

**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 2.

**МОДЕЛЮВАННЯ КОМБІНОВАНИХ ПРОЦЕСІВ
ПЕРЕНОСУ.
ОПТИМІЗАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ І СИСТЕМ**

9. Симак Д. Нестационарный процесс розчинения шару зернистого матеріалу / Д. Симак, О. Люта // Хімія, технологія речовин та їх застосування. Л.: Видавництво Нац. ун-ту "Львів. Політехніка", №812. – 2015. – С.308–312.
10. Symak D. Investigation of physical dissolution of benzoic acid polydisperse mixture / D. Symak, J. Gumnitsky, V. Atamaniuk, O. Nagursky // Chemistry and Chemical Technology. Volume 11, Issue 4. – 2017.– Pp. 469-474.
11. Symak, D. Analysis of dissolution kinetics based on the local isotropic turbulence theory / D. Symak, V. Atamanyuk, Y. Gumnitsky // Chemistry and Chemical Technology. Volume 9, Issue 4. – 2015.– Pp. 493-496.
12. Данилюк О. Дослідження закономірностей процесу розчинення полідисперсних частинок бензойної кислоти під час пневматичного перемішування / О. Данилюк, В. Атаманюк, Я. Гумницький, М. Бачик // Інтегровані технології та енергозбереження. В.4. – 2017. – С.36–40.
13. Кириченко Ю. Гидродинамика и теплообмен в криогенных системах / Ю. Кириченко, Н. Щербакова // Киев. Наук.Думка. – 1977. – С.44-50.
14. Островський Г. Прикладная механика неоднородных сред / Г. Островський // СПб, Наука. – 2000. – С. 182.
15. Островський Г. Прикладная механика неоднородных сред / Г. Островський // СПб, Наука. – 2000. – С. 338-339.

УДК 621.3.036:664.87

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ УВАРЮВАННЯ СОКУ ТА ЙОГО ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

Маяк О.А. канд. техн. наук, доцент, Сардаров А.М. мол. наук. спів.,
Костенко С.М. ст. викладач, Гриценко О.Ю. інженер
Шершньов Г.Г. студент
Харківський державний університет харчування та торгівлі

INVESTIGATION OF THE INJECTION PROCESS AND ITS SIMULATION MODELING

Mayak O.A. Cand. tech Sciences, associate professor, Sardarov A.M. j. sciences w.,
Kostenko SM Art. teacher, Gritsenko O.Yu. engineer
Shershnov G.G. student
Kharkiv State University of Nutrition and Trade

Анотація. У роботі проведено імітаційне моделювання процесу уварювання овочевого соку за використання програмного комплексу Vensim, що реалізує системно-динамічну технологію потокового типу. Використання системно-динамічного моделювання уможливорює повну та якісну оцінку впливу таких факторів, як коефіцієнт паронагрівання, коефіцієнт уварювання, на характер та значення вихідної функції, тобто реалізацію концентрату.

Доказана ефективність використання пристрою для перемішування та нагрівання в'язких харчових продуктів, що має просту та надійну конструкцію, а також сприяє скороченню тривалості процесу переробки продукту та підвищення якості готового продукту за рахунок більш якісного перемішування та інтенсифікації процесу теплообміну, за рахунок використання спіральної металевої трубчастій конструкції для підведення теплоносія, що сприяє збільшенню площі контакту продукту з нагрівальними елементами.

Скребки розміщені на спіралі таким чином, що під час руху перекривають один одного. При обертанні мішалки скребки просуваються біля поверхні теплообмінної стінки апарату, утворюючи гвинтову поверхню, що сприяє турбулізації пристінного ламінарного шару продукту, це запобігає його прилипанню, усуває застійні зони внаслідок чого, відбувається вирівнювання температур і рівномірне протікання процесу.

Використання в апараті розробленого пристрою для перемішування та нагрівання в'язких харчових продуктів призводить до збільшення виходу продукту на 33 %, за рахунок збільшення площі нагріву, що призводить до скорочення терміну виходу на робочий режим. Експериментування з імітаційними моделями процесів теплової обробки надає системне підґрунтя для інтенсифікації та оптимізації процесів та обладнання харчових виробництв.

Abstract. The simulation modeling of vegetable juice boiling process using the software complex Vensim that implements system-dynamic technology of stream type is carried out in the work. The use of system dynamical

simulation enables a full and qualitative assessment of the influence of factors such as steam heating coefficient, boiling factor, on the nature and value of the output function, that is, the implementation of concentrate.

The efficiency of using a device for mixing and heating viscous food products with a simple and reliable structure is proved, as well as it helps to reduce length of the product processing and improve quality of the finished product due to better mixing and intensification of heat transfer through the use of spiral metal tubular designs for the supply of coolant, which contributes to the increase of the contact area of the product with the heating elements.

The scrapers are located on the helix in such a way that they block each other while driving. When rotating the mixer, the scrapers move near the surface of the heat exchange wall of the apparatus, forming a screw surface, which facilitates turbulization of the wall laminar layer of the product. It prevents it from sticking, eliminates stagnant zones, resulting in temperature equalization and uniform flow of the process.

The use of the developed device for mixing and heating viscous food products results in the increase in product output by 33%, due to an increase in the heating area, which leads to the shortening of time to enter the operating mode. Experimentation with simulation models of heat treatment processes provides a systemic basis for the intensification and optimization of processes and equipment of food industries.

Ключові слова: системний аналіз, імітаційна модель, уварювання, овочевий сік.

На підприємствах харчової промисловості різних форм власності рослинну сировину переробляють в соки, екстракти, концентрати, безалкогольні та алкогольні плодово-ягідні напої та іншу продукцію. Важливим фактором при переробці рослинної сировини є збереження корисних речовин і сполук для людини в кінцевих продуктах і напоях, тобто технологічні процеси і режими при переробці харчової сировини рослинного походження повинні бути оптимальними як з точки зору енерго- та ресурсозбереження, так і з точки збереження біологічно активних речовин [1].

Використання системно-динамічного (імітаційного) моделювання уможливорює повну та якісну оцінку впливу таких факторів, як коефіцієнт паронагрівання, коефіцієнт уварювання, на характер та значення вихідної функції, тобто уварювання овочевого концентрату, а також продуктивність процесу. Разом з розробкою прогресивних процесів виникає можливість створювати імітаційні моделі, необхідні для вирішення задач підвищення продуктивності [2].

На відміну від звичайного моделювання, яке обмежується спостереженням та формальними статистичними зв'язками між елементами системи, імітаційне моделювання реалізує морфологію системи для точної та всебічної динаміки процесу функціонування. Імітаційне моделювання є адекватним інструментом аналізу складних систем зі слабо формалізованими елементами, до яких можна віднести системи харчових виробництв [3 - 4].

Основна мета роботи – дослідження процесу уварювання овочевого соку та розробка імітаційної моделі процесу уварювання для системного аналізу ефективності використання в вакуум-випарному апараті розробленою конструкції пристрою для перемішування та нагрівання.

Для дослідження теплообмінних процесів, а саме концентрування – уварювання при постійному перемішуванні була розроблена модель апарату и змонтована експериментальна установка: рисунок 1. Установка для уварювання овочевого соку під вакуумом при постійному перемішуванні. Установка складається із циліндричного вакуум-випарного апарату, всередині якого розміщений перемішувачий пристрій. Межі зміни контрольованих параметрів: частота обертів вала перемішувачого пристрою $n = 60 \dots 300$ об/хв; температура кипіння продукту $t = 50 \dots 55$ °С; вакуум у апараті 0,096 МПа. Вимірювання потужності привода перемішувачого пристрою здійснювали ватметром, вимірювання числа обертів перемішувачого пристрою здійснювали тахометром, вимірювання в процесі уварювання маси вхідного та вихідного продукту, визначали кількість випареної вологи ΔW , потім визначали коефіцієнт тепловіддачі від гріючої стінки до дослідженого продукту. Вміст сухих речовин у продукті контролювали рефрактометром.

Дослідження теплообміну при уварюванні соку проводилися за умов постійного перемішування з використанням наступних пристроїв: розробленого пристрою [5], конструкції ХДУХТ ШСМ [6]. На рис. 2, представлена розроблений пристрій для перемішування в основу якого було закладено задачу збільшити площу контакту продукту з теплообмінної поверхнею. Для виконання поставленої задачі вал 7, робиться порожнистим для подачі теплоносія. Для збільшення міцності порожнистий вал закріплено жорстким з'єднанням з привідним 12 втулковою муфтою 10, а повітря з порожнистого валу відводиться через патрубок 8. Для постійного вимірювання температури продукту були встановлені термомпари.

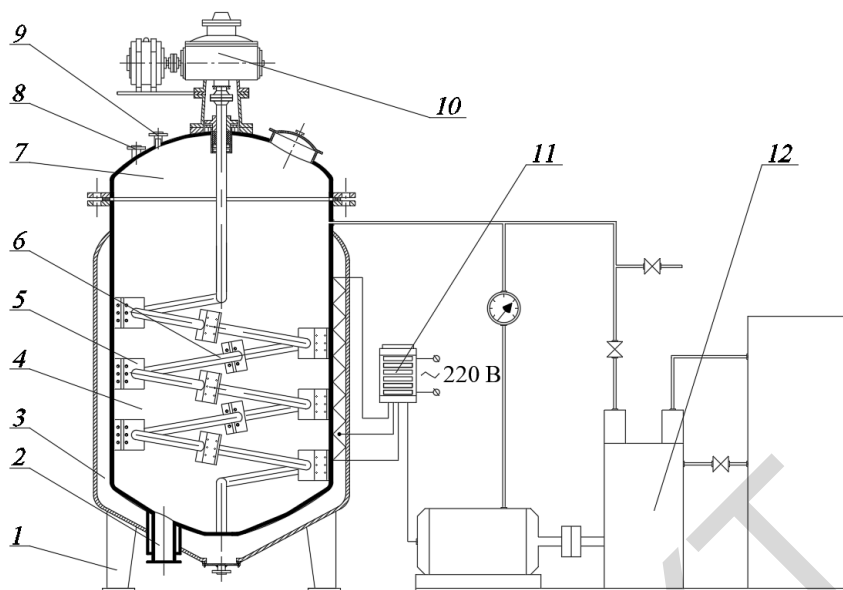


Рисунок 1. Установка для уварювання овочевої сировини під вакуумом при постійному перемішуванні: 1 – опори; 2 – патрубок для зливання готового продукту; 3 – парова сорочка; 4 – робоча камера апарату; 5 – скребок перемішуючого пристрою; 6 – вал мішалки; 7 – кришка апарату; 8 – патрубок для відведення вологи; 9 – патрубок для подачі сировини; 10 – електродвигун; 11 – блок керування робочими процесами апарату; 12 – система вакуумування апарату.

Для обґрунтування використання розробленого пристрою для перемішування та нагрівання було проведено системно-динамічне моделювання процесу. На основі раніше проведених досліджень було встановлено пряму залежність продуктивності апаратів від способу нагріву апаратів та режимів роботи.

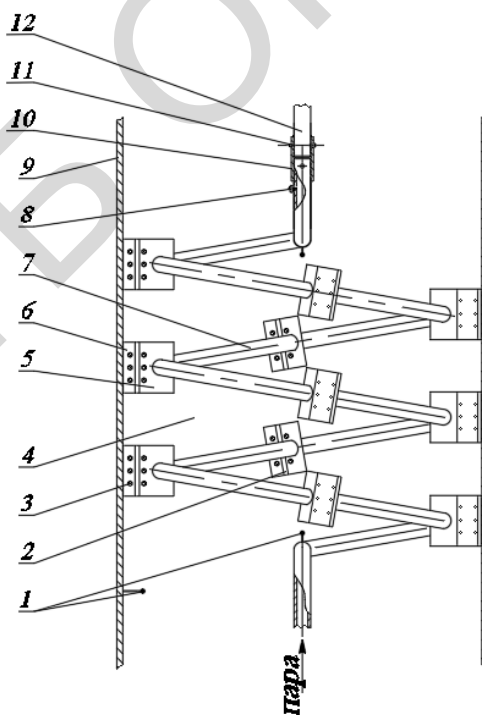


Рисунок 2. Схема пристрою для перемішування та нагрівання в'язких харчових продуктів: 1 – розроблена конструкція перемішуючого пристрою; 1 – термопари; 2 – гнучка пластина; 3 – бовтне з'єднання; 4 – робоча камера апарату; 5 – нерухома частина скребка; 6 – рухома частина скребка; 7 – вал ступінчастий порожнистий; 8 – патрубок для відведення повітря; 9 – стінка апарату; 10 – втулка; 11 – штифт; 12 – вал привідний

На рис. 3 представлена імітаційна модель процесу уварювання овочевого соку в вакуум випарному апараті з різними перемішувачами пристроями.

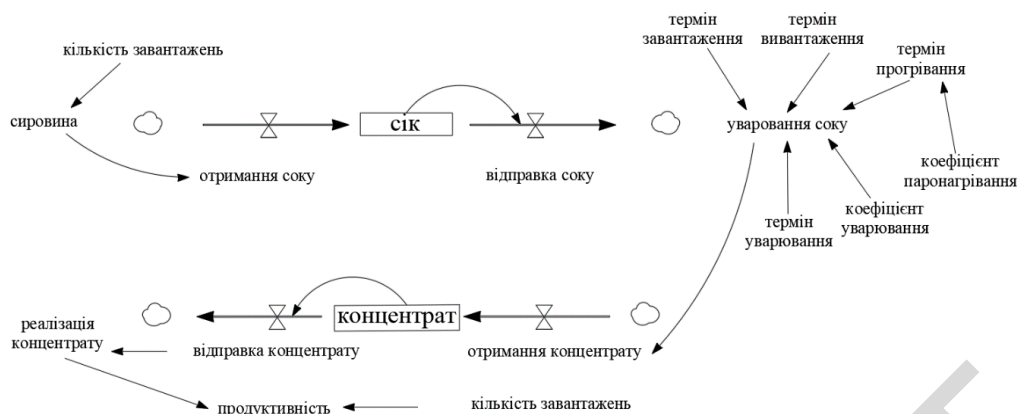


Рисунок 3. Імітаційна модель процесу уварювання овочевого соку при постійному перемішуванні

Припущення:

- 1) поставка соку є разовою пульсуючою;
- 2) затримки на операціях відповідають рекомендаціям з експлуатації;
- 3) терміни теплової обробки відповідають типовому обладнанню;
- 4) втрати на операціях відповідають експериментальним дослідженням;
- 5) залишок продукту відсутній.
- 6) якість продукту незмінна.

Екзогенні керовані змінні:

- 1) масові компоненти (овочевий сік);

2) енергетичні компоненти (коефіцієнт паронагрівання, коефіцієнт уварювання та періодичність завантаження);

- 3) економічні компоненти (продуктивність).

Ендогенні керовані змінні:

1) Кількість завантажень за 8 годин під час уварювання соку з розробленою конструкцією перемішувача пристрою та конструкцією ХДУХТ ШСМ.

- 2) Уварювання овочевого соку визначається множенням відправки соку на коефіцієнт уварювання.

Модельним відгуком, або реакцією моделі було уварювання соку.

Всі фактори мають ефект взаємодії, тобто комбінованого впливу на реакцію моделі. Було використано наступні рівні факторів:

Коефіцієнт уварювання дорівнює 62,5 кг/800,0 кг.

Термін завантаження становить 5 хв, уварювання 40 хв, вивантаження 5 хв.

Термін прогрівання становить 20 хв, помножені на коефіцієнт паронагрівання.

Коефіцієнт паронагрівання під час пароконцентрування становить 10 хв/20 хв, під час концентрування 20 хв/20 хв.

Продуктивність визначається множенням реалізації продукту на кількість завантажень за 8 годин та подальшим поділом на 8 годин.

На рис. 4 в результаті моделювання процесу уварювання розрахована кількість завантаження продукту в апарат за робочу зміну, а саме 8 годин. Так при використанні розробленої конструкції перемішувача пристрою ми маємо змогу 8 разів загрузити апарат, а при використанні конструкції ХДУХТ ШСМ тільки 6-ь.

Це впливає на продуктивність процесу, а саме на рисунку 5 представлений графік продуктивності, модель вказує ефективність зменшення часу виходу на стаціонарний режим завдяки збільшення площі нагріву апарату, згідно якої продуктивність вище на 33 %.

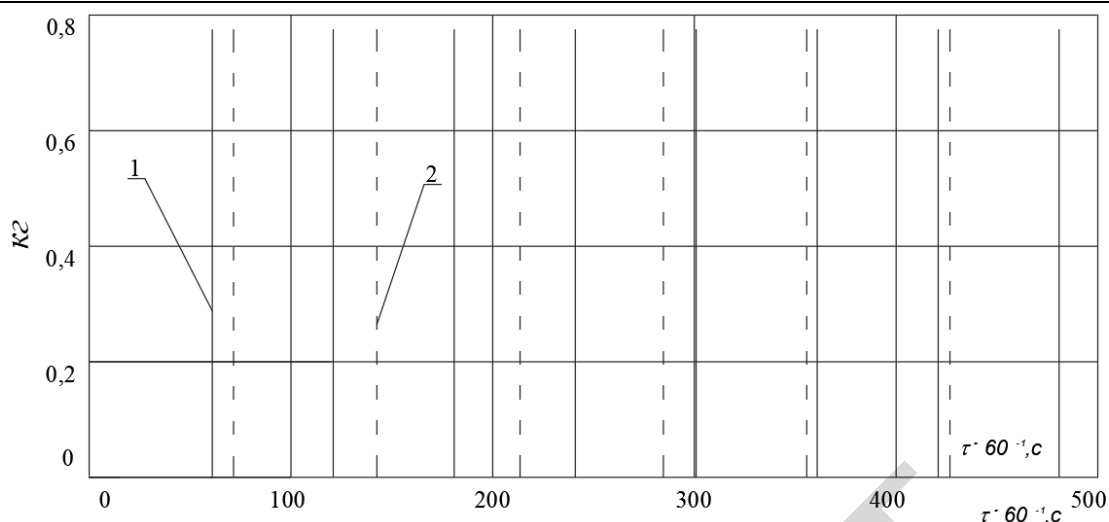


Рисунок 4. Динаміка кількості завантажень: 1 - розроблена конструкція перемішуючого пристрою; 2 - конструкція ХДУХТ ШСМ;

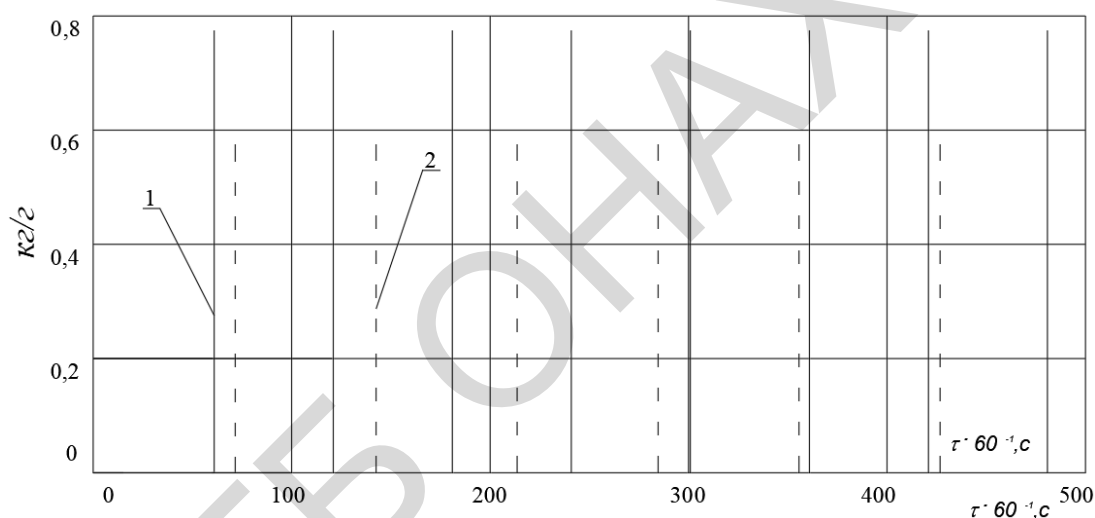


Рисунок 5. Продуктивність процесу: 1 - розроблена конструкція перемішуючого пристрою; 2 - конструкція ХДУХТ ШСМ;

Висновки.

Таким чином, використання імітаційних моделей дозволяє оптимізувати процес виробництва харчової продукції за обраними коефіцієнтами шляхом комп'ютерного експерименту зі зміною та комбінуванням значень критеріїв, забезпечуючи розрахунок продуктивності. На відміну від звичайного моделювання, яке обмежується спостереженням та формальними статистичними зв'язками між елементами системи, імітаційне моделювання реалізує динаміку процесу функціонування. Доведено, що комплексне оцінювання та оптимізація обладнання харчових виробництв можлива в межах системно-динамічного моделювання, яке ґрунтується на аналітичних зв'язках системи та фізичному експерименті. Розроблена імітаційна модель процесу уварювання при постійному перемішуванні під вакуумом, яка вказує ефективність процесу за рахунок зменшення часу виходу на стаціонарний режим завдяки збільшенню площі нагріву апарату, згідно якої продуктивність вище на 33 %.

Список літератури

1. Домарецький В.А. Технологія екстрактів, концентратів і напоїв з рослинної сировини // - М.: ФОРУМ, 2007. – 444с.
2. Томашевський В.М. Моделювання систем. – К.: Видавнича група BVH, 2005 – 349 с.
3. V. Potapov, S. Kostenko, "System-dynamic Modeling of Complex Assessment of ARJM-0.07- 1 Apparatus". Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / [редкол. : О.І. Черевко (відпов. ред.) та ін.]. – Харків : ХДУХТ, 2016. – Вип. 2(24). – С. 218–225.

4. Биткова Т.В. Построение системно-динамических моделей в среде Vensim. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Имитационное моделирование» для студентов специальностей «Экономическая кибернетика» и «Прикладная экономика». – Х.: ХНУ, 2004 – 52 с.

5. Патент на корисну модель 105419 Україна, МПК В01F 15/06 (2006.01), А21С 1/00. Пристрій для перемішування та нагрівання в'язких харчових продуктів / Сардаров А.М., Маяк О.А., Костенко С.М. (Україна); заявник та патентовласник Харк. держ. ун-т харч. та торг. – 201505846; заявл. 15.06.2015; опубл. 25.03.2016, Бюл. №6. – 4с.

6. Патент на корисну модель № 24105 Україна, МПК А21С 1/00. Пристрій для перемішування в'язких харчових продуктів / В.І. Маяк, В.М. Михайлов, М.М. Смілик (Україна). - №200611832; Заявл. 10.11.2006; Опубл. 25.06.2007, Бюл. №9.

УДК 532.516: 536.24

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СУШКИ И ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ БИОМАССЫ

Сорокова Н.Н. д.т.н., с.н.с., Коринчук Д.Н. к.т.н., с.н.с.
Институт технической теплофизики Национальной академии наук Украины, Киев

MATHEMATICAL MODELING OF THE DYNAMICS OF HIGH-TEMPERATURE DRYING AND THERMAL DECOMPOSITION OF BIOMASS

Sorokova N.N., Korinchuk D.N.
Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev

Аннотация. Разработана математическая модель и численный метод расчета динамики теплопереноса, фазовых превращений и усадки при сушке коллоидных капиллярно-пористых тел цилиндрической формы в условиях равномерного обдува теплоносителем. Математическая модель строилась на базе дифференциального уравнения переноса субстанции (энергии, массы, импульса) в деформируемых системах. Проведены экспериментальные исследования кинетики обезвоживания частиц энергетической вербы в потоке воздуха с целью верификации математической модели. Обоснована возможность ее использования для расчета совместных процессов сушки и начального этапа термического разложения биомассы. С использованием ранее полученных данных по значениям энергии активации $A_{эф}(T)$ для различных видов биомассы проведено математическое моделирование динамики и кинетики высокотемпературной сушки в потоке дымовых газов энергетической вербы, которая сопровождается термодеструкцией гемицеллюлозы. Результаты численных экспериментов свидетельствуют об адекватности предложенного подхода, эффективности математической модели и метода ее реализации. На их основе возможно проводить исследование динамики теплопереноса при сушке частиц различных видов измельченной биомассы; определение температуры начала и окончания первой стадии термического разложения; момента достижения равновесного влагосодержания в зависимости от свойств материала и сушильного агента. Эти данные позволяют выбирать оптимальные с точки зрения сохранения энергии и качества высушиваемого продукта режимные параметры процесса.

Abstract. A mathematical model and a numerical method for calculating the dynamics of heat and mass transfer, phase transformations and shrinkage during the drying of colloidal capillary-porous cylindrical bodies under conditions of equitable winding by a coolant are developed. The mathematical model was based on the differential equation of substance (energy, mass, impulse) transfer in deformable systems. Experimental studies of the kinetics of dehydration of energy willow particles in the airflow were carried out to verify the mathematical model. Its applicability for calculating combined processes of drying and of the initial stage of thermal decomposition of biomass is substantiated. Using the previously obtained data on the activation energy values for various types of biomass, a mathematical simulation of the dynamics and kinetics of high-temperature drying in the flue gas flow of energy willow was carried out, which is accompanied by thermal destruction of hemicellulose. The results of numerical experiments indicate the adequacy of the proposed approach, the effectiveness of the mathematical model and the method of its implementation. On their basis, it is possible to study the dynamics of heat and mass transfer when drying particles of different types of ground biomass; determination of the temperature of the beginning and ending of the first stage of thermal decomposition; the moment when the equilibrium moisture content is reached, depending on the properties of

МОДЕЛЮВАННЯ РЕАКТОРА НАСИЧЕННЯ У ВИРОБНИЦТВІ ЦУКАТІВ	
Гузьова І.О., Атаманюк В.М.	78
УНИФИЦІРОВАННИЙ ПОДХОД К МОДЕЛІРОВАНИЮ КАВИТАЦІОННИХ РЕАКТОРОВ	
Иваницкий Г.К., Недбайло А.Е., Коник А.В., Целень Б.Я., Гоженко Л.П.	84
МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У АПАРАТІ З ПНЕВМАТИЧНИМ ПЕРЕМІШУВАННЯМ	
Данилюк О. М., Атаманюк В.М., Гумницький Я.М.	89
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ УВАРЮВАННЯ СОКУ ТА ЙОГО ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ	
Маяк О.А., Сардаров А.М., Костенко С.М., Гриценко О.Ю., Шершньов Г.Г.	94
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СУШКИ И ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ БИОМАССЫ	
Сороковая Н.Н., Коринчук Д.Н.	99

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ. РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТА ЕКОЛОГІЧНО-БЕЗПЕЧНІ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ

КОМПОЗИТНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ АДСОРБЦІЙНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ ГЕЛПОУСТАНОВОК	
Беляновська О.А., Пустовой Г. М., Суха І.В., Губинський М.В., Литовченко Р.Д., Сухий К.М.	106
ЗАСТОСУВАННЯ НВЧ ВИПРОМІНЮВАННЯ ПРИ ВИЛУЧЕННІ БІЛКІВ ЗІ СТІЧНИХ ВОД ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ	
Сабадаш В.В., Гумницький Я.М.	111
ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СУШІННЯ НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ІЗ ТЕПЛОВИМИ НАСОСАМИ	
Пазюк В.М.	116
ІНТЕГРАЦІЯ ПРОЦЕСА ТЕПЛООБМЕНА СОЛНЕЧНОЇ УСТАНОВКИ	
Селихов Ю.А., Коцаренко В.А.	120
ВИКОРИСТАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБАВОК У ПРОЦЕСАХ КОМПОСТУВАННЯ ХАРЧОВОЇ СКЛАДОВОЇ ТВЕРДИХ МУНІЦИПАЛЬНИХ ВІДХОДІВ	
Крусір Г.В., Сагдєєва О.А., Чернишова О.О., Мадані М.М., Гаркович О.Л.	125
ПРО ЗБЕРЕЖЕННЯ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ ТА ЗАОЩАДЖЕННЯ РЕСУРСІВ ПРИ ПЕРЕРОБЦІ ТОМАТІВ	
Гаврилов О.В.	131
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ РЕЖИМИ РОБОТИ БАРАБАННОЇ СУШАРКИ КОМПЛЕКСУ ВИРОБНИЦТВА КОМПОЗИЦІЙНОГО БІОПАЛИВА	
Коринчук Д. М., Снєжкін Ю.Ф., Бунецький В. О.	134
ТЕХНОЛОГІЧНІ ОБ'ЄКТИ УТИЛІЗАЦІЇ-МОДИФІКАЦІЇ ПОЛІМЕРНОЇ ТАРИ ТА ПАКУВАННЯ	
Бухкало С.І.	140
ЗАСТОСУВАННЯ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ РІЗНОГО ТИПУ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННИХ КОМПЛЕКСІВ	
Ощипок І.М.	143

ІННОВАЦІЙНЕ ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ, ФАРМАЦЕВТИЧНИХ, ХІМІЧНИХ ТА ПАРФУМЕРНИХ ВИРОБНИЦТВ

АНАЛІЗ СИРОВИНИ, ПРОЦЕСІВ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ХАРЧОВИХ ПОРОШКІВ	
Потапов В.О., Євлаш В.В., Педорич І.П.	149
ІНФРАЧЕРВОНЕ СУШІННЯ ЗЕРНОВОЇ ПРОДУКЦІЇ З ВІБРОХВИЛЬОВИМ КОНВЕСРОМ. ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ	
Паламарчук І.П., Кюрчев С.В., Верхованцева В.О.	153
РАЦІОНАЛЬНЕ КОМПОНУВАННЯ ФАЗНИХ РОЗДІЛЮВАЧІВ З МОДУЛЬНИМИ СЕПАРАЦІЙНИМИ ПРИСТРОЯМИ	