Цілеспрямована інтенсифікація технологічних процесів в апаратах підвищеної продуктивності

Засновник



к.т.н., доцент, професор кафедри процесів і апаратів харчових виробництв
Лобода Павло Петрович

Науковий напрям роботи: Особливості гідродинаміки і перенесення маси на різних масштабних рівнях в системі тверде тіло – рідина стосовно до задач екстрагування із рослинної сировини». За результатами багаторічних досліджень відповідно з держбюджетною тематикою, розроблені сучасні екстрактори періодичної та безперервної дії з вібраційною системою перемішування, новизна яких захищена цілою низкою патентів України на винахід.

Співробітники кафедри беруть активну участь у дослідженні інтенсифікації процесів масообміну методом перемішування та застосування коливань. Вперше запропонував застосування низькочастотних коливань для інтенсифікації різних процесів харчової технології професор М.О. Буренков. Доцент П.П. Лобода із співробітниками (проф. В.Л. Зав'ялов, доценти Ю.В. Карлаш, Т.Г. Мисюра, Ю.В. Запорожець, Н.В. Попова, к.т.н. В.М. Чорний та ін.) провели глибокі дослідження теоретичних основ інтенсифікуючої дії низькочастотних механічних коливань на процеси перенесення у рідких середовищах. На основі встановленого Шліхтінгом рівняння поширення пульсуючого струменя П.П. Лобода розрахував (1997 р.) із точністю до восьми значущих цифр фундаментальні фізичні константи (швидкість світла, газову сталу, сталу Больцмана, сталу Планка та ін.), чим підтвердив єдність закономірностей технологічних процесів із системою понять і законів молекулярної фізики і квантової механіки.

Напрями досліджень наукової школи:

1.Кафедральна науково-дослідна робота на період з 2013- 2017рр

«Наукове обґрунтування та апаратурне оформлення процесу віброекстраг. в харч. і фарм. пром..» (шифр 0112U004674 за кодом 65.13.23 від 18.06.13) за напрямом «Інтенсиф. технол. процесів в харчовій і мікробіологічний промисловості».

2.Кафедральна науково-дослідна робота на період з 2017- 2021рр. «Наукові та практичні аспекти забезпечення якості віброекстракційних процесів та систем в харчовій промисловості» (шифр держреєстрації 0117U003474 за кодом тематичної рубрики 65.04.17.0656 від 21.06.17).

3.Кафедральна науково-дослідна робота на період з 2022- 2027рр «Наукове обґрунтування високоефективних віброекстракційних процесів та апаратів для раціонального перероблення рослинної сировини та її відходів в харчовій промисловості» (шифр держреєстрації 0122U200913 за кодом тематичної рубрики НТІ: 65.13.23 від 22-09-2022).

Науково-дослідна робота в ПНДЛ НУХТ:

1. В період 2006-2009 рр. - прикладна тематика ПНДЛ НУХТ «Дослідження впливу низькочастотних механічних коливань на інтенсифікацію процесу екстрагування із рослинної сировини» (КПКВ 2201020 «Фундаментальні дослідження у вищих навчальних закладах», номер державної реєстрації 1006U000418), проект схвалений.

2. В період 2013-2015 рр. - фундаментальна тематика ПНДЛ НУХТ «Наукове обґрунтування та розроблення способу ефективного вилучення цільових компонентів із рослинної сировини віброекстрагуванням» (КПКВ 2201020 «Фундаментальні дослідження у вищих навчальних закладах», номер державної реєстрації 0113U003125). науковий керівник тематики ПНДЛ НУХТ, проект схвалений.

3. В період 2015-2017 рр. фундаментальна тематика ПНДЛ НУХТ «Наукові основи та теоретичне обґрунтування інноваційного процесу екстрагування біологічно-активних речовин із виноградних вичавок субкритичною водою ((шифр держреєстрації 0115U003289), проект схвалений.

Нині доцент Ю.В. Запорожець працює над докторською дисертацією за напрямом «Наукові основи застосування електроіскрових ефектів в умовах безперервного віброекстрагування в харчовій промисловості»

Основні здобутки (нагороди) наукової школи

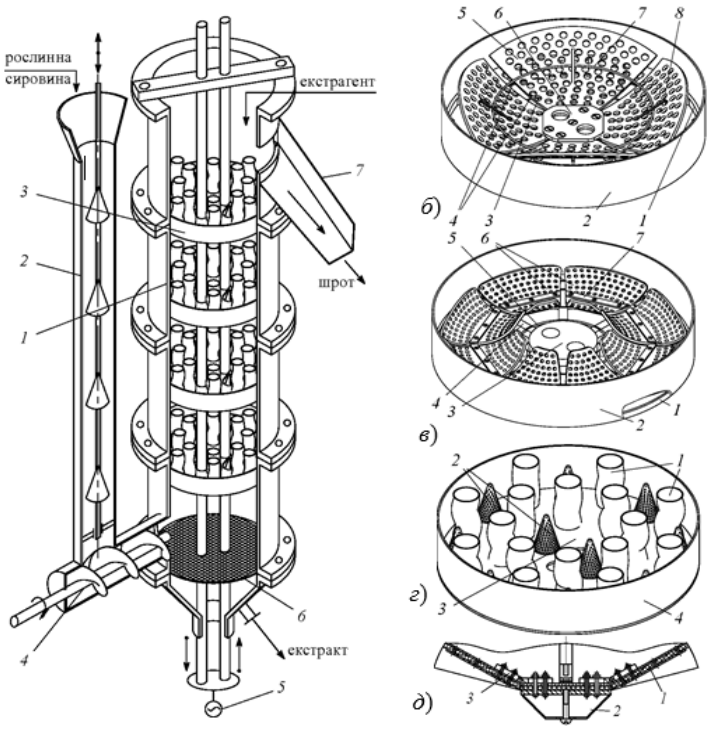


Рис.1. Віброекстрактор безперервної дії:
а) загальний вигляд віброекстрактора:1 — корпус; 2 — завантажувальний пристрій; 3 — тарілки; 4 — шнек; 5 — вібропривід; 6 — фільтрувальна решітка; 7 — лоток; *б*) тарілка з гнучкими пластинами — пелюстками: 1 — рамка; 2 — борт; 3 — спиці; 4 — решітка; 5 — пластини—пелюстки; 6 — накладка; 7 — обмежувачі; 8 — направляючі елементи; *в*) тарілка з гнучкими пластинами — стулками: 1 — рамка; 2 — борт; 3 — спиці; 4 — решітка; 5 — пластини—стулки; 6 — накладка; 7 — накладка; *г*) тарілка з гнучкими патрубками: 1 — гнучкі патрубки; 2 — фільтрувальні елементи; 3 — днище; 4 — борт; *д*) тарілка змінної форми: 1 — пластина; 2 — конус опорний; 3 — стопор

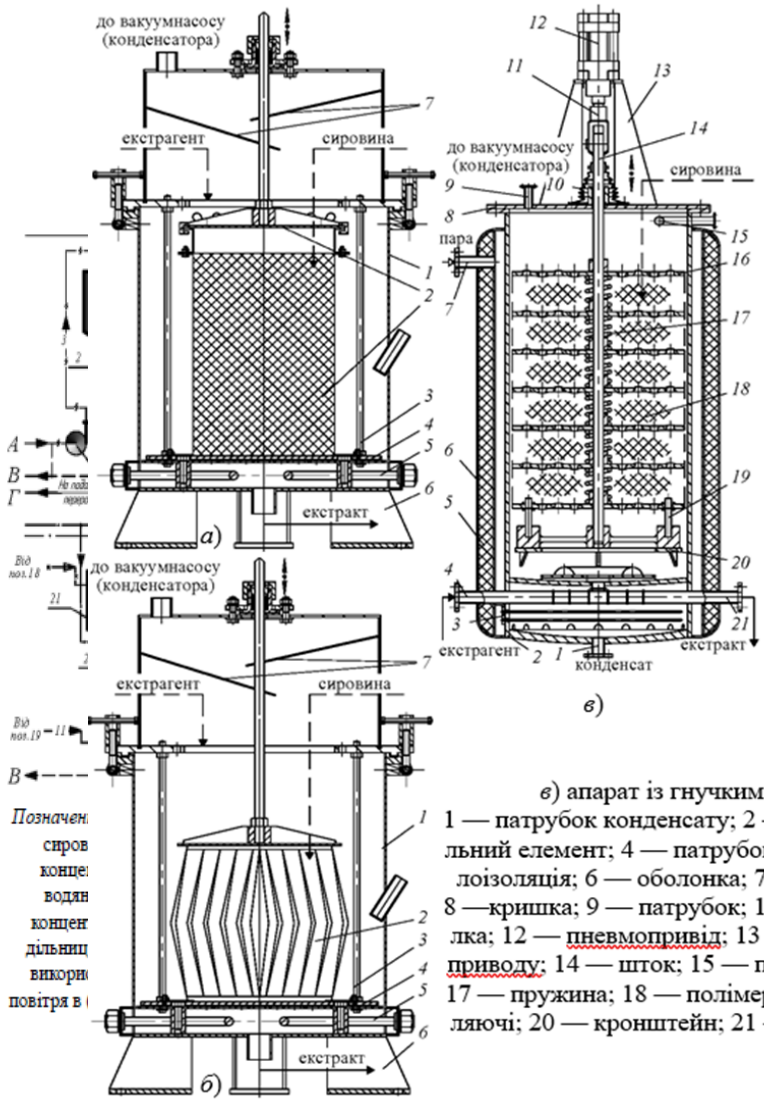
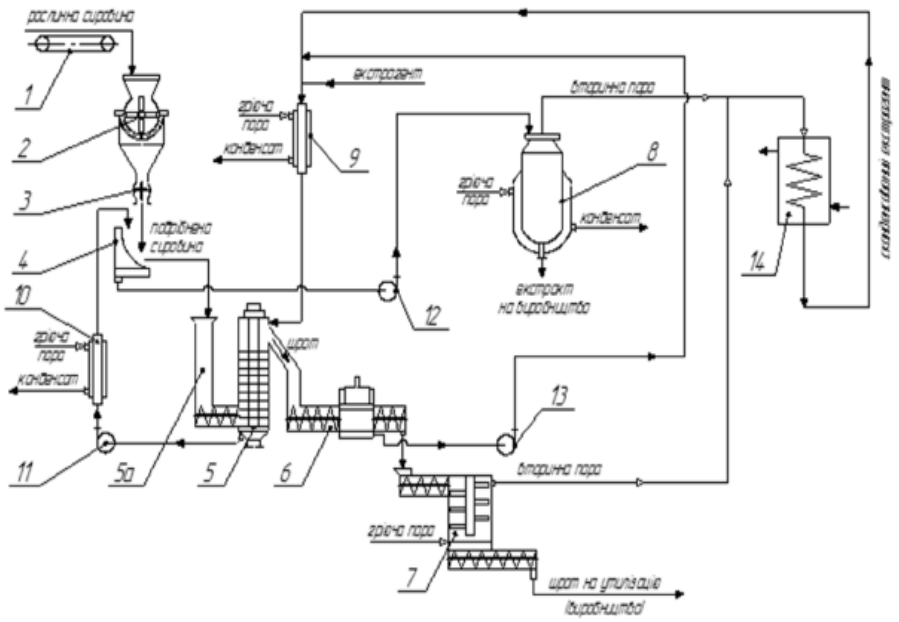


Рис.2. Апарати періодичної дії:
а) апарат із сітчастим контейнером:
1 — корпус; 2 — віброперемішувальний пристрій та ситчастий контейнер; 3 — направляюча штанга; 4 — перфорований диск - основа; 5 — нагрівальний елемент; 6 — опора; 7 — лабіринтний бризкоуловлювач;

б) апарат із гнучким контейнером:
1 — корпус; 2 — віброперемішувальний пристрій; 3 — направляюча штанга; 4 — перфорований диск - основа; 5 — нарівальний елемент; 6 — опора; 7 — лабіринтний бризкоуловлювач;

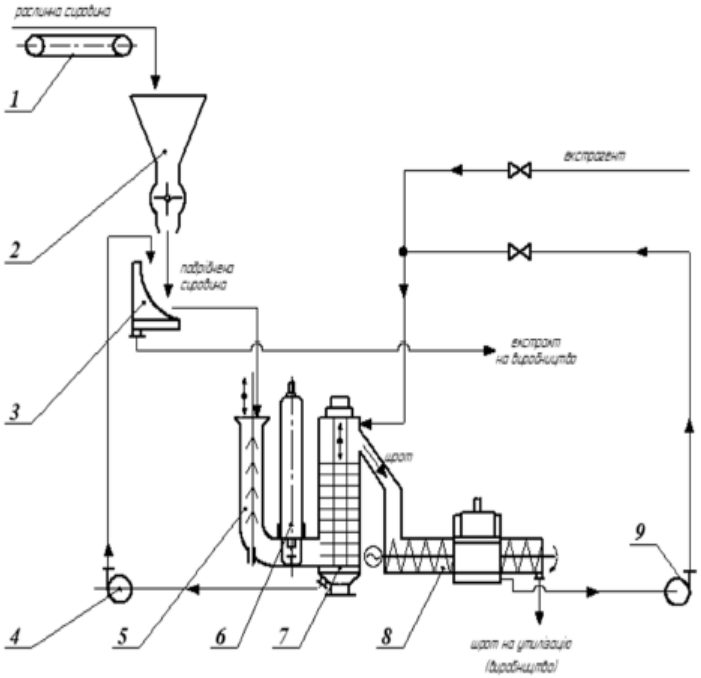
в) апарат із гнучкими мембранами:
1 — патрубок конденсату; 2 — корпус; 3 — нагрівальний елемент; 4 — патрубок екстрагенту; 5 — теплоізоляція; 6 — оболонка; 7 — патрубок паровий; 8 —кришка; 9 — патрубок; 10 — сильфон; 11 — вилка; 12 — пневмопривід; 13 — кронштейн пневмоприводу; 14 — шток; 15 — патрубок; 16 — тарілка; 17 — пружина; 18 — полімерна сітка; 19 — направляючі; 20 — кронштейн; 21 — патрубок екстракту.

Апаратурно-технологічна схема виробництва екстрактів із рослинної сировини та її відходів



1 — транспортер; 2 — дозатор; 3 — відокремлювач екстракту; 4 — дугове сито; 5 — віброекстрактор безперервної дії; 5а — завантажувальний пристрій; 6 — прес шроту; 7 — дистилятор леткого екстрагента; 8 — випарний апарат; 9 — підігрівач екстрагента; 10 — підігрівач сокостружкової суміші; 11 — циркуляційний насос; 12 — насос відкачки екстракту; 13 — насос відкачки віджатого екстрагента; 14 — конденсатор.

Апаратурно-технологічна схема виробництва хмелевих екстрактів з використанням електророзрядного пристрою СКІФ-140



1 — транспортер; 2 — бункер-накопичувач з турнікетним дозатором; 3 — відокремлювач з дуговим ситом; 4, 9 — насос; 5 — завантажувальний пристрій; 6 — електророзрядний пристрій СКІФ-140; 7 — віброекстрактор безперервної дії; 8 — прес.

Досягнення (теоретичні, практичні)

Науково обґрунтуванні теорії гідродинаміки та масообміну при віброекстрагуванні в системі тверде тіло-рідина з малою різницею густин фаз, що базується на нових уявленнях про механізми масоперенесення і структуру гідродинамічних потоків на різних масштабних рівнях процесу, а саме:

- на основі просторово-часових співвідношень і фундаментальної теорії турбулентних струменів Прандтля-Шліхтінга вперше науково обґрунтовано закономірності розповсюдження у непроточному середовищі турбулентних пульсуючих струменів, генерованих елементами вібропереміщувальних і вібротранспортувальних пристроїв;
- дістало подальшого розвитку обґрунтування механізму протитечійного розділення фаз при безперервному віброекстрагуванні;
- набули подальшого розвитку теорія та методика встановлення зв'язку між параметрами коливань вібропереміщувальної системи та розповсюдженням у непроточному середовищі пульсуючих турбулентних струменів, необхідні для конструювання та масштабування віброекстракторів;
- виходячи з умов взаємодії фаз, побудована нова математична модель, що описує кінетику зовнішнього масообміну з урахуванням нерівномірності перенесення речовини при екстрагуванні із рослинної сировини для визначення мінімальної тривалості процесу для досягнення рівноважного стану системи;
- розроблена нова математична модель масоперенесення на всіх масштабних рівнях при твердофазному екстрагуванні з урахуванням щільності зовнішніх джерел накопичення цільового компонента в екстрагенті в зоні вібропереміщування, що може бути використана на стадії проектування віброекстракційної апаратури та при розв'язанні оптимізаційних задач;
- вперше розроблена математична модель, що встановлює зв'язок рівня поздовж-нього перемішування з режимними параметрами роботи віброекстракторів безперервної дії, а також математичний опис структури гідродинамічних потоків, з урахуванням наявності застійних зон, зворотних та байпасних потоків в апаратах;
- виконано математичний опис протитечійного розділення фаз в умовах твердофазового віброекстрагування, що встановлює зв'язок продуктивності апаратів за твердою фазою з параметрами коливання вібросистеми;
- науково обґрунтовано нові підходи для експрес-аналізу ефекта масоперенесення екстракційних процесів за об'ємним коефіцієнтом масопередачі на основі введення просторово-часових співвідношень, а також за коефіцієнтом розчинення модельної сировини з дифузійним типом її розчинення;
- встановлена та науково обґрунтована залежність енергетичних показників та режимних параметрів роботи віброекстракторів періодичної та безперервної дії.

Розроблено нові енергоощадні високопродуктивні конструкції віброекстракторів періодичної та безперервної дії та нові конструктивні рішення вібропереміщувальних і вібротранспортувальних пристроїв.

Побудовані нові математичні моделі для визначення мінімального часу екстрагування та поточної концентрації насичення екстрагента цільовим компонентом можуть бути використані для оптимізації технологічного режиму роботи апаратів для віброекстрагування та їх конструктивних параметрів.

Вперше розроблена методика інженерного розрахунку твердофазового віброекстрагування в харчовій промисловості.

Розроблено нові конструкції віброекстракторів періодичної дії з можливістю їх роботи під розрідженням у режимі з проміжним віджимом та вібропереміщувальних пристроїв, здатних створювати організований протиспрямований рух взаємодіючих фаз, а також ряд нових конструкцій віброекстракторів безперервної дії та вібротранспортувальних і вібропереміщувальних пристроїв. Результати використані КБ «Яготинський механічний завод» фірми «Технологія, механізація, автоматизація» для розроблення технічної документації віброекстракторів періодичної та безперервної дії. Обґрунтовано та розроблено нові принципові та апаратурно-технологічні схеми поглибленої перероблення рослинної сировини та її відходів на прикладі чайної, хмельової сировини, хвостиків та бою цукрових буряків з застосуванням періодичного та безперервного віброекстрагування. Віброекстрактори періодичної та безперервної дії успішно пройшли випробування в умовах агропромислового виробництва в м. Берегово, ТОВ «Бердичівський пивоварний завод», ТОВ «ЧОЙС», а також Келерашського консервного заводу республіки Молдова.

Очікуваний річний економічний ефект від впровадження у виробництво віброекстрактора періодичної дії для отримання чайних екстрактів складатиме 73,2 тис. грн.; для отримання екстрактів із зернової рослинної сировини складатиме 37,1 тис. грн.; для перероблення некондиційної бурякомаси безперервним способом у цукровому виробництві (для заводу продуктивністю 3 тис. т перероблення буряків на добу) — 2,9 млн. грн.; для отримання хмельових екстрактів у пивоварному виробництві — 1,0 млн. грн.

Технічна новизна апаратів та апаратурно-технологічних схем підтверджена 11 патентами України на винаходи.

Результати роботи впроваджено у навчальний процес при підготовці фахівців напряму „Харчова технологія та інженерія” при вивченні дисциплін «Процеси і апарати харчових виробництв», «Математичні моделі в розрахунках на ЕОМ», «Математико-статистичні методи досліджень», при підготовці підручників і навчальних посібників з процесів і апаратів харчових виробництв, а також при курсовому та дипломному проектуванні.

Публікаційна активність

Монографії:

1. Сукманов В.О., Українець А.І., Зав'ялов В.Л., Маринін А.І., Соловей Л.В. Субкритична екстракція біологічно активних речовин із виноградних вичавок. К.:НУХТ, 2019. 415 с.

(http://elibrary.nuft.edu.ua/library/DocDescription?doc_id=390933)

Підручники:

1. Малежик І.Ф., Марценюк О.С., Шевченко О.Ю., Зав'ялов В.Л. та ін. Процеси і апарати харчових виробництв. Курсове проектування: Навч. посіб. / За ред. проф. І.Ф. Малежика. — К.: НУХТ, 2012. — 543 с. http://elibrary.nuft.edu.ua/library/DocDescription?doc_id=242862

2. Малежик І.Ф., Мисюра Т.Г., Зав'ялов В.Л. та ін. Процеси і апарати харчових виробництв. Приклади і задачі: Навч. посіб. / За ред. проф. І.Ф. Малежика. — К.: НУХТ, 2015. — 386 с.

http://elibrary.nuft.edu.ua/library/DocDescription?doc_id=324561

3. Малежик І.Ф., Зав'ялов В.Л., Шевченко О.Ю. та ін. Процеси і апарати харчових виробництв. Лабораторний практикум: Навч. посіб. / За ред. проф. І.Ф. Малежика. — К.: НУХТ, 2016. — 246 с. http://elibrary.nuft.edu.ua/library/DocDescription?doc_id=340497

4. Малежик І.Ф., Зав'ялов В.Л., Шевченко О.Ю. та ін. Процеси і апарати харчових виробництв. Підручник / під ред. І. Ф. Малежика. К.: НУХТ, 2021. 419 с.

Основні статті за останні п'ять років:

1. Liaposhchenko O.O., Sklabinskyi V.I., Zavialov V.L., Pavlenko I.V., Nastenko O.V., Demianenko M.M. Appliance of inertial gas-dynamic separation of gas-dispersion flows in the curvilinear convergent-divergent channels for compressor equipment reliability improvement. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2017, 233, pp. 1-8, 012025. (**Scopus**).

https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/233/1/012025/meta

2. Sukmanov V., Ukrainets A., Zavyalov V., Marynin A. Research of extraction of biologically active substances from grape pomace by subcritical water. Eastern European Journal of Enterprise Technologies. 2017, 5 (11-89): 70-80. (**Scopus**). http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vejpte_2017_5(11)__11

3. Zavialov V., Bodrov V., Misyura T., Popova N., Zaporozhets Y., Dekanskiy V. Development of mathematical models of external mass exchange under conditions of vibroextraction from vegetable raw materials. Chem. Chem. Technol. 2015, 9 (3): 367-374. (**Scopus, Web of Science**).

http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84945400733&partnerID=MN8TOARS

4. Zavialov V., Misyura T., Popova N., Zaporozhets Y., Dekanskiy V. Investigation of Hydrodynamics during continuous vibroextraction in a liquid-solid body system. In: Ivanov V. et al. (eds) Advances in design, simulation and manufacturing. DSMIE 2018. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. 2019, pp. 524-535.

https://doi.org/10.1007/978-3-319-93587-4_55

5. Zavialov V., Mysiura T., Popova N., Sukmanov V., Chornyi V. Regularities of solid-phase continuous vibration extraction and prospects for its industrial use. In: Ivanov V. et al. (eds) Advances in design, simulation and manufacturing II. DSMIE 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. 2020, pp. 920-930. https://doi.org/10.1007/978-3-030-22365-6_92

6. Zavialov V., Mysiura T., Popova N., Zaporozhets Y., Chornyi V. Substantiation of energy parameters of a continuous-action vibroextractor for a solid-liquid system. In: Ivanov V., Pavlenko I., Liaposhchenko O., Machado J., Edl M. (eds) Advances in design, simulation and manufacturing III. DSMIE 2020. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. 2020, pp. 258-267. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50491-5_25

7. Zavialov, V., Mysiura, T., Popova, N., Zaporozhets, Y., Chornyi, V. (2021). Justification of Local Expenditure Characteristics of Vibrotransporting Devices in Design Modeling of Continuous Vibroextractors. In: Ivanov, V., Pavlenko, I., Liaposhchenko, O., Machado, J., Edl, M. (eds) Advances in Design, Simulation and Manufacturing IV. DSMIE 2021. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77823-1_30

8. Chornyi, V., Petrichenko, S., Mysiura, T. *et al.* Extraction from Amber Raw Materials under Electric Spark Action. *Surf. Engin. Appl.Electrochem.* 58, 386–392 (2022). https://doi.org/10.3103/S1068375522040044

9. Zavialov, V., Mysiura, T., Popova, N., Zaporozhets, Y., Chornyi, V. (2022). Application of Low-Frequency Mechanical Vibrations for Development of Highly Efficient Continuous Extraction Equipment. In: Ivanov, V., Pavlenko, I., Liaposhchenko, O., Machado, J., Edl, M. (eds) Advances in Design, Simulation and Manufacturing V. DSMIE 2022. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-06044-1_22

10. 7. Identification of unknown parameters of the dynamic model of mass transfer. Volodymyr Zavialov Affiliation; Oleksii Lobok Affiliation ; Taras Mysiura Affiliation ; Nataliia Popova Affiliation ; Valentyn Chornyi Affiliation ; Taras Pohorilyi Affiliation. Mathematical Modelling and Analysis. Vol 28 No 3 **(2023)**.DOI: https://doi.org/10.3846/mma.2023.16403

Основні патенти

1. Патент 121672 UA, МПК B01D 11/2 (2006) Екстрактор / Мисюра Т.Г., Зав`ялов В.Л., Попова Н.В.; заявник Національний університет харчових технологій. — № a201711977 ; заявл. 06.12.2017 ; опубл. 10.07.2020, Бюл. №13.

2. Віброекстрактор періодичної дії з жорстким контейнером Патент на корисну модель Пат. 143982 Україна, МПК B 01 D 11/02 (2006.01). № u202001227; заявл. 25.02.2020; опубл. 25.08.2020, бюл. №16. Зав`ялов В.Л., Мисюра Т.Г., Попова Н.В., Чорний В.М.

3. Патент на корисну модель 146700 UA, МПК B01D 11/02 (2006). Віброекстрактор періодичної дії з НВЧ камерою / Чорний В. М., Мисюра Т. Г., Попова Н. В., Зав`ялов В. Л.; заявник Національний університет харчових технологій. – № u202006912 ; заявл. 28.10.2020 ; опубл. 10.03.2021, Бюл. № 10.

4. Зав`ялов В.Л., Мисюра Т.Г., Попова Н.В., Рибачок А.В., Чорний В.М. Екстрактор Патент на винахід Пат. 121127 Україна, МПК B 01 D 11/02 (2006.01). № a 2017 08117; заявл. 04.08.2017; опубл. 10.04.2020, Бюл.№ 7

5. Зав`ялов В.Л., Мисюра Т.Г., Попова Н.В., Чорний В.М. Віброекстрактор періодичної дії Патент на корисну модель Пат. 143983 Україна, МПК B 01 D 11/02 (2006.01). № u202001227; зая-вл. 25.02.2020; опубл. 25.08.2020, бюл. №16.

6.Спосіб отримання прозорого водного екстракту бурштину. Чорний В.М., Мисюра Т.Г.

Попова Н.В., Зав`ялов В.Л. Пат.на кор.модель 146221 Україна, МПК B 01 D 11/02 (2006.01). № u202007160; заявл. 09.11.2020; опубл. 21.04.2021, бюл. № 16.

7. Лінія виробництва прозорого водного екстракту бурштину. Чорний В.М, Мисюра Т.Г.

Попова Н.В., Зав`ялов В.Л. Патент на корисну модель. 147220 Україна, МПК B 01 D 11/02 (2006.01). № u202007156; заявл. 09.11.2020; опубл. 21.04.2021, бюл. № 16.

Всього опубліковано близько 250 наукових праць, 45 патентів на винаходи та корисні моделі, 10 підручників та навчальних посібників, 1 монографія

Загальна кількість учнів

Захищені дисертації:

1.Зав'ялов В.Л. канд. дис: «Інтенсифікація процеса екстрагування з рослинної сировини під дією низькочастотних механічних коливань», 05.18.12 – процеси та апарати харчових виробництв, 1988р.

2. Попова Н.В. канд. дис: "Інтенсифікація процесу екстрагування за допомогою низькочастотних механічних коливань при виробництві екстрактів із рослинної сировини", 25.06.08р., ДК № 049066.

3. Запорожець Ю.В. канд. дис: "Інтенсифікація процесу екстрагування хмелю за допомогою низькочастотних механічних коливань у пивоварному виробництві", 08.12.10р., ДК №065487.

4. Мисюра Т.Г. канд. дис: «Математичне моделювання гідродинаміки двофазного потоку в умовах безперервного віброекстрагування», 02.06.10р., ДК № 060345

5. Чорний В.М. канд. дис: «Обґрунтування та апаратурне оформлення періодичного віброекстрагування цільових компонентів із органічних мінералів» 12.01.2024, Н24 №000544,

6. Зав'ялов В.Л докт. дис. «Наукове обґрунтування та апаратурне оформлення процесів віброекстрагування в харчовій промисловості». Диплом доктора наук ДД №003750 (спеціальність 05.18.12 – процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв), виданий 23.09.2014 р. Атестат професора кафедри процесів і апаратів харчових виробництв 12ПР №010681, виданий 30.06.2015 р.

Послідовники наукової школи: д.т.н., проф. Зав'ялов В.Л., к.т.н., доценти Мисюра Т.Г., Запорожець Ю.В., Попова Н.В., докт. філ. Чорний В.М.