



**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА  
АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**



**ЕНЕРГІЯ. БІЗНЕС. КОМФОРТ**



**Одеса  
2019**

## ЕНЕРГІЯ. БІЗНЕС. КОМФОРТ

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 (26 грудня 2018 р.). – Одеса: ОНАХТ, 2019. – **88** с.

У збірнику подано тези доповідей науково-практичної конференції.

Збірник містить тези пленарних доповідей, доповідей по енергетичному та екологічному менеджменту (секція 1), альтернативній енергетиці (секція 2), енергоефективним технологіям та обладнанню (секція 3), моделюванню енерготехнологій (секція 4) та тези доповідей молодих вчених (секція 5).

УДК [620.9:628.87]:334.723

ББК [620.9:628.87]:334.723

© Одеська національна академія  
харчових технологій, 2019

**ЕНЕРГІЯ. БІЗНЕС. КОМФОРТ**

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

**ЕНЕРГІЯ. БІЗНЕС. КОМФОРТ**

Матеріали науково-практичної конференції

26 грудня 2018 року

Одеса

2019

Самые высокие значения показателя (do) в установках блочного вымораживания, разработанных в ОНАПТ.

Технологический аспект работы подтверждает, что инновационные технологии ОНАПТ микроволновой вакуумной выпарки и сушки обеспечивают высокую степень сохранения пищевого потенциала сырья.

**Бурдо О. Г.**, д.т.н., проф. (ОНАПТ, г. Одесса)

**Войтенко А. К.**, к.т.н., доц. (ОНАПТ, г. Одесса)

**Гаврилов А. В.**, к.т.н., доц. (АБиПП «КФУ им. И.В. Вернадского», г. Симферополь)

## МЕТОДИКА СРАВНЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ

Разработанная в 70-е годы прошлого столетия Глобальная прогнозная модель «Римского клуба» [1] определила приоритеты развития человечества в XXI веке. Согласно этой модели, острыми проблемами станут нехватка энергоресурсов, ухудшение экологии, нехватка пищи. В настоящее время человечество активно ищет решение проблемы энергетической эффективности.

В энергетическом балансе экономики агропромышленный сектор занимает лидирующие позиции при крайне низкой эффективности использования ресурсов. Наиболее энергоемкими в пищевой и перерабатывающей промышленности являются технологии сушки. Используются в основном конвективные способы сушки. Именно сушка в значительной степени определяет и качество готового продукта, и затраты на расходы энергии.

Удаление влаги – одна из основных задач в пищевых технологиях. Применяются два принципа: выпаривание и сушка. Казалось бы, у этих процессов одинаковые задачи - перевести в пар влагу. Но затраты энергии на удаление единицы влаги оказываются существенно разными. Если энергетический КПД самого несовершенного процесса выпарки 85%, то лучшие сушильные технологии не превышают 40%. Причины в том, что в конвективных сушилках задача достижения высоких значений коэффициентов массопереноса решается путем увеличения скорости (расхода) сушильного агента. Однако повышение расхода приводит к пропорциональному росту потерь теплоты в окружающую среду. Эти противоречия не имеют практического решения, и резервы энергоэффективности в конвективных сушилках исчерпаны [2]. Нерешенные проблемы возникают при сравнении энергоэффективности электротехнологий и теплотехнологий, поскольку используются различные виды энергии; отсутствуют объективные показатели эффективности использования энергии в различных технологиях обезвоживания сырья. Эксергетические методы удобны только для термодинамического анализа,

экономические показатели для условий Украины – не стабильны. Известные методы энергетического менеджмента, которые оперируют коэффициентом удельного энергопотребления (КУЭ), и удельным расходом энергии на 1 кг удаленной влаги (J), не дают корректные результаты. Поэтому актуален вопрос развития научных основ и методов энергетического менеджмента для объективного сравнения энергетической эффективности технологий. Строгих методов оценки энергетической эффективности, особенно для инновационных энерготехнологий, нет.

Классификация процессов обезвоживания определяет 2 способа удаления влаги: путем перевода ее в пар и путем перевода ее в лед. Затраты энергии на удаление 1кг влаги при выпарке составляют 1,5-2,8 МДж, при сушке 4-7 МДж, а при вымораживании 1,15 МДж. При этом, физически необходимые затраты энергии на процесс удаления 1 кг влаги в виде пара составляют 2,3 МДж, а в виде льда - 0,33 МДж.

В основе предлагаемой методологии положена следующая гипотеза: «объективные результаты при сравнении эффективности использования энергии при переработке сырья можно получить на основе системного анализа всей цепи конверсии энергии от топлива до готового продукта».

На основе предложенной гипотезы предлагается оперировать в расчетах базовыми характеристиками источника энергии, например, топлива с теплотой сгорания 40 МДж/кг. Т.е. 1кг нефтяного эквивалента (кг н.э.) выделяет энергию в 40 МДж/кг н.э.

Для проведения анализа вводятся показатели эффективности использования энергии топлива:

- доля полезной в процессе энергии;
- соотношение кг удаленной влаги к кг н.э.:

$$d_0 = \frac{\text{кг удаленной влаги}}{\text{кг нефтяного эквивалента}}$$

Таблица 1.

**Сравнение традиционных и предложенного показателей энергоэффективности различных технологий обезвоживания**

№	энерготехнология	КУЭ, МДж/кг влаги	J, МДж/кг н.э.	d <sub>0</sub> , кг в/кг н.э.
1	сушка традиционная	4 - 7	4 - 9	1 - 3
2	сушка в ЭМП	2 - 4	10 - 20	5 - 6
3	выпарка + сушка традиционная	2,8	8 - 20	3 - 6
4	выпарка в ЭМП	2,7	10 - 20	3,5 – 7,5
5	криоконцентрирование	1,1	24	20 - 21
6	блочное вымораживание	0,3 – 0,7	35	50 - 100

Получение сухих концентратов проводится, как правило, в два этапа. В работе анализируется вариант, когда количества удаленной влаги и при выпарке, и при сушке равны. В этом случае инновационная технология требует затрат топлива на 6% меньше. По мере повышения доли сушки, эффективность микроволновой вакуумной выпарной установки (МВУ) будет расти. Часто главным приоритетом является максимальное сохранение в готовом продукте пищевого потенциала сырья. В этом случае, традиционная сушка не может конкурировать с предложенной схемой МВУ.

Предложенная методология принята при оценке эффективности использования энергии в традиционных технологиях сушки и выпаривания и предложенных в ОНАПТ методов сушки и выпаривания в электромагнитном поле (ЭМП) [2]. Выполнено сравнение традиционных принципов криоконцентрирования и разработанного в ОНАПТ аппарата блочного вымораживания. Результаты анализа представлены в таблице 1.

**Выводы.** Методологический аспект работы заключается в том, что предложен универсальный показатель (do) энергетической эффективности системы, который не зависит от термодинамической специфики и колебаний цен на энергоносители. Показатель отражает отношение масс выходной величины (удаленной влаги) к входной (топлива). Энергетический аспект подтверждает, что электромагнитные технологии выпаривания практически не уступают традиционным по показателю (do). Инновационные технологии ОНАПТ блочного вымораживания полностью сохраняют вкус, цвет, аромат и остальные компоненты пищевого потенциала сырья.

### Литература

1. Gabor D., Colombo U., King A. S. Beyond the age of waste: a report to the Club of Rome. – Elsevier, 2016. 258 p.
2. Бурдо О. Г. и др. Технологии селективного подвода энергии при выпаривании пищевых растворов //Проблемы региональной энергетики. – 2017. – №. 1. – С. 100-109.

**Бурдо О.Г.**, д.т.н., проф. (ОНАХТ, г. Одесса)

**Гаврилов А.В.**, к.т.н., доц. (АБиПП «КФУ им. И.В. Вернадского», г. Симферополь)

**Давар Ростами Пур** (комания D.R.P. Group, г. Тегеран, Иран)

## РЕЗЕРВЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО РАЗДЕЛЕНИЯ

Низкотемпературные технологии разделения пищевых жидкостей начали развиваться после 1950г. К 1990г удельные затраты энергии криотехнологий (КТ1) на выделение 1 кг льда из раствора достигли 1,1 МДж. А это ощутимо меньше, чем даже у 7- ступенчатых вакуум-выпарных установок. Вместе с тем, с 1985г появились разработки ОНАПТ вымораживающих установок блочного типа (КТ2), у которых параметр j достигал 0,7 МДж на 1кг льда. В установках третьего и четвертого поколения этот параметр имел значения, соответственно, 0,4 и 0,3 МДж на 1кг льда.

<i>Авдєєва Л. Ю., Макаренко А. А.</i> Інтенсифікація технологічних процесів методом дискретно-імпульсного введення енергії .....	31
<i>Возняк А. В., Омельченко О. В., Шеїна А. В.</i> Шляхи зниження енергоспоживання холодильних машин .....	34
<i>Чалаєв Д. М., Шматок О. І., Грабова Т. Л., Сильнягіна Н. Б.</i> Розробка енергоефективних кожухотрубних теплообмінників для використання в системах геотермального теплопостачання .....	36
<i>Уланов М. М., Уланов М. М.</i> Порівняльний аналіз використання теплових насосів на АЕС .....	38

#### СЕКЦІЯ IV

##### Моделювання енерготехнологій

<i>Бурдо О. Г., Мордынський В. П., Светличний П. И., Пилипенко Е. А.</i> Системний аналіз енерготехнологій обезвоживання пищевого сировья .....	41
<i>Бурдо О. Г., Войтенко А. К., Гаврилов А. В.</i> Методика сравнения энергетической эффективности различных технологий обезвоживания .....	43
<i>Бурдо О.Г., Гаврилов А.В., Давар Ростами Пур</i> Резервы энергетической эффективности технологий низкотемпературного разделения .....	46
<i>Поварова Н. М., Мельнік Л. А.</i> Технологічні та енергетичні переваги сушіння м'яса птиці в умовах вакууму й мікрохвильового поля .....	48
<i>Янаков В.П., Янакова О.</i> Особенности энергозатрат при замесе теста ..	50
<i>Турчина Т. Я., Жукотський Е. К.</i> Можливості підвищення енергоефективності розпилювальної сушарки для солодових екстрактів .....	52
<i>Маркова Т. Д.</i> Використання джерел енергії навколишнього середовища тепловими насосами як перспективний шлях вирішення питань теплозабезпечення .....	53
<i>Шаркова Н. О., Жукотський Е. К., Турчина Т. Я., Декуша Г. В., Костянець Л. О.</i> Підвищення біодоступності полісахаридів плодового тіла лікувального та їстівного гриба шийтаке .....	55
<i>Хорольський В. П., Возняк А. В., Шеїна А. В.</i> Інноваційні технології в сфері кондиціонування повітря .....	56

#### СЕКЦІЯ V

##### Роботи молодих вчених та аспірантів

<i>Сиротюк И. В.</i> Моделирование механо диффузии В процессах тепломассопереноса .....	58
---	----

НТБ ОНАХТ

Підписано до друку 06.02.2019.  
Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 5  
Наклад 500 прим. Замовлення № 1879  
Надруковано РВЦ «Технолог»

## ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ ПІДПРИЄМСТВА

Консалтингова лабораторія **ТЕРМА**  
(теплотехнології, енергоефективність, ресурсо-ефективність,  
менеджмент енергетичний, аудит енергетичний)

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

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

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

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

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

Одеська національна  
академія харчових  
технологій

консалтингова  
лабораторія  
**ТЕРМА**

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