установки здійснювалося від мережі змінного струму 220 В 50 Гц, споживана потужність не перевищувала 2000 Вт. Обробку зернових культур здійснювали імпульсним синусоїдальним магнітним полем частотою 50 Гц при величинах імпульсного магнітного поля величиною 2,5; 5 і

10 мТс. Були проведені експерименти з послідовною передпосівної обробки зерна різних культур з метою стимуляції їх посівних якостей мікрохвильовим і низькочастотним електромагнітним полем (НЧ ЕМП), які підтвердили позитивний ефект. Лабораторні дослідження з передпосівної обробки зерна НЧ ЕМП були проведені при різних резонансних частотах з наступним його пророщуванням, визначенням схожості і енергії проростання і показали, що при рекомендованих режимах обробки схожість і енергія проростання зростає на 15...20 % у порівнянні з контрольними зразками. Слід зазначити, що МХ ЕМП є більш ефективним для знищення насінневої інфекції, ніж низькочастотне ЕМП.

Таблиця 1. Зміна енергії проростання та лабораторної схожості в залежності від виду передпосівної обробки

Культура	Вид ЕМП	Енергія проростання, %	Лабораторна схожість, %
Соя рядова	контроль	48	53
	МХ ЕМП	64	66
	<i>НЧ+ МХ ЕМП</i>	68	70
Кукурудза	контроль	45	63
	МХ ЕМП	54	71
	<i>НЧ+ МХ ЕМП</i>	63	78
Ячмінь рядовий	контроль	42	53
	МХ ЕМП	54	65
	<i>НЧ+ МХ ЕМП</i>	58	74
Соняшник	контроль	76	80
	МХ ЕМП	85	88
	<i>НЧ+ МХ ЕМП</i>	87	92
Пшениця	контроль	68	72
	МХ ЕМП	88	90
	<i>НЧ+ МХ ЕМП</i>	90	92

Виявлено, що ефект післядії при мікрохвильовій обробці зберігається більш тривалий час, ніж при низькочастотному методі впливу на зерно різних культур. Подальше підвищення ефективності мікрохвильової обробки зерна можливо за рахунок використання механічної вібрації. Спільний вплив механічної вібрації та мікрохвильової обробки значно знижує нерівномірність розподілу енергії в робочій камері [5, 6].

Висновки: Аналізуючи дані показники можна зробити висновок про можливість підвищення ефективності технологій передпосівної та післязбиральної обробки зерна при використанні технологій спрямованої енергетичної дії. Наведені дані показують, що конвективно-мікрохвильове сушіння дозволяє не тільки інтенсифікувати процес, але й здійснює біостимуляцію насіння, підвищуючи їх схожість на 18...20 % у порівнянні з контрольними зразками. Причому кращий ефект надає спільна дія мікрохвильового і низькочастотного електромагнітних полів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бурдо О.Г. Эволюция сушильных установок: Монография. – Одесса: «Полиграф», 2010. 368 с.

2. Калинин Л.Г., Панченко Г.И., Орлова С.С. Сравнительные характеристики микроволновой и низкочастотной магнитной обработки семян перед посевом // Хранение и переработка зерна. – 2004, № 5, с. 25-27.

3. Калінін Л.Г., Орлова С.С., Методика оцінки режимних параметрів мікрохвильової обробки сипких систем // Хранение и переработка зерна, 2004, № 8. С. 34-36.

4. Калінін Л.Г., Малиновський В.В., Орлова С.С. Експлуатаційні показники мікрохвильового пристрою “Мікростім-2” для передпосівної обробки насіння // Наукові праці ОНАХТ. Одеса: 2004, вип. 27. с. 265-268.

5. Калинин Л.Г., Орлова С.С. Облік нерівномірності розподілу електромагнітного поля в апараті для мікрохвильової обробки зерна // Зернові продукти і комбікорми. 2005, № 2, с. 48-50.

6. Орлова С.С. Мікрохвильова обробка зерна під час руху у віброканалі. Автореф. канд. техн. Наук. – Одеса, ОНАХТ, 2006. – 18 с.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА

Зыков А., Орлова С., Овсянникова Л.

В настоящее время интенсификация технологических процессов под влиянием микроволнового излучения применяется во многих промышленных процессах. Микроволновое оборудование становится необходимым технологическим компонентом крупных рентабельных производств. Не является исключением и процессы сушки. За последние годы предложены новые варианты сушильных установок, использующих комбинированные методы энергоподвода, в том числе и микроволновой энергии. Созданы и начинают применяться микроволновые сушилки для пищевых продуктов, зерновых и масличных культур, в том числе и для семенного фонда, выполняющие наряду с сушкой и дезинфекцию, обеззараживание продуктов сушки от вредных бактерий, грибов, плесени. Для реализации микроволновой сушки особое значение имеет выбор режимных параметров сушки с учетом того, что зерно является биологически активным объектом. Микроволновая сушка позволяет обеспечить подведение мощных потоков энергии к объекту сушки и получить значительную интенсификацию испарения влаги. Но одновременно происходит также интенсивное нагревание продукта, что может ухудшить его качество. Возможность подвода энергии по всему сечению продукта позволяет обеспечить испарение влаги из внутренних слоев продукта, что особенно важно в конце сушки, когда зона испарения влаги значительно углублена. Поэтому наибольшую эффективность сушки можно получить в комбинированных процессах, использующих преимущества разных способов сушки, например конвективного, а также применение микроволнового и низкочастотного магнитного полей. В работе приведены эффективные способы подвода энергии к зерну с помощью тепловых труб и микроволнового поля. Показано влияние совместного действия микроволнового и низкочастотного излучения на сходство зерен. Рассмотрены пути повышения энергетической эффективности процессов предпосевной и послеуборочной

термообработки зерна.

Ключевые слова: энергоэффективность, тепловая труба, микроволновая энергия, зерно, всхожесть, предпосевная обработка.

THE ENERGY EFFICIENCY TECHNIQUE OF THERMAL PROCESSING OF GRAIN

Zykov A., Orlova S. , Ovsiannykova L.

The methods of energy efficiency increasing of pre- and post-harvest thermal processing of grain are considered. The effective ways to deliver energy to the grain using heat pipes and microwave field are given. The effect of combined action of microwave and low-frequency radiation on the grain germination is shown. Currently, the intensification of technological processes under the influence of microwave radiation is used in many industrial processes. Microwave equipment is becoming a necessary technological component of large profitable industries. The process of drying is no exception. In recent years, new versions of dryers have been proposed that use combined methods of energy supply, including microwave energy. Microwave dryers for foodstuffs, grains and oilseeds, including those for seed stock, have been created and are beginning to be used, along with drying and disinfection, disinfection of drying products from harmful bacteria, fungi, and mildew. For the implementation of microwave drying of particular importance is the choice of regime parameters of drying, given the fact that the grain is a biologically active object. Microwave drying allows you to provide a powerful flow of energy to the object of drying and to obtain a significant intensification of moisture evaporation. But at the same time there is also an intense heating of the product, which can degrade its quality. The possibility of supplying energy throughout the cross section of the product allows for the evaporation of moisture from the inner layers of the product, which is especially important at the end of drying, when the zone of evaporation of moisture is significantly deeper. Therefore, the highest drying efficiency can be obtained in combined processes that take advantage of various drying methods, such as convective, as well as the use of microwave and low-frequency magnetic fields. The paper presents effective ways to supply energy to the grain using heat pipes and a microwave field. The effect of the combined action of microwave and low-frequency radiation on grain similarity is shown. Ways to improve the energy efficiency of the processes of preseeding and post-harvest heat treatment of grain are considered.

Key words: energy efficiency, heat pipe, microwave energy, grain, germination, presowing treatment.