

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

ЗБІРНИК ПРАЦЬ

XVII Міжнародної наукової конференції
**«УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ І
ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ ТА
ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»**

3-8 вересня 2018 р.



**ОДЕСА
2018**

Публікуються доповіді, представлені на XVII Міжнародній науковій конференції «Удосконалення процесів і обладнання харчових та хімічних виробництв» (3 – 8 вересня 2018 р.) і присвячені актуальним проблемам підвищення енергоефективності в сфері АПК, харчових та хімічних виробництвах, розробки та впровадження ресурсо-та енергоефективних технологій та обладнання, альтернативних джерел енергії.

Редакційна колегія:

Доктор техн. наук, професор
Кандидат техн. наук

О.Г. Бурдо
Ю.О. Левтринська

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ОРГКОМІТЕТ

Єгоров <i>Богдан Вікторович</i>	– голова, Одеська національна академія харчових технологій, ректор, д.т.н., професор
Бурдо <i>Олег Григорович</i>	– вчений секретар, Одеська національна академія харчових технологій, д.т.н., професор
Атаманюк <i>Володимир Михайлович</i>	– Національний університет «Львівська політехніка», д.т.н., професор
Васильєв <i>Леонард Леонідович</i>	– Інститут тепло- і масообміну ім. А.В. Ликова, Республіка Білорусь, д.т.н., професор
Гавва <i>Олександр Миколайович</i>	– Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
Гумницький <i>Ярослав Михайлович</i>	– Національний університет „Львівська політехніка”, д.т.н., професор
Долинський <i>Анатолій Андрійович</i>	– Інститут технічної теплофізики, почесний директор, д.т.н., академік НАН України
Зав’ялов <i>Владимир Леонідович</i>	– Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
Сукманов <i>Валерій Олександрович</i>	– Полтавський університет економіки і торгівлі, д.т.н., професор
Колтун <i>Павло Семенович</i>	– Technident Pty. Ltd., Australia, Dr.
Корнієнко <i>Ярослав Микитович</i>	– Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”, д.т.н., професор
Малежик <i>Іван Федорович</i>	– Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
Михайлов <i>Валерій Михайлович</i>	– Харківський державний університет харчування та торгівлі, д.т.н., професор
Паламарчук <i>Ігор Павлович</i>	– Національний університет біоресурсів та природокористування України, д.т.н., професор
Снежкін <i>Юрій Федорович</i>	– Інститут технічної теплофізики, директор, д.т.н., академік. НАН України
Сорока <i>Петро Гнатович</i>	– Український державний хіміко-технологічний університет, д.т.н., почесний професор
Тасімов <i>Юрій Миколайович</i>	– Віце-президент союзу наукових та інженерних організацій України
Товажнянський <i>Леонід Леонідович</i>	– Національний технічний університет „Харківський політехнічний інститут”, д.т.н., професор, член-кореспондент НАН України
Ткаченко <i>Станіслав Йосифович</i>	– Вінницький національний технічний університет, г. Вінниця, д.т.н., професор
Черевко <i>Олександр Іванович</i>	– Харківський державний університет харчування та торгівлі, ректор, д.т.н., професор
Шит <i>Михайл Львович</i>	– Інститут енергетики Академії Наук Молдови, к.т.н., в.н.с.
Сухий <i>Константин Михайлович</i>	– ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», д. хім. н., професор

СЕКЦІЯ 4.

**ІННОВАЦІЙНЕ ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ,
ФАРМАЦЕВТИЧНИХ, ХІМІЧНИХ ТА ПАРФУМЕРНИХ
ВИРОБНИЦТВ**

4. Зайчик Ц.Р., Литвинов А.К., Казначеева О.А. Применение гидроциклонов в виноделии. - М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1978.– №:8.– с. 1-5.
5. Литвинов А.К. Исследование работы гидроциклонов при осветлении виноматериалов: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. техн. наук: спец. 05.02.14 «Машины и аппараты пищевых производств» / А.К. Литвинов. – М., 1980. – 25 с.
6. Chiarificatori e dekanter nelle cantine vinicole. Italia. Milano.:1983.– 40 с.
7. Системы и технологические процессы от ГЕА Вестфалия Сепаратор для виноделия. Каталог концерна GEA GROUP.- М.: ООО «ГЕА Вестфалия Сепаратор Си Ай Эс», 2013.- 66 с.
8. Ковалевский К.А. Гидроциклон экстрактора РЗ-ВЭА. // Садоводство. Виноградарство и виноделие Молдавии, 1981.- №6 . – С.41-42.
9. Комплексная технология переработки дрожжевых осадков и нестандартного плодово-ягодного сырья / В.А. Виноградов, А.Д. Шанин, К.А. Ковалевский, О.И. Мамай // Магарач. Виноградарство и виноделие. - 2012. - №1.- С. 32-34.

УДК 664.723.047

ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ В ПРОЦЕССАХ СУШКИ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ

Бурдо О.Г., Зыков А.В., Мордынский В.П., Светличный П.И., Пур Д.Р.
Одесская национальная академия пищевых технологий

APPLICATION OF INNOVATIVE SOLUTIONS IN DRYING AND CONCENTRATION PROCESSES

Burdo O.G., Zykov A.V., Mordynskij V.P., Svetlichnyj P.I., Pur D.R.
Odessa National Academy of Food Technologies

Аннотация. Удаление влаги из пищевого сырья является одной из ключевых и наиболее энергозатратных задач пищевых технологий. Наиболее распространенными технологиями обезвоживания являются выпаривание и сушка. При этом энергетический КПД процесса сушки в 2 и более раз меньше КПД процесса выпаривания. Одним из путей совершенствования процесса обезвоживания есть использование технологий адресной доставки энергии, при которых не формируется пограничный слой, и концентрация раствора перестает быть критичной для обезвоживания сырья, что позволяет поднять конечную концентрацию сухих веществ в продукте до 92%. Применение технологии адресной доставки энергии при сушке позволяет вместо слабого диффузионного потенциала использовать мощный механический потенциал, который способен на порядок интенсифицировать процесс массопереноса. Это связано с ростом давления в микрокапиллярной структуре сырья, в результате чего происходит выброс парожидкостной смеси. Проблемы современных вакуумных сушилок решает предложенная инновационная конструкция с двухфазным испарительно-конденсационным контуром для подвода теплоты к сырью и системой конденсации паров воды непосредственно в самой сушильной камере. Такая система энергоподвода позволяет поддерживать стабильную и равномерную температуру продукта, а удаление из камеры не пара, а конденсата значительно снизит гидродинамическое сопротивление линии отвода удаляемой влаги. Разработана модель процессов обезвоживания в вакуумных аппаратах с электромагнитным подводом энергии позволившая разработать и построить инновационные вакуумные сушилки. Испытание разработанных сушилок было проведено на различном виде пищевого сырья. С помощью тепловизионной съемки были получены термограммы процесса свидетельствующие о равномерности прогрева сырья. Специфический способ подвода энергии требует поиск новых методов оценки эффективности таких аппаратов. Предлагается для оценки энергетической эффективности использовать подходы, где учитываются затраты энергии на единицу продукта.

Abstract. Removing moisture from food raw materials is one of the key and most energy-consuming tasks of food technology. The most common technologies of dewatering are evaporation and drying. At the same time, the energy efficiency of the drying process is 2 or more times less than the efficiency of the evaporation process. One of the ways to improve the process of dewatering is the use of technologies for targeted energy delivery, in which the boundary layer is not formed, and the concentration of the solution ceases to be critical for the dehydration of raw materials, which allows raising the final concentration of solids in the product to 92%. The application of the technology of targeted energy delivery during drying allows us to use a powerful mechanical potential instead of a weak diffusion potential, which is capable of intensifying the mass transfer process. This is due to the increase in pressure in the microcapillary structure of the raw materials, as a result of which the vapor-liquid mixture is ejected. The problems of modern vacuum dryers are solved by the proposed innovative design with a two-phase evaporation-condensation circuit for supplying heat to the raw material and condensation system of water vapor directly in the drying chamber. Such an energy supply

system allows maintaining a stable and uniform product temperature, and removing from the chamber not steam but condensate will significantly reduce the hydrodynamic resistance of the line of removal of the moisture to be removed. A model of dehydration processes in vacuum devices with an electromagnetic energy supply has been developed, which made it possible to develop and construct innovative vacuum dryers. The test of the developed dryers was carried out on a different kind of food raw material. With the help of thermal imaging, the process thermograms indicating the uniformity of the heating of the raw materials were obtained. A specific way of supplying energy requires the searching for new methods for evaluating the effectiveness of such devices. It is proposed to use approaches, which take into account energy costs per unit of product, for the estimation of energy efficiency.

Ключевые слова Вакуумная сушилка, энергетика обезвоживания, режимы сушки, морепродукты, растительное сырье.

Key words: Vacuum dryer, dewatering energy, drying regimes, seafood, vegetable raw materials..

Введение. Производство пищи является энергоемким в развитых странах [Ошибка! Источник ссылки не найден., Ошибка! Источник ссылки не найден.]. Значительные расходы энергии присущи для технологий пищевых концентратов [Ошибка! Источник ссылки не найден.], где удаление влаги – одна из основных задач. В основном, 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% [Ошибка! Источник ссылки не найден. – Ошибка! Источник ссылки не найден.] (рис.1).

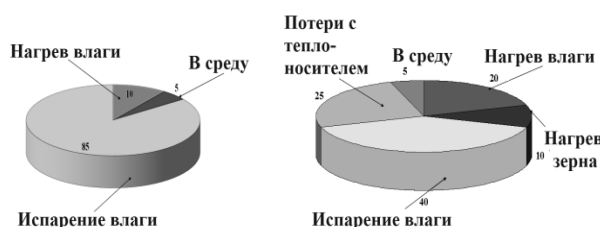


Рис.1. Энергетика обезвоживания

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 повышения эффективности использования энергии [Ошибка! Источник ссылки не найден., Ошибка! Источник ссылки не найден.] в конвективных сушилках практически исчерпаны. Процесс выпаривания по классификации относится к тепловым, его движущей силой является разность температур. Механизмы этих процессов хорошо изучены. Вопросы моделирования и проектирования выпарных аппаратов практически решены. Что касается сушки – то это массообменный процесс, движущей силой которого является разность парциальных давлений пара на поверхности продукта и в окружающей среде. Сушка сложный и продолжительный процесс. Максимальная движущая сила в процессе сушки создается в вакуумных установках. Но достаточно сложные требования к конструкции, отсутствие систематических исследований вакуумных сушилок создают определенные барьеры при их внедрении. Поэтому актуальны поиски прогрессивных технических решений, использование современных принципов организации процессов тепломассопереноса [Ошибка! Источник ссылки не найден. –14] в инновационных вакуумных аппаратах.

Анализ проблемы и формулировка научно-технической гипотезы. Рассмотрим схемы передачи теплоты и направления потоков влаги в традиционных выпарных аппаратах и в инновационном – микроволновом (рис.2). Традиционный выпарной аппарат – это поверхностный теплообменник. От горячей стенки 1 (рис.2,а) тепловой поток q преодолевая термическое сопротивление пограничного слоя 2 передает энергию раствору 3. В результате образуется паровая фаза 4. Проблема традиционного выпарного аппарата в том, что с выходом пара повышается концентрация раствора. Это приводит к росту вязкости раствора, увеличению толщины пограничного слоя 2 и повышению его термического сопротивления. Эффективные методы воздействия на формирование пограничного слоя отсутствуют, возникает перегрев продукта в пограничном слое и, как следствие, его пригар, привкус варки. Разработанная в ОНАПТ инновационная технология адресной доставки энергии при обезвоживании сырья [15, Ошибка! Источник ссылки не найден.] позволяет решить указанные противоречия. Техническая идея инновации заключается в том, что подвод энергии осуществляется при граничных условиях 2 рода, а не 3 рода как в традиционных аппаратах (рис.2). Именно этот факт открывает новые возможности: концентрация раствора перестает быть критичной для обезвоживания сырья. Объясняется это тем, что в схеме (рис.2,б) отсутствует традиционная теплопередача, т.е. не формируется пограничный слой продукта. Подвод энергии по схеме (рис.2, б) является объемным.

Аналогичные проблемы характерны и для вакуумной сушильной техники. Проведем сравнение традиционных конвективных сушильных технологий и инновационных при адресной доставке энергии (рис.3). Традиционная сушильная система состоит из горячего теплоносителя 1, слоя поверхностной влаги 2 и влажного продукта 3 (рис.3, а). Тепловой поток расходуется сначала на удаление поверхностной влаги (первый период сушки), а затем процесс влагопереноса тормозится внутренним диффузионным сопротивлением.

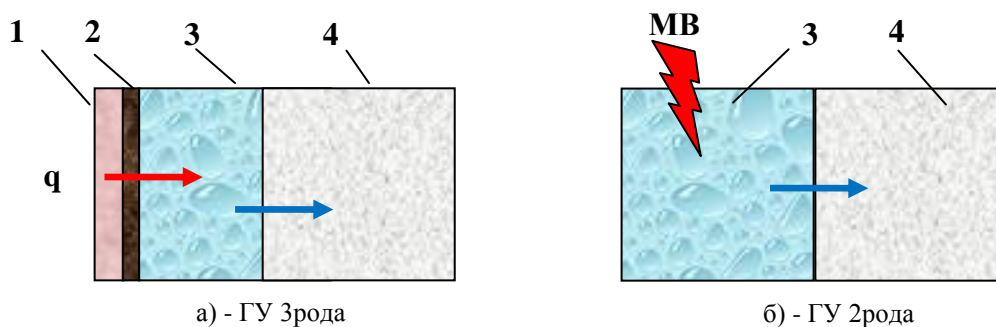


Рис. 2. Схемы подвода энергии и потоков влаги при выпаривании.

В инновационной сушилке (рис.3,б) осуществляется объемный подвод электромагнитной энергии микроволнового диапазона, происходит взаимодействие поля с полярными молекулами, образуется паровая фаза. В результате растет давление в микрокапиллярной структуре сырья и происходит выброс парожидкостной смеси. Такой процесс назван бародиффузией [15, 16], его движущей силой является разность давлений. Вместо слабого диффузионного потенциала включается мощный механический потенциал, который способен на порядки интенсифицировать процесс массопереноса [15, 16].

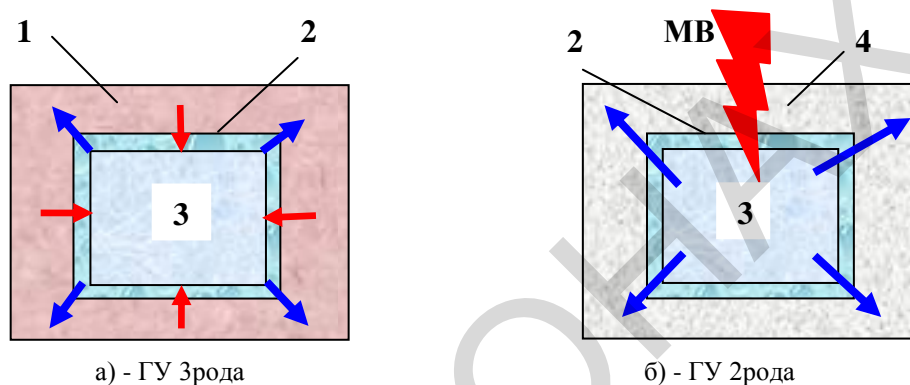


Рис. 3. Схемы подвода энергии и потоков влаги при сушке.

В большинстве конструкций вакуумных сушилок энергия, необходимая для осуществления процесса влагоудаления, подводится от полок, в которых циркулирует теплоноситель. Такая схема подвода энергии обладает существенными недостатками: температура теплоносителя по поверхности полок разная. Это влияет на качество готового продукта, повышает продолжительность сушки.

В работе формулируется гипотеза: «в условиях стабильного вакуума поверхность для конденсации паров можно располагать внутри сушильной камеры и отводить из установки не пар, а конденсат, что значительно снизит гидродинамическое сопротивление линии отвода удаляемой влаги, упростит эксплуатацию и даст возможность четко контролировать кинетику удаления влаги по расходу конденсата. При этом организация эффективного подвода энергии при граничных условиях 1 рода обеспечивается за счет теплопередачи посредством двухфазного испарительно-конденсационного контура». Для реализации этого положения необходимо решить две технических проблемы. Во-первых, обеспечить надежную конструкцию системы вакуумирования. Во-вторых, разработать инновационную систему подвода энергии.

Схема вакуумной сушильной установки. В основе разработанной установки предложенное научное положение реализовано. Во - первых, охлаждаемая стенка для конденсации удаляемых из сырья паров располагается внутри вакуумной камеры. Во - вторых, подвод теплоты к продукту происходит с помощью двухфазного испарительно-конденсационного контура. Схема разработанной установки приведена на рис.4. Установка состоит из вакуумной сушильной камеры 1, в которой на поддонах 2 размещается слой сырья. Поддоны устанавливаются на полках 3, которые являются конденсаторами двухфазной испарительно-конденсационной системы, состоящей из парогенератора 4, паропровода 5, парового коллектора 6, коллектора конденсата 7 и конденсатопровода 8. Образовавшийся при сушке пар конденсируется на холодной поверхности 9, охлаждаемой водой циркулирующей из агрегата ВДО, состоящего из холодильной машины и регулятора температуры (РТВ), стабилизирующего температуру холодной воды при контроле датчиком Д2 в пределах 1,5 °С. Вакуум в камере 1 обеспечивается вакуум-насосом (ВН) и контролируется образцовым вакуумметром (М). Датчик Д1 контролирует температуру пара, его сигнал принимает регулятор (РТП) и стабилизирует температуру пара в пределах 1 °С. Задание уровня температуры пара поступает с измерительно-вычислительного комплекса (ИВК).

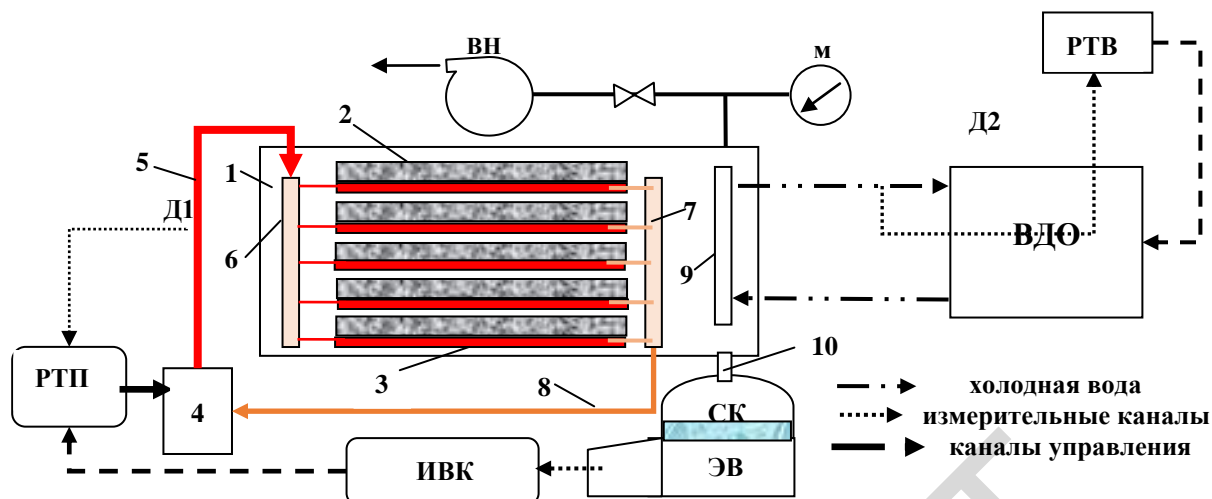


Рис.4. Схема вакуумной сушильной установки с двухфазным испарительно-конденсационным контуром.

Образовавшийся на поверхности 9 конденсат стекает на дно камеры и через патрубок 10 собирается в сборнике (СК), который устанавливается на электронных весах (ЭВ). Технические характеристики вакуумной сушилки с испарительно-конденсационным контуром приведены в табл.1.

Таблица 1. Основные технические характеристики вакуумной сушилки

	Параметр	Значение
1	Мощность, потребляемая парогенератором, Вт	3000
2	Количество полок и поддонов, шт	16
3	Загрузка поддона, кг	2 – 2,5
4	Давление в сушильной камере, кПа	5 - 15
5	Температура сушки, °С	40 - 90
6	Температура холодной воды, °С	4 - 20

Производительность установки по удаленной влаге определялась по весу конденсата.

Результаты исследований и их обсуждение.

Испытание установки проводилось на различном виде пищевого сырья (табл.2).

Таблица 2. Режимы сушки морепродуктов и растительного сырья в вакуумной установке

Сырье	Начальные условия		Параметры сушки		
	Загрузка, кг	Влажность, %	Температура, °С	Скорость удаления влаги	j, кВтч/кг влаги
Мидии и креветки	15	50	55	0,11...0,05%/мин	1,7-2
Мидии	25				
Овощи:		86%	60	2...1,7 кг/час	1,2 - 1,5
морковь	4				
свекла	4				
яблоки	3,6				

Цепочка термических сопротивлений при сушке растительного сырья характеризуется меньшими значениями, чем в случае с морепродуктами. Для мидий теплоперенос к влаге происходит через ракушки. Именно они являются значительным барьером для потока теплоты к влаге.

Растительное сырье загружалось в 6 кассет (рис.5, 6). Полученные образцы сушеных продуктов по технологическим параметрам соответствовали регламенту.

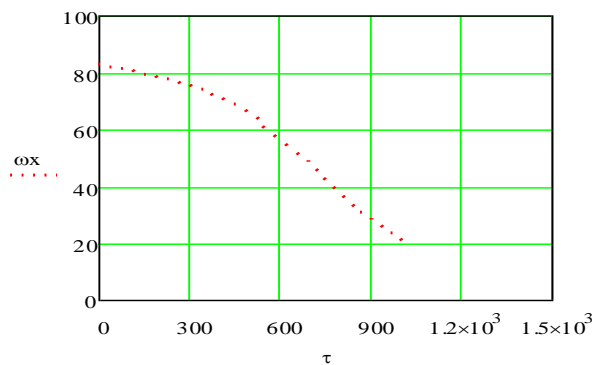


Рис. 5. Кинетика сушки яблук

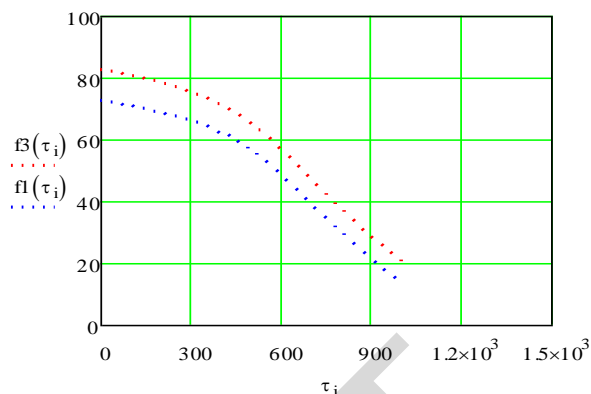


Рис. 6. Кинетика сушки буряка и моркови.

Мидии загрузались в 7 кассет, а креветки – в 1. Важным параметром при сушке морепродуктов является температура сырья. Для сохранения пищевого потенциала сырья температура термообработки не должна превышать 60 °С.

Поэтому система теплоподвода ограничивала верхний уровень температур в камере 55 °С. Стабилизировалась температура пара, поступающего в коллектор 6 (рис.4). температура продукта в кассетах 3 была ниже на 5 - 8 °С и не превышала 47 °С. Это подтверждается термограммами, полученными с помощью тепловизионной съемки.

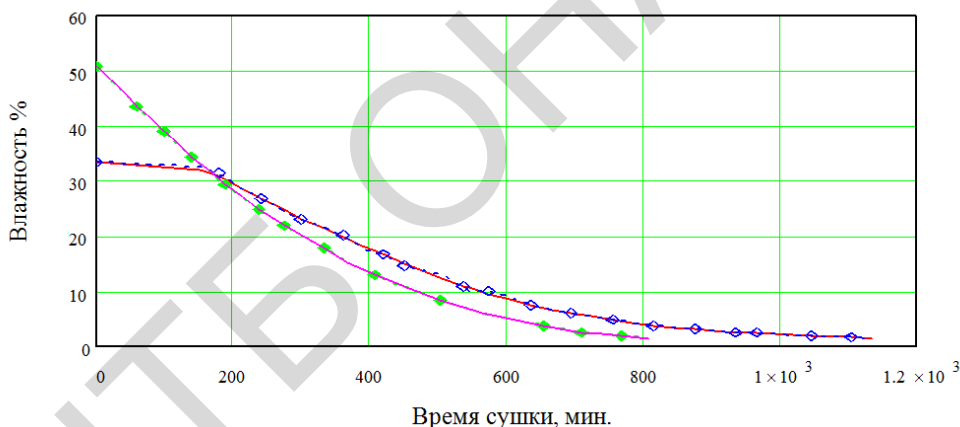


Рис. 7. Кинетика сушки мидий

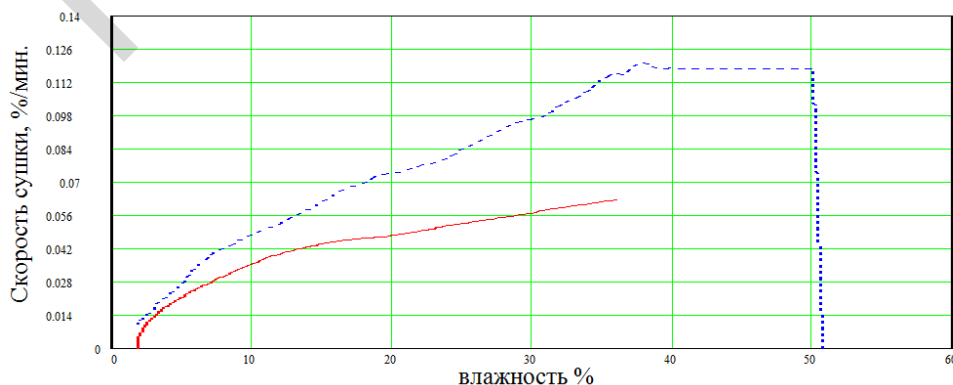


Рис. 8. Зависимость интенсивности сушки от влагосодержания мидий

Выводы.

Доказана возможность организации процесса сушки в вакууме при конденсации водяного пара непосредственно в объеме сушильной камеры. Необходимость вакуумирования камеры ограничивается 1 разом в смену.

Доказана возможность теплопередачи к поверхности продукта посредством двухфазного испарительно-конденсационного контура. Термограммы продукта, полученные с помощью тепловизора, свидетельствуют о незначительном (в пределах 1 °С) отклонении температур во всех кассетах. Уровень температур и интенсивность выхода пара из сырья показывают, что установка отвечает требованиям к инновационным образцам энергоэффективной техники сушки.

Литература.

1. Gromadzki, G. Energy game : Ukraine, Moldova and Belarus between the EU and Russia /G. Gromadzki, W. Konończuk; Stefan Batory Found. – Warsaw: Stefan Batory Found., 2007.– 47 p
2. Бурдо О.Г. Энергетический мониторинг пищевых производств – Одесса: Полиграф, 2008 – 244с.
3. Бурдо О.Г. Энергетика экоиндустрии пищевых концентратов /Бурдо О.Г., Терзиев С.Г., Левтринская Ю.О. // Научный информационно-аналитический инженерный журнал «Problemele energeticii regionale (Проблемы региональной энергетики)» – Кишинев, 2015г. – №3 (29) – С.112–118.
4. Долинский А.А., Малецкая К.Д. Распылительная сушка – Киев: Академперіодика, 2011.- 376 с.
5. Потапов В.А., Якушенко Е.Н. Повышение энергоэффективности сушки виноградных выжимок в массообменном модуле с кондуктивным подводом теплоты //Наук. праці Од. націон. акад. харчових технологій. – Одеса: 2013. – Вип.43, Т2. – с.179-184..
6. Bernic Mircea, Raducan Marcel, Ciobanu Eugeniu, (2013). Drying Kinetics of Sunflower Seeds using Pulsed UHF Energy Intake, TEM Journal, 2(4), pp. 305-308.
7. Бурдо О.Г. Эволюция сушильных установок. Одесса: Полиграф, 2010 – 368с.
8. Бурдо О.Г. Эволюция сушильных установок. Энергетический аспект /Труды межд. науч. тех. сем. Актуальные проблемы сушки и термовлажностной обработки материалов. – Воронеж: 2010.- с. 478-487.
9. Burdo O.G. Nanoscale effects in food-production technologies // Journal of Engineering Physics and Thermophysics – 2005.- Vol.78, Issue 1.- pp. 90-96.
10. Бурдо О.Г., Пищевые наноэнерготехнологии. Херсон, 2013 – 294с.
11. Бурдо О.Г. Принципы направленного энергетического действия в пищевых нанотехнологиях /Бурдо О.Г., Терзиев С.Г., Бандура В.Н.// Научный информационно-аналитический инженерный журнал «Problemele energeticii regionale (Проблемы региональной энергетики)» – Кишинев, 2015г. – №1 (27) – С.79–85
12. Бурдо О.Г., Терзиев С.Г., Яровой И.И., Ружицкая Н.В. Исследование модуля ленточной сушилки растительного сырья с комбинированным электромагнитным подводом энергии// Труды IV Международной научно-практической конференции «Современные энергосберегающие тепловые технологии (сушка и термовлажностная обработка материалов СЭТТ-2011)». – Т.1, Москва, 2011. – С. 422 – 426.
13. The Nanotechnological Innovation in Food Industry [Text] / O.G. Burdo, A. V. Zykov, S. G. Terziev, N.V. Ruzhitskaya // International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA) – 2016 - Vol. 6 - Issue 3 - P. 144-150.
14. Бурдо О.Г., Терзиев С.Г., Яровой И.И., Борщ А.А. Электромагнитные технологии обезвоживания сырья /Problemele energeticii regionale, Chisinau, №1 (18), 2012.- pp.69- 79.
15. Burdo O. et al. The technologies of targeted energy supply in food industry // MOTROL. Com. Mot. Energ. Agric. 2016. Vol. 18, № 8. P. 7–14.
16. Burdo O. et al. Development of wave technologies to intensify heat and mass transfer processes // EasternEuropean J. Enterp. Technol. 2017. Vol. 4, № 11–88.

Ляпошенко О.О., Іванов В.О., Павленко І.В. Дем'яненко М.М., Старинський О.Є., Ковтун В.В. ...	159
СУЧАСНІ СЕПАРУВАЛЬНІ АПАРАТИ ДЛЯ ВИНОПРОДУКТІВ	
Ковалевський К.А., Валько М.І., Мамай О.І., Кузьміна Т.О., Яковенко Т.О.	164
ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ В ПРОЦЕССАХ СУШКИ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ	
Бурдо О.Г., Зыков А.В., Мордынский В.П., Светличный П.И., Пур Д.Р.	169
СПОСІБ ПЕРЕРОБКИ ЯГІД ВИНОГРАДУВ НАТИВНОМУ СТАНІ	
Кепін М.І.	175
ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ З ЗАСТОСУВАННЯМ МЕТОДУ БЛОЧНОГО ВИМОРОЖУВАННЯ	
Трішин Ф.А., Светлічний П.І., Трач О., Орловська Ю.В.	180
СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ РОСЛИННОЇ ОЛІЇ В УМОВАХ МІНІ-ЦЕХІВ	
Осадчук П. І., Дударев І. І.	185
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЙ ДВУОКИСИ УГЛЕРОДА В СОВРЕМЕННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ СИСТЕМАХ	
Потапов В.А., Белый Д.В.	189
СИРОВИННІ РЕСУРСИ ПТАХОПЕРЕРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ	
Хомічук В.А., Усатенко Н.Ф.	192
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ЗАМЕСА ТЕСТА – ЗАДАЧИ И ОТВЕТЫ	
Янаков В.П.	194
РОЗРОБКА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПЛАСТИФІКАЦІЇ МАСЕЛ І ЖИРІВ НА ПІДПРИЄМСТВАХ КОНДИТЕРСЬКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ	
Хомічук В.А., Гнядий А.В.	197
ИННОВАЦИОННОЕ ТЕПЛОМАССОБМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ	
Грабова Т.Л., Шматок А.И., Посулько Д.В., Сильягина Н.Б., Степанова О.Е.	199
АПАРАТИ ДЛЯ СУШІННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИМ ПОЛЕМ	
Бандура В. М., Яровий І.І., Маренченко О. І.	204