

**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**

УДК 664.723

ИННОВАЦИОННОЕ ТЕПЛОМАССОБМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Грабова Т.Л. канд. техн. наук, вед. науч. сотр., Шматок А.И. канд. техн. наук, вед. науч. сотр.
Посун'ко Д.В. ст. науч. сотр., Сильнягина Н.Б. ст. науч. сотр., Степанова О.Е. ст. науч. сотр.
Институт технической теплофизики НАН Украины, г. Киев

INNOVATIVE HEAT AND MASS TRANSFER EQUIPMENT FOR PHARMACEUTICAL TECHNOLOGIES

Grabova T.L., PhD Candidate, Leading Researcher, Shmatok O.I., PhD Candidate, Leading Researcher,
Posun'ko D.V., Senior Research, Silnyagina N.B., Senior Researcher, Stepanova A.E., Senior Research
Institute of Engineering Thermophysics of National Academy of Sciences of Ukraine Kyiv, Ukraine

Анотація. В роботі представлений огляд інноваційного тепломасообмінного обладнання та технологій для отримання лікарських форм, розробаного, створеного та введеного спеціалістами ИТТФ НАНУ на фармацевтичних підприємствах України та за рубежом.

Целью статьи является обоснование целесообразности внедрения на действующих фармпредприятиях технологий и оборудования отечественного производства, которое не уступает импортному, а в некоторых случаях значительно превосходит его по целому ряду параметров.

На основе исследований интенсификации процессов переноса теплоты и массы предлагается использование метода дискретно-импульсного ввода энергии (ДИВЭ) в гетерогенные среды, реализованного в инновационном оборудовании.

Разработан модельный ряд стационарных установок для производства мягких лекарственных форм (МЛФ), которые позволяют выполнять полный непрерывный цикл технологических операций получения МЛФ. Каждая из установок имеет свои конструктивные особенности: модификации роторно-пульсационных аппаратов (РПА) дисково-цилиндрического типа, перемешивающих устройств, системы нагрева, фильтров и прочее. Сравнительный анализ данных показал, что удельные расходы электроэнергии, металлоемкость и стоимость созданного оборудования для производства МЛФ в 5-10 раз меньше соответствующих параметров зарубежных аналогов.

Для интенсификации процессов диспергирования и гомогенизации в технологии производства МЛФ создан модельный ряд роторно-пульсационных аппаратов дисково-цилиндрического типа. Выбор модели аппарата зависит от физико-химических свойств системы и комплекса теплофизических процессов, которые обусловлены технологическими регламентами.

Благодаря использованию созданных установок удалось решить проблемы получения реологично сложных и многокомпонентных МЛФ, в том числе и структурированных лекарственных форм.

Abstract. The review of innovative heat and mass transfer equipment and technologies for the preparation of dosage forms developed and implemented by specialists of the IET of NASU at pharmaceutical enterprises in Ukraine and abroad is presented in the paper.

The aim of the paper is to justify the rationale of introducing domestic technologies and equipment on the existing pharmaceutical enterprises, which is not inferior to the imported and in some cases even better in a number of parameters.

It is proposed to use the method of discrete-pulse energy input (DPEI) into heterogeneous media realized in equipment based on the research of intensification of heat and mass transfer processes.

A model range of stationary plants for the production of soft dosage forms (SDF) has been developed, which allow performing a full technological cycle for the production of SDF. Each of the units has its own design features and includes different modifications of rotor-pulsation apparatus (RPA) of disk-cylindrical type, mixing devices, heating systems, filters, etc. The cost of manufacture of equipment for the production of SDF, the specific electricity and metal consumption are 5-10 times less in comparison with foreign analogues.

A model line of rotary pulsation apparatuses of disk-cylindrical type has been created to intensify the processes of dispersion and homogenization in the technology of SDF production. The choice of the model depends on the physicochemical properties of the system and the complex of heat and mass exchange processes that are conditioned by technological regulations.

It is possible to solve the problems of obtaining rheologically complex and multicomponent SDF, including structured dosage forms due to the use of the developed units.

Ключевые слова: теплообменное оборудование, дискретно-импульсного ввода энергии (ДИВЭ), роторно-пульсационный аппарат (РПА) дисково-цилиндрического типа, диспергирование, гомогенизация, мягких лекарственных форм (МЛФ)

Key Words: heat and mass transfer equipment, discrete-pulse energy input (DPEI), rotor-pulsation apparatus (RPA) of disk-cylindrical type, dispersion, homogenization, soft dosage forms (SDF)

Фармацевтика входит в число отраслей, обеспечивающих население социально значимой продукцией, в свете этого особенно важно её соответствие современному уровню развития технологий. Однако в настоящий момент в фармацевтической промышленности Украины накопилось довольно много проблем. В первую очередь техническое устаревание многих производств, отсутствие сырья отечественного производства, рост себестоимости производства вслед за ростом цен на энергоносители и конкуренция с зарубежными производителями.

Несмотря на то, что около двух третей рынка лекарственных препаратов в натуральном выражении принадлежит украинским производителям, их доля в общей стоимости в несколько раз меньше. Такая ситуация складывается за счет присутствия на рынке дорогих брендованных препаратов. Низкая стоимость отечественных препаратов лишает производителей возможности инвестировать в обновление технологий.

Инновационная модель развития отрасли возможна при условии:

- замена дорогого импортного на отечественное оборудование;
- интенсификации технологических процессов;
- снижение энергозатрат на единицу продукции;
- разработка комплексного подхода в производстве;
- расширение ассортимента и улучшение качества продукции.

ИТТФ НАН Украины имеет многолетний опыт разработки и создания теплообменного оборудования и технологий получения широкого спектра лекарственных форм (ЛФ). В основу этих разработок положены исследования интенсификации процессов переноса теплоты и массы и принцип дискретно- импульсного ввода энергии (ДИВЭ) в гетерогенные среды.

На рис. 1 представлены стационарные установки для производства мягких лекарственных форм (МЛФ), к которым относится широкий спектр лекарственных средств на жидкой или формообразующей основе-носителе: мази, гели, кремы, линименты, пасты. Установки (табл. 1) имеют рабочие реакторы, которые могут быть объединены в один контур или организовать два автономных технологических контура. Каждая из установок имеет свои конструктивные особенности: модификации роторно-пульсационных аппаратов (РПА) дисково-цилиндрического типа, перемешивающих устройств, системы нагрева, фильтров и прочее. Конструктивно реакторы выполнены с возможностью термостатирования (нагрева или охлаждения) и перемешивания субстанций для обеспечения равномерного температурного поля и полей плотности в рабочем объеме.

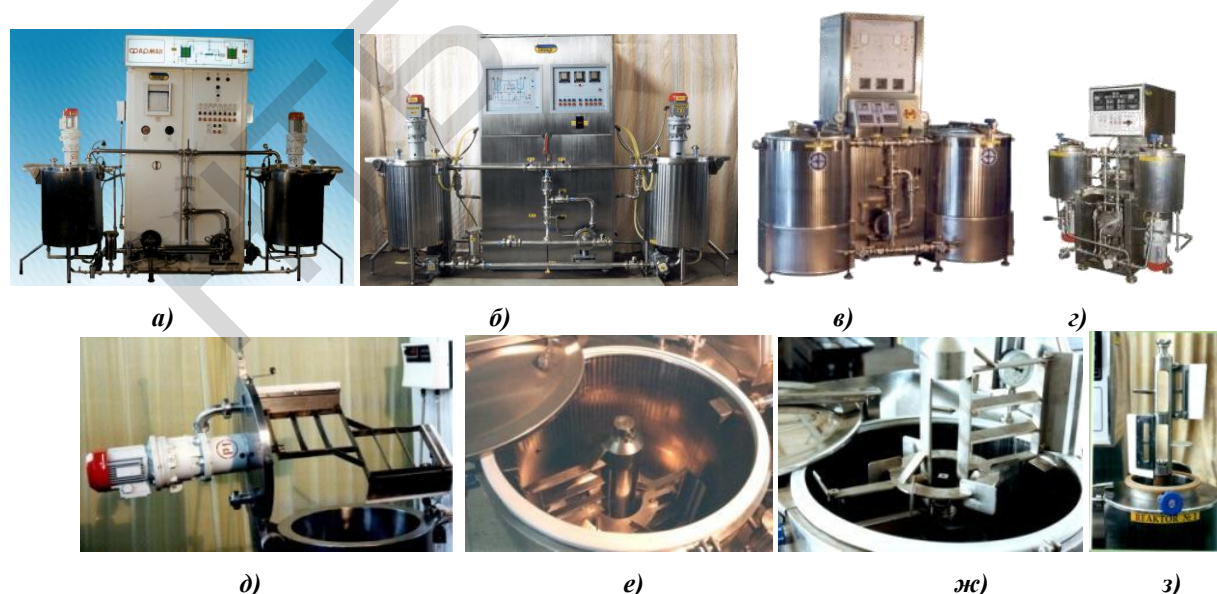


Рис. 1. Модельный ряд стационарных установок для производства МЛФ (а-г) и перемешивающих устройств к ним (д-з):

а, д) установка типу «Фармак»; б, е) установка типу КМ-200; в, ж) БФ-320; з, з) «Микротрон».

Преимущество таких установок заключается в том, что их применение позволяет выполнять полный непрерывный цикл технологических операций получения МЛФ.

Табл. 1. Основные технические характеристики стационарных установок для получения МЛФ

№ п/п	Оборудование	Количество и рабочий объем реактора, л	Кол-во ДЦА, ед.	установленная мощность, кВт	Кол-во перемешивающих устройств, ед.	Число оборотов перемешивающего устройства, об./мин. (размещение привода двигателя)
1.	«Фармак» (рис. 1, а)	2×100	1	17,6	2	36 (верхнее)
2.	КМ-200 (рис. 1, б)	2×100	1	25,4	2	36 (верхнее)
3.	БФ-320 (рис. 1, в)	2×160	1	27,5	2	36/56 (нижнее)
4.	«Микротрон» (рис. 1, г)	2×12	2	9,3	1	8,3 (нижнее)

Анализ данных (табл. 2) показывает, что удельные расходы электроэнергии, металлоемкость и стоимость созданного оборудования для производства МЛФ в 5-10 раз меньше соответствующих параметров зарубежных аналогов.

Табл. 2. Сравнительный анализ удельных показателей установок для получения МЛФ, которые эксплуатируются на фармацевтических предприятиях Украины

Тип оборудования	Страна, фирма-изготовитель	Рабочий объем, л	Средние удельные расходы		Средняя удельная стоимость у.е./л*
			энергии, кВт·час/л	металла, кг/л	
B-50L	Швейцария, «KINEMATICA»	50	0,2	5,0	5000,0
MACE FPA-150 B	Италия, «OLSO»	150	0,47	3,3	1920,0
SA-4	Италия, «IMA»	800	0,5	3,5	1000,0
КСА	Германия, «LINDE»	12	0,42	8,3	4580,0
«Фармак» та КМ-200	Украина, ИТТФ НАНУ	200	0,09	3,0	156,0
БФ-320, Rigas-Farma 320	Украина, ИТТФ НАНУ	320	1,2	3,1	156,2

* - рассчитано по данным на 2012 г.

На рис. 2 представлен ряд мобильных установок и агрегатов, которые легко монтируются в линии получения различных лекарственных форм. Такое оборудование хорошо зарекомендовало себя при получении сложных связано-дисперсных систем (концентраты, пасты, гели и т.д.).

Установки типа КМП2 и типа «Креома-Фарм» (рис. 2 а, б) выполнены с возможностью работы так же в автономном режиме, то есть с возможностью осуществления комплекса технологических операций: термостатирования, нагрева/охлаждения системы, диспергирования, эмульгирования, гомогенизации, структурирования, перемешивания и др. В установки входят емкости с рабочим объемом 100 л, с перемешивающими устройствами, насосно-диспергирующий агрегат и другие вспомогательные системы.



а)



б)



в)

Рис. 2. Модельный ряд мобильных установок для производства МЛФ и лекарственных средств:

а) типа КМП2, в) типа «Креома-Фарм»; с) типа «Фарматрон-3000».

Создание опытно-промышленной установки типа «Креома-Фарм» позволило решить одну из научных проблем связанную с созданием комплексных методов обработки, которые позволяют получать необходимую наноструктуру лекарственных средств с прогнозируемыми свойствами, к которым относятся сорбционные препараты. Значение сорбентов и энтеросорбентов в современной медицине большое, так как их используют во всех ее направлениях: хирургии, терапии, онкологии, наркологии, стоматологии, лечении заболеваний кожи и др.

На фармацевтических предприятиях, которые в своем арсенале имеют емкостное оборудование, пользуются спросом мобильные агрегаты «Фарматрон-3000» (рис. 2 в), в состав которого входят: дисково-цилиндрический аппарат, насос, электротехническая аппаратура, система охлаждения и контрольно-измерительный блок. Благодаря применению таких агрегатов удалось решить проблемы получения реологически сложных и многокомпонентных, в т.ч. структурированных ЛФ.

Использование агрегата «Фарматрон-3000» в линии получения спиртовых гелей ликвидировало ряд стадий (предварительное измельчение), удалось минимизировать использование ручной работы (введение структурообразователя в жидкость) и получилось отказаться от привлечения дополнительного оборудования (коллоидная мельница, погружной насос), что позволило наряду с улучшением качества продукта (достигнута структурная однородность) сократить продолжительность процесса получения в 2 раза.

Наиболее ответственными процессами при получении МЛФ являются диспергирование и гомогенизация, от которых зависит качество готового продукта, которая строго регламентируется фармацевтическими нормами. Кроме того, процесс диспергирования является энергоемким: в мире расходуется от 8 % до 15 % энергии на реализацию этого процесса. Поэтому существенное внимание в ИТТФ НАНУ уделено разработке аппаратов для осуществления и интенсификации процессов диспергирования и гомогенизации в гетерогенных средах (рис. 3 и табл. 3). Базовыми элементами дисково-цилиндрических аппаратов роторно-пульсационного типа являются: дисковый узел – конструкция из двух перфорированных дисков, один из которых вращается, и цилиндрический узел – конструкция из трех или четырех коаксиальных цилиндрических обечаяек с прорезями или пазами, одна или две из которых вращаются. В ряде моделей на дисковом роторе расположена так называемая «крыльчатка», что представляет собой цилиндрическую обечайку со специфическими пазами.

Выбор модели аппарата зависит от физико-химических свойств системы и комплекса тепло- физических процессов, которые обусловлены технологическими регламентами. Осуществление технологических процессов в аппаратах реализуется за счет комплекса физических явлений: трансформация потенциальной энергии в кинетическую, механизмы сдвига и среза, кавитация, акустические колебания, микрзакипания, поляризация частиц, мгновенный локальный нагрев и другие механизмы дискретно- импульсного ввода энергий (ДИВЭ) в гетерогенные среды. Размер и продолжительность гидродинамических возмущений потока жидкости и температурные градиенты в средах, которые обрабатываются в таких аппаратах, зависит в т.ч. от технических и конструктивных характеристик аппаратов (табл. 3). Впервые благодаря внедрению аппарата АР-3000 в линию получения суппозиторных ЛФ удалось решить проблему получения стабильных дифильных систем, то есть систем с гидрофобной дисперсионной средой с равномерно распределенной в ней гидрофильной дисперсной фазой.



а) б) в) г) д)

Рис. 3. Модельний ряд дисково-циліндричних апаратів для здійснення і інтенсифікації фізико-хімічних і теплообмінних процесів в технології виробства ЛФ:

а) апарат РПГ-2500, б) АР-3000 ; в) ДЦД, г) ДВ-5,5; д) ЛДЦД-750.

Табл. 4. Основные технические характеристики дисково-цилиндрических аппаратов

Тип аппарата	Установленная мощность, кВт	Частота вращения роторов, об./мин.	Продуктивность, кг/час	Дисковый узел			Цилиндрический узел		
				статор	ротор	«крыльчатка»	внутренний статор	ротор	внешний статор
РПГ-2500 (рис. 3, а)	2,2	2860	до 2500	–			средний диаметр d_{cp} – 118 мм, 72 прорези на каждом элементе		
АР-1000	1,5	2850	до 1000	перфорация: 106 каналов Ø2,0 мм	18 пазов по 2 мм; d_{cp} – 78 мм		d_{cp} – 98 мм, 36 пазов 2×20 на каждом элементе		
АР-3000 (рис. 3, б)	3	2880	до 3000	перфорация: 192 каналов Ø 2,5 мм	–		d_{cp} – 120 мм, 72 прорези по 1,4×7 мм на каждом элементе		
ДЦД (рис. 3, в) базовая модификация М	4	2880	до 4000	перфорация: 180 каналов Ø3 мм, 36 – Ø2,5 мм	36 пазов по 3 мм; d_{cp} – 98 мм		d_{cp} – 118 мм, 72 прорези 2×20 мм на каждом элементе		
модификация М1			до 3500		–		d_{cp} – 118 мм, 72 прорези 2×20 мм на каждом элементе		
модификация М2			до 4000		36 пазов по 3 мм; d_{cp} – 98 мм		d_{cp} – 118 мм, 72 паза 2×20 мм на каждом элементе		
модификация М3			до 3800		–		3 лопатки		d_{cp} – 118 мм, 72 щели 2×20 мм на каждом элементе
ДВ-5,5 (рис. 3, г)	5,5	3000	до 5000	216 каналов Ø3 мм	Радиальные прорези 38×2,5 мм	24 паза по 3 мм; d_{cp} – 136 мм		d_{cp} – 177 мм, 80 пазов 3×30 мм на каждом элементе	
ЛДЦД-750 (рис. 3, д)	0,75	3000-10000	до 50	перфорация: чередование 12 каналов Ø2,0 мм и 12 радиальных прорезей 2×6 мм		24 паза по 3 мм; d_{cp} – 34 мм		d_{cp} – 40 мм, 24 паза 2×7 мм на каждом элементе	

Выводы:

1. Сотрудниками ИТТФ НАНУ разработано и изготовлено больше десятка установок для получения мягких лекарственных форм (МЛФ), семь мобильных насосно-диспергационных агрегатов, двадцать дисково-цилиндрических аппаратов для гомогенизации и диспергирования. Теплообменное оборудование и аппараты для диспергирования успешно работают на предприятиях Украины и за рубежом.
2. На внедренном оборудовании в линиях получения различных лекарственных форм с широким спектром фармакологического действия выпущено более 100 млн. тубов близко 65 наименований мазей, гелей, линиментов, паст, кремов, аэрозольных та суппозиторных форм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Долінський А.А. Принцип ДІВЕ та його використання у технологічних процесах. – К.: Наукова думка, 2001 – 346 с.
2. А. А., Іваницький Г. К. Теплообмен и гидродинамика в парожидкостных дисперсных средах. Теплофизические основы дискретно-импульсного ввода энергии– К.: Наукова думка, 2008 – 382 с., [1].
3. А.А., Басок Б.И. Наномасштабные аспекты дискретно-импульсной трансформации энергии // ИФЖ. – 2005. – Т. 78, № 1. – С. 15-22.
4. Патент 20698 UA, МПК В01F 7/00. Реактронний гомогенізатор / Л.М. Грабов, В.І. Мерщій, В.Т. Жилеев.; заявник и патентовласник ИТТФ НАНУ. – №97020627; опубл. 15.04.02, Бюл. № 4.

5. Патент 55709 UA, МПК В01F 7/16, В01F 3/08. Спосіб гідродинамічної обробки гетерогенних рідких середовищ та гідродинамічний диспергатор-змішувач для його здійснення / Л.М. Грабов, В.І. Мерщій, Т.Л. Грабова.; заявник и патентовласник ІТТФ НАНУ. – №2002053954; опубл. 16.01.06, Бюл. № 1.
6. Круковский П.Г. Трехмерная CFD-модель гидродинамических процессов в реакторном аппарате / П.Г. Круковский, Л.Н. Грабов и др. // Промышленная теплотехника. – 2004. –Т. 26, № 4. – С. 5–12.
7. Басок Б.И. Оценка эффектов диспергирования включений в роторно-пульсационном аппарате дисково-цилиндрического типа / Б.И. Басок, Т.Л. Грабова // Промышленная теплотехника. – 2006. –Т. 28, №6. – С. 37–43.
8. Информационный лист оборудования фирмы KINEMATICA AG., Швейцария, 2011. – 10 с.
9. Грабова Т.Л. Диспергування гетерогенних систем у роторно-пульсацийних апаратах дисково-циліндричного типу: автореферат дис. ... канд. техн. наук: 05.14.06 / Т. Л. Грабова. – К., 2007. – 23, [1] с.
10. Долінський А.А., Басок Б.И., Накорчевский А.И. Адиабатически вскипающие потоки. Теория, эксперимент, технологическое использование – К.: Наукова думка, 2001 – 208 с.
11. Грабов Л.Н. Исследование процесса диспергирования в системе “твердое тело-жидкость” в тепломассообменных технологиях / Грабов Л.Н., Мерщій В.И. и др. // Промышленная теплотехника. – 2003. – Т. 25, № 4-5. – С. 60–64.
12. Патент 59460 UA, МПК В01F 7/26. Спосіб субмікронного диспергування багатокомпонентних рідких середовищ і пристрій для його здійснення / Долінський А.А., Грабов Л.М., Бігел У. та інш./ – 2001.
13. Грабова Т.Л. Применение метода дискретно-импульсного ввода энергии для получения структурированных спиртосодержащих систем // Промышленная теплотехника. – 2010 – Т. 32, № 3. – С. 80-86.
14. Долінський А.А. Теплофізичні методи створення наноструктурованих матеріалів з покращеними властивостями / А.А. Долінський, Л.М. Грабов и др. // Промышленная теплотехника. – 2010. – Т. 32, № 6. – С. 5–14.
15. Грабова Т.Л. Воздействие ДИВЭ на свойства кремнийорганических сорбентов // Промышленная теплотехника. – 2004. – Т.26, №6. – С. 9-15.
16. Патент 78455 UA, МПК В01D 11/02, А61К 36/00, А61К 133/00. Спосіб екстрагування біологічно-активних речовин у системі «тверде тіло-рідина» / А.А. Долінський, Л.М. Грабов, В.І. Мерщій та інш.; заявник и патентовласник ІТТФ НАНУ. – №200511922; опубл. 15.03.07, Бюл. № 3.

УДК 66.047.55

АПАРАТИ ДЛЯ СУШІННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИМ ПОЛЕМ

Бандура В. М., к.т.н., професор¹, Яровий І.І., к.т.н., асистент², Маренченко О. І.², аспірант.

¹ Вінницький національний аграрний університет

² Одеська національна академія харчових технологій

DEVICES FOR DRYING RAW MATERIALS BY ELECTROMAGNETIC FIELD

Bandura V. M., PhD, professor¹, Yaroyyi I.I., PhD², Marenchenko O. I.², postgrad.

¹ Vinnytsia national agrarian university, ² Odessa national academy of food technologies

Анотація. Показано узагальнений аналіз результатів дослідження процесу вологовидалення для декількох видів рослинної сировини. Обґрунтовано вибір апаратурної схеми установки для сушіння рослинної сировини в потоці. Узагальнено досвід використання дослідної сушильної установки з комбінованим електромагнітним енергопідводом. Запропоновано структурну схему та типовий конструктив універсальної установки для сушіння і стерилізації рослинної сировини та харчових продуктів і напівфабрикатів.

Abstract. The generalized analysis of the results of the study of the moisture removal process for several types of plant raw materials is shown. The choice of the apparatus scheme for plant drying in the flow of raw materials is substantiated. The experience of using an experimental drying unit with a combined electromagnetic power source is generalized. The structural scheme and the typical construct of a universal plant for drying and sterilization of plant raw materials, food products and semi-finished products are offered.

Ключові слова: електромагнітні джерела енергії, комбіновані способи сушіння, мікрохвильове сушіння, інфрачервоне сушіння, сушіння рослинної сировини, енергоефективність.

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