

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗБІРНИК ПРАЦЬ

*VII Міжнародної науково-практичної
конференції*

**«ІННОВАЦІЙНІ
ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ»**

9-13 вересня 2019 р.



ОДЕСА
2019

Публікуються доповіді, представлені на XVIII Міжнародній науковій конференції «Удосконалення процесів і обладнання харчових та хімічних виробництв» (9 – 13 вересня 2019 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
Я.О. Масельська

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ОРГКОМІТЕТ

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

СЕКЦІЯ 2.

**ІННОВАЦІЙНІ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ
ХІМІЧНИХ І ФАРМАЦЕВТИЧНИХ
ВИРОБНИЦТВ**

УДК 536.242; 536.4

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СУППОЗИТОРИЕВ

Шматок А.И., к.т.н., вед. научн.сотр., Степанова О.Е., ст. науч. сотр., Сильнягина Н.Б., ст. науч. сотр.
Институт технической теплофизики НАН Украины, г. Киев

INNOVATIVE TECHNOLOGY AND EQUIPMENT FOR OBTAINING SUPPOSITORIES

Shmatok O., PhD, Leading Researcher, Stepanova O., Senior Researcher, Silnyagina N., Senior Researcher
Institute of Engineering Thermophysics NAS of Ukraine, Kyiv

Аннотация. Предметом исследования статьи являются технологии изготовления суппозиторных лекарственных форм, которые получают все большее распространение в фармации и медицине благодаря высокой скорости всасывания лекарственных веществ и возможности совмещения в суппозиториях ингредиентов с различными фармакологическими и физико-химическими свойствами. Представлен анализ традиционной технологии и оборудования для получения суппозиторных лекарственных форм в фармацевтической промышленности. Предлагается использование разработанных в Институте технической теплофизики НАН Украины инновационных методов термоконтантного нагревания и плавления и дискретно-импульсного ввода энергии (ДИВЭ) для обеспечения высокого качества полученных суппозиторияев. Использование метода термоконтантного нагревания и плавления, который основан на непосредственном контакте нагревательного элемента с основой, позволяет сократить время на стадии подготовки основ для получения суппозиторных лекарственных форм. А использование метода ДИВЭ позволяет смешивать гидрофильные и гидрофобные ингредиенты без расслоения. Поведены экспериментальные исследования метода термоконтантного нагревания и плавления для выбора оптимальных параметров проведения процесса. Изучение особенностей технологических процессов нагревания, плавления основ и диспергирования лекарственных веществ, позволило определить необходимые требования к созданию новой ускоренной технологии для изготовления суппозиторияев. В установке для плавления основ в емкостях завода-изготовителя объединены три технологические операции: плавление, дозирование и выгрузка в одном технологическом цикле, что, кроме энергоэффективности, позволяет сэкономить временные и человеческие ресурсы. На базе этих исследований в ИТТФ НАНУ создано инновационное энергосберегающее оборудование для получения суппозиторияев, которое соответствует правилам надлежащей практики производства. Показаны преимущества использования созданного оборудования.

Abstract. The subject of the article is the technology of manufacturing suppository medicinal forms, which are becoming increasingly widespread in pharmacy and medicine due to the high rate of absorption of medicinal substances and the possibility of combining in suppositories of ingredients with various pharmacological and physicochemical properties. The analysis of traditional technology and equipment for the production of suppository dosage forms in the pharmaceutical industry is presented. The use of innovative methods of thermal contact heating and melting and discrete-pulse introduction of energy (DPIE) developed at the Institute of Technical Thermophysics of the NAS of Ukraine is proposed to ensure the high quality of suppositories received. Using the method of thermal contact heating and melting, which is based on direct contact of the heating element with the substrate, allows to shorten the time at the preparation stage of the bases for obtaining suppository dosage forms. And the use of the DPIE method allows mixing hydrophilic and hydrophobic ingredients without delamination. Experimental studies of the method of thermal contact heating and melting are conducted to select the optimal parameters for the process. The study of the peculiarities of technological processes of heating, melting of bases and dispersing of medicinal substances, allowed to determine the necessary requirements for the creation of a new accelerated technology for manufacturing suppositories. In the plant for melting the bases in the manufacturer's tanks, three technological operations are combined: melting, dosing and unloading in one technological cycle, which, save for energy efficiency, saves time and human resources. Based on these studies, the ITTF NASU created innovative energy-saving equipment for receiving suppositories, which complies with the rules of good manufacturing practice. The advantages of using the created equipment are shown.

Ключевые слова: диспергация, гомогенизация, нагревание, плавление, суппозитории.

Keywords: dispersing, homogenization, heating, melting, suppositories.

Промышленное производство суппозиторияев в Украине началось с 1994 года. На фармацевтическом рынке Украины сейчас представлены суппозиторные лекарственные формы (ЛФ) примерно 50 известными фармацевтическими фирмами из 23 стран (лидеры: Германия, Франция, Италия и Швейцария) и только 5 отечественными фирмами: “Лекхим” (г. Харьков), “Монфарм” (г. Монастырище), “ФИТОЛЕК” (г. Харьков), “Сперко Украина” (г. Винница), “Фармекс Групп” (г. Борисполь) [1]. Устаревшие технологии и оборудование для изготовления суппозиторияев предопределяет закупку и эксплуатацию импортного оборудования из

Германии, Италии, США и других стран. Необходимость разработки и внедрения высокоэффективных инновационных технологий и оборудования для производства суппозиторных ЛФ обусловлена потребностью населения в отечественных фармацевтических препаратах. Актуальной задачей является аппаратурно-техническое переоснащение действующих производств, создание новых производственных мощностей в фармацевтической отрасли в соответствии с правилами надлежащей практики производства (GMP) суппозиторных лекарственных форм.

Суппозитории – это дисперсные системы, состоящие из основы (дисперсионной фазы) и лекарственных веществ (дисперсной фазы). Они являются твердыми при комнатной температуре, а при температуре тела расплавляются для высвобождения лекарственных веществ (ЛВ). Такие системы являются сложными многокомпонентными гетерогенными системами, так как содержат одно или более лекарственных веществ, диспергированных или растворенных в простой или сложной основе.

В основу технологии получения суппозиторных ЛФ (рис. 1) входит комплекс теплообменных процессов: теплопередача при нагревании, охлаждении и плавлении; перемешивание и растворение; диспергирование и гомогенизация; структурирование (получение связно-дисперсной системы).

Первой и важной стадией в технологии получения суппозиторных ЛФ является подготовка суппозиторных основ (рис. 1, стадия I). На рисунке представлено аппаратурное оформление по традиционной технологии получения суппозитория (рис. 1, а, б, в, г, д) и аппаратурное оформление инновационной технологии, разработанной в ИТТФ НАНУ (рис. 1, е, ж, з). Основы обеспечивают необходимую массу суппозитория и соответственно надлежащую концентрацию лекарственных веществ, мягкую консистенцию, оказывают существенное влияние на их стабильность. Степень высвобождения лекарственных веществ из суппозитория, скорость и полнота их всасывания во многом зависят от природы, состава и свойств основ. Современные суппозиторные основы имеют широкий диапазон температур плавления (затвердевания), что необходимо учитывать для получения многокомпонентной основы с необходимыми структурно-механическими свойствами [2, 3].

Важными теплообменными процессами на стадии приготовления основ являются процессы нагревания и плавления. По традиционной технологии для нагрева и плавления основ на фармацевтических фабриках используют реакторы с различными видами мешалок (рис. 1, а), ванны с змеевиками (рис. 1, б), электротканые нагреватели, нагревательные камеры и тому подобное. Но эти методы имеют ряд существенных недостатков: трудоемкость и энергозатратность; возможен перегрев основ, что приводит к различным изменениям физико-химических и структурно-механических свойств дисперсионной фазы; контаминационно не безопасны; возможен неравномерный прогрев всей массы основы. Например, перегрев жиров и жироподобных веществ часто приводит к образованию таких форм, которые имеют более низкие температуры плавления, что влияет на качество получаемых суппозитория. Суппозитории после перегрева основы неустойчивы при хранении, так как теряют твердость и плавятся при комнатной температуре, что также исключает возможность изготовления суппозитория.

В Институте технической теплофизики разработан метод термодисперсионного плавления за счет контактного и конвективного переноса тепла, что позволяет интенсифицировать процесс и уменьшить энергозатраты. Метод плавления основы ЛФ [4, 5], размещенной в цилиндрической емкости, основывается на движении дискового нагревательного элемента под действием силы тяжести в процессе плавления и перетекание расплавленной основы через зазоры между диском и стенками емкости. Отличие предлагаемого метода от существующих состоит в подведении энергии непосредственно к фронту фазового превращения с помощью дискового нагревательного элемента, который контактирует с внешней границей нерасплавленного вещества. Метод позволяет нагревать и расплавлять только ту часть основы, которая необходима, то есть реализовывать дозированный процесс плавления, что позволяет более рационально использовать энергию. При этом температуру дискового нагревателя в зоне контакта с основой поддерживают ниже температуры ее деструкции. В толще расплава поддержание температуры плавления происходит за счет конвективной теплопередачи от верхней поверхности нагревателя.

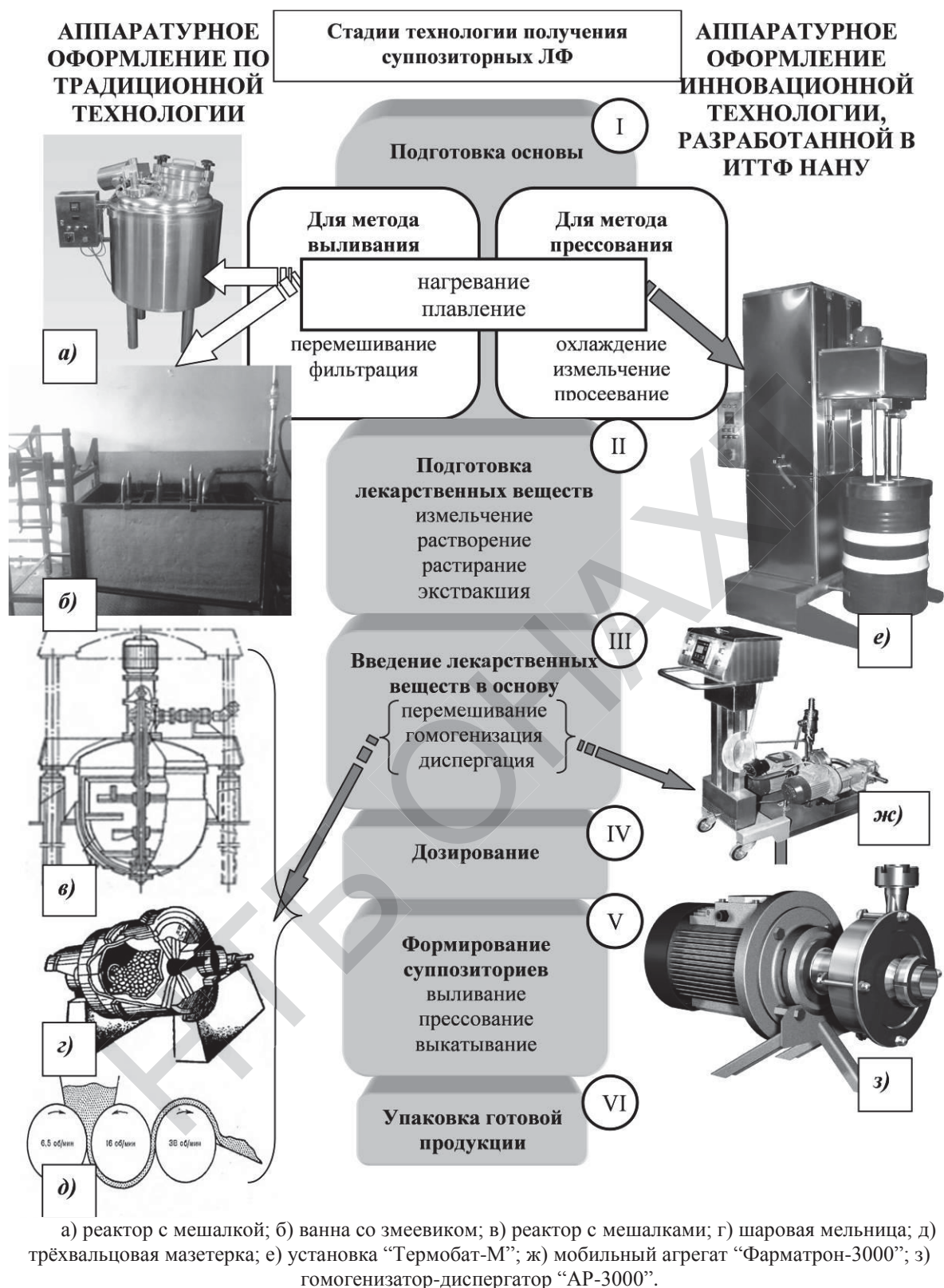


Рисунок 1. Блок-схема и аппаратное оформление технологии изготовления суппозитория.

На основе проведенных экспериментальных исследований метода термоконтального нагрева и плавления получено график зависимости объема расплава от температуры нагревателя (рис. 2) для выбора оптимальных параметров проведения процесса плавления. Интенсификация процесса плавления достигается подбором необходимой температуры нагревателя, а также созданием однородного температурного поля на поверхности термоконтального нагревателя благодаря выбранной конструкции.

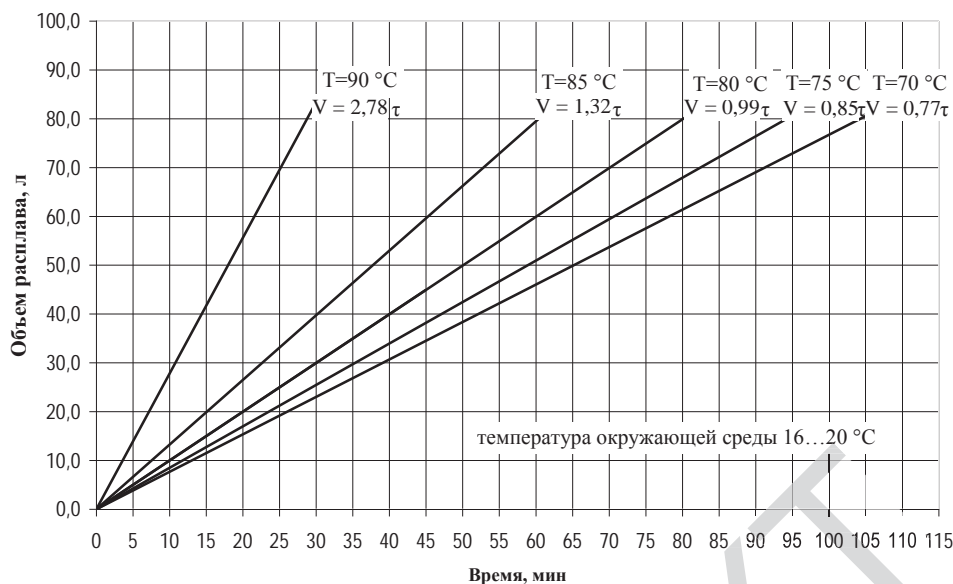


Рисунок 2. График зависимости объема расплава от температуры нагревателя.

Проведенные исследования с использованием тепловизора марки Ti-160 дали возможность проследить движение нагревателя по длине емкости, а также распределение температур на поверхности термоконтактного нагревателя и внутри металлических емкостей завода-изготовителя (рис. 3). Термограммы показывают равномерный прогрев термоконтактного нагревателя (рис. 3, а) и всего объема расплава при его движении вниз емкости и плавления основы (рис. 3, б-г). Благодаря низкому коэффициенту теплопроводности, основы находятся в начальном вязком состоянии, а нагреваются и плавятся при контакте с нагревателем (рис. 3, в). В конце процесса (рис. 3, г) наблюдаются конвективные потоки, которые способствует поддержанию температуры расплава на заданном уровне.

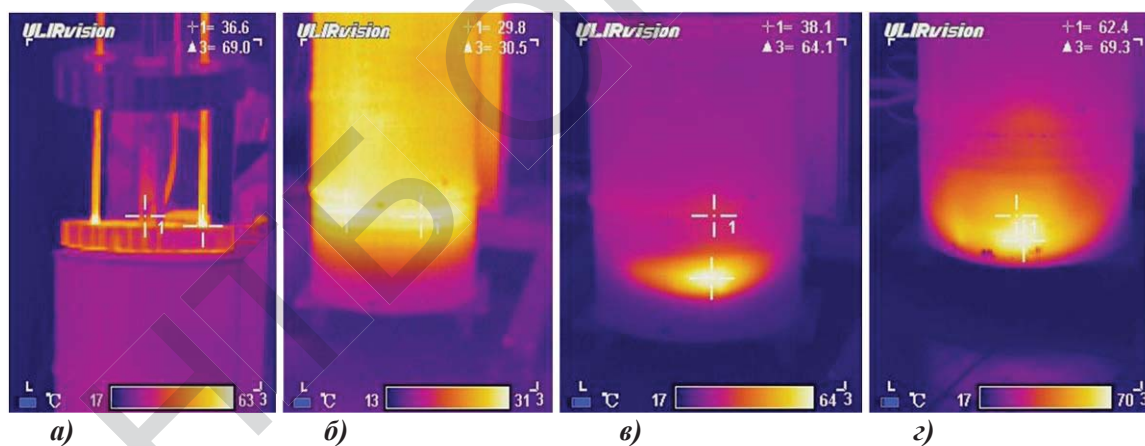


Рисунок 3. Термограммы процесса термоконтактного нагрева и плавления основ в емкостях завода-изготовителя.

Рисунок 3. Термограммы процесса термоконтактного нагрева и плавления основ в емкостях завода-изготовителя.

На стадии введения лекарственных веществ в основу (рис. 1, стадия III) одной из главных задач является то, чтобы лекарственные вещества были максимально диспергированы и равномерно распределены по всей основе. Особенно важно это, если в составе суппозитория присутствуют как гидрофильные, так и гидрофобные вещества.

По традиционной технологии на фармацевтических предприятиях для смешивания основы с лекарственными веществами применяют реакторы с различными мешалками. Процесс диспергирования осуществляют многоступенчато, как правило, на отдельных шаровых и молотковых мельницах со значительной потерей лекарственных веществ. Эти измельченные вещества вводят в расплав и осуществляют дальнейшую диспергацию на трехвалковых мазетерках. Как видно, эти операции осуществляют на разном оборудовании, оно периодического действия и требует тщательного выполнения правил безопасности, потому что вредит здоровью обслуживающего персонала. При применении способа диспергирования пропеллерными, шнековыми, турбинными и другими мешалками, имеют место большие затраты энергии на преодоление сил

трения и вязких сил в тех зонах, где не действуют органы мешалки. Также чрезмерно тратится энергия при макроперемешивании всей массы вещества для того, чтобы обеспечить достаточную турбулизацию для получения необходимой гомогенности [6]. В то же время, действующие методы не дают возможности смешивать гидрофильные и гидрофобные вещества без расслоения.

Многолетние исследования Институтом технической теплофизики НАНУ метода дискретно-импульсного ввода энергии позволяют исключить ряд трудоемких операций в технологии получения ЛФ и влиять на процессы перемешивания, диспергации и гомогенизации в одном аппарате, в результате чего уменьшить продолжительность этой стадии получения суппозиторий и расходы электроэнергии [7, 8]. Разработаны и созданы гомогенизаторы-диспергаторы различных конструкций, в которых применяется метод дискретно-импульсного ввода энергии (ДИВЭ) [9]. Гомогенизатор-диспергатор АР-3000 (рис. 1, з) входит в созданный в ИТТФ НАНУ мобильный агрегат типа “Фарматрон-3000” (рис. 1, ж), который конструктивно выполнен с возможностью подключения к действующему на фармацевтических предприятиях технологическому оборудованию [7]. Созданный агрегат диспергирует лекарственные вещества с основой, подогревает многокомпонентный расплав и обеспечивает транспортировку и рециркуляцию расплава по технологическим трубопроводам. С помощью этого агрегата было налажено производство на ОАО “Монфарм” (г. Монастырище) стабильных суппозиторий на дифильных основах.

Созданное в ИТТФ НАНУ отечественное оборудование, соответствующее требованиям GMP, является конкурентоспособным, внедрено на фармацевтических предприятиях нашей страны и экспортируется.

Выводы

1. В Украине необходимо модернизировать действующее оборудование и разработать новое для изготовления суппозиторных форм, что обусловлено отсутствием отечественного современного энергосберегающего оборудования в фармацевтической промышленности, которое соответствовало бы международным требованиям и правилам надлежащей практики производства (GMP).

2. Опыт авторов ИТТФ НАНУ, проведенные теоретические и экспериментальные исследования позволили разработать ресурсосберегающую технологию изготовления качественных суппозиторных форм с использованием методов термоконтактного нагрева и плавления и дискретно-импульсного ввода энергии.

3. Разработанное и созданное высокоэффективное оборудование для проведения теплообменных процессов нагревания, плавления, перемешивания, диспергирования и гомогенизации при получении суппозиторных ЛФ позволяет сократить в 3...4 раза удельные затраты электроэнергии, по сравнению с традиционным оборудованием.

Литература

1. Перцев І.М., Постольник В.В., Халеева О.Л. Супозиторні лікарські препарати на ринку України // Вісник фармації. – 2001. – № 1 (25). – С. 43-49.
2. Литвиненко Т.М. Сучасний стан асортименту супозиторних основ і фактори їх вибору // Технологія виробництва ліків. – 2014. – № 1 (14). – С. 35-38.
3. Печенежская Л.А., Тихонова С.А., Пиминов А.Ф. и др. Лекарственные препараты для ректального применения: Учеб. пособ. – Х.: Изд-во НФаУ, 2006. – 56 с.
4. Патент 31435 Україна, МПК7 В 01 J 6/00. Спосіб плавлення речовини та пристрій для його здійснення/ Грабов Л. М. та інші; заявник та патентовласник: Грабов Л.М., Мерщій В.І., Бондарь С.І. – № 98094668; заявл. 01.09.98; надр. 17.12.01, Бюл. № 11.
5. Грабов Л.Н., Мерщій В.І., Ващенко В.Н., Писаренко Т.В. Оптимізація процесу термоконтактного плавлення матеріалів // Промышленная теплотехника. – 2000. – Т. 22, № 1. – С. 94-99.
6. Гаврилов А.С. Фармацевтическая технология. Изготовление лекарственных препаратов: учебник. – 2010. – 624 с.
7. Долинский А.А., Грабов Л.Н., Грабова Т.Л. Метод ДИВЭ в инновационных технологиях и тепломассообменном оборудовании // Промышленная теплотехника. – 2012. – Т. 34, № 3. – С. 18-30.
8. Грабов Л.Н., Мерщій В.І., Посушко Д.В. Диспергирование многокомпонентных гетерогенных систем // Промышленная теплотехника. – 2008. – Т. 30, № 2. – С. 27-32.
9. Долинський А.А., Грабова Т.Л., Степанова О.Є. Створення та впровадження ефективних технологій та устаткування для виробництва лікарських засобів. Частина 1 // Промислова теплотехніка, 2015, т. 37, № 4. – С. 31-43.

References

1. Pertsev I.M., Postol'nyk V.V., Khalyeyeva O.L. (2001). Supozytorni likars'ki preparaty na rynku Ukrayiny. Visnyk farmatsiyi, 1 (25), 43-49.
2. Lytvynenko T.M. (2014). Suchasnyy stan asortymentu supozytornykh osnov i faktory yikh vyboru. Tekhnolohiya vyrobnytstva likiv, 1 (14), 35-38.
3. Pechenezhskaya L.A., Tikhonova S.A., Piminov A.F. i dr. (2006). Lekarstvennyye preparaty dlya rektal'nogo primeneniya. Ucheb. posob. M.: Izd-vo NFaU, 56.

4. Grabov L.M., Mershchiy V.Í., Bondar' S.Í. (2001). UA. Patent No. 31435.
5. Grabov L.N., Mershchiy V.I., Vashchenko V.N., Pisarenko T.V. (2000). Optimizatsiya protsessa termokontaktного plavleniya materialov. Promyshlennaya teplotekhnika, 22 (1), 94-99.
6. Gavrilov A.S. (2010) Farmatsevticheskaya tekhnologiya. Izgotovleniye lekarstvennykh preparatov, 624.
7. Dolinskiy A.A., Grabov L.N., Grabova T.L. (2012). Metod DPIE v innovatsionnykh tekhnologiyakh i teplomassoobmennom oborudovanii. Promyshlennaya teplotekhnika, 34 (3), 18-30.
8. Grabov L.N., Mershchiy V.I., Posun'ko D.V. (2008). Dispergirovaniye mnogokomponentnykh geterogennykh sistem. Promyshlennaya teplotekhnika, 30 (2), 27-32.
9. Dolíns'kiy A.A., Grabova T.L., Stepanova O.Ê. (2015). Stvorenniya ta vprovadzhennya yefektivnykh tekhnologiy ta usatkuvannya dlya virobnitstva likars'kikh zasobiv. Chastina 1. Promislova teplotekhnika, 37 (4), 31-43.

УДК 543.573:662.63

ТЕРМІЧНЕ РОЗКЛАДАННЯ ГРАНУЛЬОВАНОЇ ДЕРЕВИНИ В УМОВАХ ЗМІННОЇ ГАЗОВОЇ АТМОСФЕРИ

Корінчевська Т.В., к.т.н., Михайлик В.А., к.т.н. с.н.с., Корінчук Д.М. к.т.н., с.н.с.
Інститут технічної теплофізики НАН України, вул. Марії Капніст, 2а, м. Київ, 03057, Україна

THERMAL DECOMPOSITION OF GRANULATED WOOD IN THE CONDITIONS OF VARIABLE GASEOUS ATMOSPHERE

Korinchevska T.V., Mykhailyk V.A., Korinchuk D.M.
Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine,
Maria Kapnist st., 2a, Kyiv, 03057, Ukraine

Анотація. На сьогодні актуальним є широке використання відновлюваних джерел енергії і, зокрема, біопалива. Для визначення придатності біомаси як палива важливо вивчити процес її термічного розкладання. Поширеним видом біомаси є деревина. Матеріалом для досліджень слугувала тирса деревини сосни. Використовували як дисперговану сировину, так і зразки в вигляді пресованих гранул. В роботі представлені результати дослідження дериватографічним методом термічних властивостей деревини. Для вивчення поведінки зразків в різних умовах дослідження проводилися зі зміною якості атмосфери в зоні термічного розкладання. Досліджена поведінка зразків у власній, збагаченій киснем, інертній та киснево-дефіцитній газовій атмосфері. Визначені температурні інтервали зневоднення та термічного розкладання органічних сполук; середні швидкості термічного розкладання органічних сполук; вологість, вміст органічних сполук та зольність біопалива. Показано, що для гранули палива, порівняно з диспергованим паливом, характерне зміщення температури максимумів швидкості видалення води та теплопоглинання в сторону більш низьких температур та виявлено, що процес його термічного розкладання проходить швидше і в більш вузькому інтервалі температур. Встановлено, що газова атмосфера суттєво впливає на кінетику та хід термічного розкладання органічних речовин деревини. При розкладанні деревини у власній газовій атмосфері в інтервалі між максимумами тепловиділення виявлений ендотермічний ефект, який супроводжує видалення газоподібних продуктів. Показано, що збагачення зони розкладання киснем викликає інтенсивний перебіг процесів розкладання, що призводить до зростання швидкості реакцій та звуження інтервалу температур термічного розкладання біопалива. Визначено, що інертна або киснево-дефіцитна атмосфера в зоні розкладання суттєво знижує інтенсивність його процесів і відповідно розширює температурний інтервал розкладання. З'ясовано, що в інертній та киснево-дефіцитній атмосфері термічне розкладання проходить по схемі піролізу деревини.

Abstract. At present, the widespread use of renewable energy sources and, in particular, biofuels is relevant. It is important to study the process of thermal decomposition for determine the suitability of biomass as a fuel. Wood is a common type of biomass. Pine wood sawdust is used as material for research. Both dispersed raw materials and samples in the form of pressed granules were used. The paper presents the results of the study of thermal properties of wood by method of derivatography. Investigations were conducted with the change in the quality of the atmosphere in the zone of thermal decomposition to study the behavior of samples in different conditions. The behavior of the samples was studied in its own, oxygen-enriched, inert and oxygen-deficient gaseous atmosphere. Temperature intervals of dehydration and thermal decomposition of organic compounds, average rates of thermal decomposition of organic compounds, humidity, organic matter content and ash content are determined for biofuel. It is shown that for fuel granules, compared to dispersed fuels, the temperature of maximum peak of the water removal rate and thermal absorption is shifted in the direction of lower temperatures. It is found that the process of thermal decomposition of fuel pellets is faster and in a more narrow range of temperatures. It was established that the gaseous atmosphere significantly affects the kinetics and the course of thermal decomposition of the organic matter of wood. The endothermic effect was detected in the interval between the maxima of heat emission during decomposition of wood in its own gaseous atmosphere. It accompanies the removal of gaseous products. It is shown that the enrichment of the oxygen in the

ЗМІСТ

ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

ВИРІШЕННЯ ЕНЕРГО-ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ КРУП'ЯНОГО ВИРОБНИЦТВА	
Хоренжий Н.В., Лапінська А.П.	5
ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕГАЗАЦИИ ЖИДКОСТИ В КАВИТАЦИОННЫХ ТЕЧЕНИЯХ. ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ	
Иваницкий Г.К., Целень Б.Я., Недбайло А.Е., Коник А.В.	11
ІННОВАЦІЙНІ СПОСОБИ ЕНЕРГОПІДВОДУ У ПРОЦЕСАХ СУШІННЯ ТЕРМОЛАБІЛЬНОЇ СИРОВИНИ	
Яровий І.І., Кашкано М.А., Маренченко О. І., Пилипенко Є.О.	17
МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ЛОКАЛЬНИХ ШВИДКОСТЕЙ ТЕПЛОНОСІВ У ВЕРТИКАЛЬНОМУ КАНАЛІ КОНТАКТНОГО АПАРАТУ	
Кузьменко І.М.	24
МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ТЕПЛОМАСОПЕРЕНОСУ ПРИ КОНВЕКТИВНОМУ СУШІННІ М'ЯСНИХ ВИРОБІВ	
Ощипок І. М.	29
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЕНЕРГІЇ РЕКУПЕРАЦІЇ В СИСТЕМІ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ШВИДКІСНОГО ТРАМВАЮ М. КРИВИЙ РІГ	
Кухта О.О.	33
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ТЕПЛОМАСОПЕРЕНОСУ В ПРОЦЕСІ ЖАРІННЯ ОЛІЙНОЇ СИРОВИНИ	
Сорокова Н.М., Дідур В.В.	37
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ПЛАЗМЕННЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ СРЕД	
Холявченко Л.Т., Опарин С.А., Давыдов С.Л.	42
ПРОБЛЕМИ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ	
Бундюк А.М., Подпалова Ю.В., Коваленко А.К.	46
ENERGY POLICY OPPORTUNITIES. HOW TO FACE CHALLENGES	
Bezhan V., Zhytarenko V., Ostapenko O., Yakovleva O.	48

ІННОВАЦІЙНІ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ ХІМІЧНИХ І
ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ВИРОБНИЦТВ

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СУППОЗИТОРИЕВ	
Шмагток А.И., Степанова О.Е., Сильнягина Н.Б.	54
ТЕРМІЧНЕ РОЗКЛАДАННЯ ГРАНУЛЬОВАНОЇ ДЕРЕВИНИ В УМОВАХ ЗМІННОЇ ГАЗОВОЇ АТМОСФЕРИ	
Корінчевська Т.В., Михайлик В.А., Корінчук Д.М.	59
АКТИВАТОРИ ПРОЦЕСУ ПОГЛИНАННЯ ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗУ ХЛОРОФІЛСИНТЕЗУЮЧИМИ МІКРОВОДОРОСТЯМИ	
Дячок В.В., Мандрик С.Т., Гуглич С.І.	64
РОЗРОБКА ІННОВАЦІЙНОГО ТЕПЛОМАСООБМІННОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	
Грабова Т. Л., Шмагток О.І., Сильнягина Н.Б.	70
ДОСЛІДЖЕННЯ КАВІТАЦІЙНИХ ЕФЕКТІВ В НАСОСАХ РІЗНИХ ТИПІВ	
Авдєєва Л.Ю., Макаренко А.А., Жукотський Е.К.	77
ВИНИКНЕННЯ КАВІТАЦІЙНИХ ЕФЕКТІВ ПІД ЧАС РОБОТИ НАСОСІВ РІЗНОГО ТИПУ	
Авдєєва Л.Ю., Макаренко А.А., Жукотський Е.К.	80
ГІДРОДИНАМІКА ГАЗОРІДНИХ ПОТОКІВ НА КАПІЛЯРНО-ПОРИСТИХ СТРУКТУРАХ	
Туз В.О., Лебедь Н.Л., Трокоз Я.Є.	85
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЭКСТРАКЦИИ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ ПРОДУКТОВ УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДОГО РАКЕТНОГО ТОПЛИВА С ПРИМЕНЕНИЕМ ДИМЕТИЛСУЛЬФОКСИДА	
Челтонов М.М., Опарин С.А., Матросов А.С., Кириченко А.Л.	91
МОДУЛЬНИЙ ПРИНЦИП ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОИЗВОДСТВА ПЕЛЛЕТ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ	
Бунецкий В.А., Бурдо О.Г., Зыков А.В., Войтенко А.К., Безбах И.В., Кашкарев А.А.	94
ARTIFICIAL MICRO RNA (AMIRNA): A POTENT TOOL FOR GENE SILENCING IN PLANT	