

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОВКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА,
СТАНДАРТИЗАЦІЇ ТА БІОТЕХНОЛОГІЇ



СЕРТИФІКАТ

УЧАСНИКА ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ
ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ»
(Держ. реєстр. №72 УкрІНТЕІ від 18.01.2022)

Берник Ірини Миколаївни

Голова організаційного комітету
ректор Миколаївського національного аграрного університету,
доктор техн. наук, професор, академік НААН України,
академік НАН ВО України



В'ячеслав ШЕБАНІН

Миколаїв, 20-21 жовтня 2022 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ



ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ
«Актуальні проблеми та перспективи розвитку
харчової промисловості»

20-21 жовтня 2022 року
Регістраційний №72 від 18 січня 2022 р.

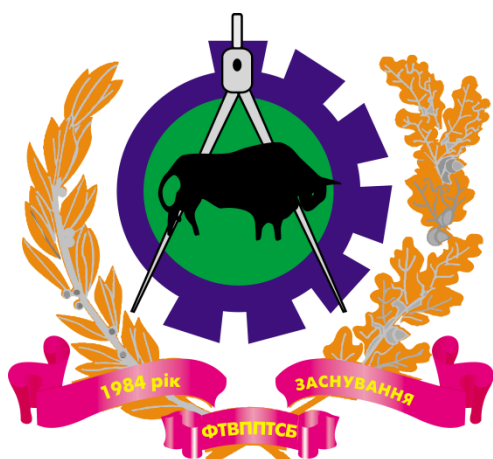
Миколаїв – 2022

ПОРЯДОК РОБОТИ КОНФЕРЕНЦІЇ:



20 жовтня

*Пленарне засідання (о 10⁰⁰ год.),
робота в секціях (о 13⁰⁰ год.).*



21 жовтня

*Майстер-класи для учасників
конференції і школярів
Миколаївської області.*

РЕГЛАМЕНТ ДОПОВІДЕЙ І ВИСТУПІВ:

- Доповіді – до 10 хвилин.
- Повідомлення – до 7 хвилин.
- Виступи в обговоренні – до 5 хвилин.

* впродовж дня передбачено брейк-каву

СКЛАД КОМІТЕТУ
ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«Актуальні проблеми та перспективи розвитку
харчової промисловості»

Голова організаційного комітету:

Шебанін В. С. – ректор Миколаївського національного аграрного університету, доктор технічних наук, професор, академік НААН України, академік НАН ВО України, Заслужений діяч науки і техніки України

Голова наукового комітету:

Гиль М. І. – декан факультету технології виробництва і переробки продукції тваринництва, стандартизації та біотехнології Миколаївського НАУ, доктор с.-г. наук, професор, член НААН України, академік НАН ВО України

Співголова наукового комітету:

Савінок О.М. – доцент кафедри технології переробки продукції тваринництва та харчових технологій Миколаївського НАУ, кандидат технічних наук, доцент

Члени Організаційного комітету:

Шарата Н. Г. – проректор з науково-педагогічної і виховної роботи та підвищення кваліфікації Миколаївського національного аграрного університету, доктор педагог. наук, професор

Потриваєва Н.В. – завідувачка науково-дослідним відділом Миколаївського національного аграрного університету, доктор екон. наук, професор

Петрова О.І. – завідувачка кафедри переробки продукції тваринництва та харчових технологій, кандидат с.-г. наук, доцент

Кравченко О.О. – заступник декана з науково-дослідної роботи факультету ТВППТСБ, кандидат с.-г. наук, доцент

Каратєєва О.І. – заступник декана з виховної роботи факультету ТВППТСБ, кандидат с.-г. наук, доцент

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ
20 жовтня 2022 року, 10⁰⁰ год

Миколаївський національний аграрний університет,
Факультет технології виробництва і переробки продукції
тваринництва, стандартизації та біотехнології

Підключитися до конференції Zoom

<https://us04web.zoom.us/j/8348314330?pwd=SjZSVms5VHRKU3lvZTE4OFgxWW5pZz09>

Ідентифікатор конференції: 834 831 4330

Код доступу: 1xhQQK

Організатор

savoksamit12@gmail.com

1. **ВІТАЛЬНЕ СЛОВО** ректора Миколаївського національного аграрного університету, доктора технічних наук, професора, академіка НААН України, академіка НАН ВО України
Шебаніна В'ячеслава Сергійовича
2. **ВІТАЛЬНЕ СЛОВО:** декан факультету технології виробництва і переробки продукції тваринництва, стандартизації та біотехнології Миколаївського НАУ, доктор с.-г. наук, професор, член НААН України, академік НАН ВО України
Гиль Михайло Іванович
3. **ВІТАЛЬНЕ СЛОВО:** завідувачка кафедри переробки продукції тваринництва та харчових технологій Миколаївського НАУ, кандидат с.-г. наук, доцент
Петрова Олена Іванівна
4. **Доповідач:** доцент кафедри харчових технологій та мікробіології Вінницького національного аграрного університету, кандидат с.-г. наук, доцент
Новгородська Надія Володимирівна
«Функціональні м'ясні продукти»

5. **Доповідач:** завідувачка кафедри харчових технологій та мікробіології Вінницького національного аграрного університету, доктор техн. наук, доцент
Берник Ірина Миколаївна
«Особливості використання ультразвукових кавітаційних технологій в харчовій промисловості»
6. **Доповідачі:** School of Food Science, Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang City, China
Nan Haijuan
Associate Professor in the Technology of Nutrition Department
Sumy National Agrarian University, PhD
Stepanova Tetiana
«Application of Mushrooms in Food Processing»
7. **Доповідач:** доцент кафедри переробки продукції тваринництва та харчових технологій Миколаївського національного аграрного університету, кандидат техн. наук, доцент
Савінок Оксана Миколаївна
«Проблеми харчування військовослужбовців в умовах ведення активних бойових дій»

РОБОТА В СЕКЦІЯХ

20 жовтня 2022 року, 13⁰⁰ год.

Миколаївський національний аграрний університет,
Факультет технології виробництва і переробки продукції
тваринництва, стандартизації та біотехнології

Підключитися до конференції Zoom

<https://us04web.zoom.us/j/8348314330?pwd=SjZSVms5VHRKU3lvZTE4OFgxWW5pZz09>

Ідентифікатор конференції: 834 831 4330

Код доступу: 1xhQQK

Організатор

savoksamit12@gmail.com

НАПРЯМИ РОБОТИ:

1. Основні тенденції розвитку харчової промисловості в Україні.
2. Актуальні проблеми харчової промисловості в умовах проведення військових дій.
3. Інноваційні технології при розробці продуктів харчування тривалих строків зберігання.
4. Сучасні аспекти технології продуктів для оздоровчого харчування.
5. Актуальні зміни в нормативній базі харчової промисловості.
6. Сучасне обладнання для підприємств харчової промисловості.

Голова: доцент кафедри переробки продукції тваринництва та харчових технологій Миколаївського НАУ, кандидат техн. наук, доцент **Савінок Оксана Миколаївна**

Секретар: асистент кафедри переробки продукції тваринництва та харчових технологій Миколаївського НАУ **Каницька Ірина Вікторівна**

8. **Доповідач:** доцент кафедри переробки продукції тваринництва та харчових технологій Миколаївського НАУ, кандидат с.-г. наук, доцент
Стріха Людмила Олександрівна
«Технологія виробництва варених ковбасних виробів з використанням рослинного протеїнового комплексу»
9. **Доповідачі:** завідувачка кафедри переробки продукції тваринництва та харчових технологій Миколаївського НАУ, кандидат с.-г. наук, доцент
Петрова Олена Іванівна
здобувач вищої освіти СВО «Магістр» спеціальності 181-
«Харчові технології», Миколаївський НАУ
Шумілова Ірина
«Особливості харчування людей із розладами харчової поведінки»
10. **Доповідачі:** доцент кафедри переробки продукції тваринництва та харчових технологій Миколаївського НАУ, кандидат техн. наук, доцент
Савінок Оксана Миколаївна
здобувач вищої освіти СВО «Магістр» спеціальності 181-
«Харчові технології» Миколаївського НАУ
Водовозов Антон
«Технологія виробництва енергетичних протеїнових батончиків»
11. **Доповідач:** доцент кафедри переробки продукції тваринництва та харчових технологій Миколаївського НАУ, кандидат с.-г. наук, доцент
Кравченко Олена Олександрівна
«Основні показники харчової цінності продуктів харчування»
12. **Доповідачі:** завідувачка кафедри переробки продукції тваринництва та харчових технологій Миколаївського НАУ, кандидат с.-г. наук, доцент
Петрова Олена Іванівна

асистент кафедри переробки продукції тваринництва та харчових технологій Миколаївського НАУ

Шевчук Наталя Петрівна

здобувач вищої освіти СВО «Магістр» спеціальності 181-«Харчові технології», Миколаївський НАУ

Труш Єлизавета

«Нетрадиційна сировина для виробництва йогуртів»

13. **Доповідачі:** асистент кафедри переробки продукції тваринництва та харчових технологій Миколаївського НАУ

Каницька Ірина Вікторівна

здобувач вищої освіти СВО «Бакалавр» спеціальності 152-«Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка» Миколаївського НАУ

Орищенко Анастасія

«Оцінка якості м'ясної продукції в умовах м'ясопереробних підприємств»

14. **Доповідачі:** доцент кафедри переробки продукції тваринництва та харчових технологій Миколаївського НАУ, кандидат техн. наук, доцент

Савінок Оксана Миколаївна

здобувачі вищої освіти СВО «Бакалавр» спеціальності 181-«Харчові технології» Миколаївського НАУ

Негреско Анна, Борисова Анастасія, Головенко Олена, Святелик Катерина, Зелінська Евеліна, Павлійчук Іван

«Харчування студентів Миколаївської області в зоні активних бойових дій»

МАЙСТЕР-КЛАС ДЛЯ ШКОЛЯРІВ МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ
«ХАРЧОВІ ШЕДЕВРИ»
21 жовтня 2022 року

Всеукраїнська науково-практична конференція : Майстер-класи
1:30PM – 2:00PM

Підключитися до конференції Zoom

<https://us04web.zoom.us/j/8348314330?pwd=SjZSVms5VHRKU3lvZTE4OFgxWW5pZz09>

Ідентифікатор конференції: 834 831 4330

Код доступу: 1xhQQK

Організатор

savoksamit12@gmail.com

15. Презентація: здобувач вищої освіти СВО «Бакалавр» спеціальності 181-«Харчові технології» Миколаївського НАУ
Негреско Анна
«Яблучний пиріг»
16. Презентація: здобувач вищої освіти СВО «Бакалавр» спеціальності 181-«Харчові технології» Миколаївського НАУ
Головенко Олена
«Солодке сяйво»
17. Презентація: здобувач вищої освіти СВО «Бакалавр» спеціальності 181-«Харчові технології» Миколаївського НАУ
Гармаш Надія
«Осінній бриз»
18. Презентація: здобувач вищої освіти СВО «Бакалавр» спеціальності 181-«Харчові технології» Миколаївського НАУ
Квасницька Крістіна
«Маленьке свято»
19. Презентація: здобувач вищої освіти СВО «Бакалавр» спеціальності 181-«Харчові технології» Миколаївського НАУ
Борисова Анастасія
«Печиво «Манюня»

20. Презентація: здобувач вищої освіти СВО «Бакалавр» спеціальності 181-«Харчові технології» Миколаївського НАУ
Недайвода Артем
«Хачапурі «Студентські»

**СПОДІВАЄМОСЬ НА ВАШУ УЧАСТЬ У
КОНФЕРЕНЦІЇ!**

*Щиро вдячні, якщо Ви ознайомите з цією
інформацією своїх колег,
зацікавлених в участі у нашій конференції*

Доповідь

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВИХ КАВІТАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Берник І.М., доктор технічних наук, доцент,

завідувач кафедри харчових технологій та мікробіології

Вінницький національний аграрний університет

Ультразвукові коливання, що вводяться в рідинні середовища здатні інтенсифікувати різноманітні фізичні та фізико-хімічні процеси. Прикладами таких технологічних процесів можуть бути знезараження, екстрагування, сушіння, активація, отримання дрібнодисперсних аерозолів, емульгування, коагуляція, диспергування твердих домішок, тощо. В усіх цих процесах підвищення ефективності досягається за рахунок вторинних ефектів, що виникають в рідині при введенні ультразвукових коливань. До таких ефектів відносяться, наприклад, ультразвукова кавітація, акустичні течії, радіаційний тиск, звукокапілярний ефект і т.п. Використання ультразвукових технологій дозволяє досягти результатів, які, за звичай, не можливо отримати за допомогою традиційних способів впливу на рідинне середовище. В першу чергу це стосується технологічних процесів отримання дрібнодисперсного аерозолу та екстрагування.

Одним із ефективних фізичних методів впливу на речовину для інтенсифікації технологічних процесів є використання механічних коливань ультразвукового діапазону. З цим поняттям пов'язані цілі галузі сучасної фізики, промислових технологій, інформаційної та вимірjuвальної техніки, біології. Серед основних застосувань ультразвукових кавітаційних технологій є емульгування, кристалізація, кінетика реакцій, бродіння, вилучення сполук та ін.

Ефективність та інтерес до цього виду технологій обумовлено можливістю заміни органічних розчинників розчинниками, які не мають

токсичної дії, зниження енергоспоживання порівняно із звичайними методами та мінімізація часу, дозволяє розвивати її в умовах атмосферного тиску та температури навколишнього середовища, що корисно для вилучення термолабільних сполук.

Акустичне поле створює направлену дію пружних коливань на технологічне середовище, які спричиняють фізико-хімічні ефекти. Ультразвукові коливання проявляються в імпульсній енергетичній дії. Енергія звукової хвилі у процесі коливань періодично – з періодом $T/2$ – переходить з потенційної (в ділянці стискання) у кінетичну (рух частинок та утворення зони зрідження). Оскільки частинки коливаються навколо свого положення рівноваги, то в класичному хвильовому процесі відбувається передача енергії без перенесення речовини.

Величина середньої кінетичної енергії в одиниці об'єму з урахуванням середнього значення квадрата косинуса (рівний $1/2$).

Особливості ультразвукової кавітації. Найбільш успішне використання ультразвуку пов'язане з обробкою рідинних середовищ, оскільки саме в них виникає явище ультразвукової кавітації, що є ефективним механізмом концентрації енергії звукової хвилі низької щільності у високу щільність енергії, яка зумовлена пульсаціями та сплескуванням кавітаційних бульбашок. Кавітація, тобто розрив рідини, є результатом змінного тиску в об'ємі, що створює джерело ультразвукових коливань. Утворення кавітаційних бульбашок відбувається у фазі розрідження за наявності зародків кавітації (нерозчинні гази, незмочуванні тверді частинки, парогазові бульбашки). Сплескування їх відбувається у фазі стиснення. При цьому пара конденсується, а газ зазнає сильного адіабатичного стиснення. Пульсації кавітаційних бульбашок та їх сплескування створюють у мікрооб'ємах інтенсивні мікротечії, ударні хвилі, кумулятивні струмені та локальні температури. У кавітаційній області безперервно відбувається процес збільшення кількості кавітаційних бульбашок та їх коагуляція. Протягом декількох десятків періодів коливань розвивається стабільна кавітаційна

область, зародками кавітації якої є частинки бульбашок, що захлопнулися в попередній період. Кавітаційні бульбашки при розширенні випромінюють сферичні хвилі, які при значних швидкостях сплескування можуть перейти в ударні. Поведінка кавітаційної області та окремої кавітаційної бульбашки залежить від багатьох факторів, зокрема від розподілу зародків кавітації, пульсацій та мікропотоків, акустичних властивостей середовища, наявності “твердої” стінки та низка інших.

Сьогодні накопичено значну кількість експериментальних досліджень з вивчення ультразвукової кавітації, які покладені в основу теорії поведінки рідини під впливом інтенсивних ультразвукових коливань. Використання швидкісних відеокамер дало можливість розглянути утворення та розвиток кавітаційної бульбашки за різних умов.

Фізико-хімічні явища, пов'язані з ультразвуковою кавітацією. Звукокапілярний ефект. Збудження ультразвукових коливань, за наявності капілярів, формує стаціонарний потік рідини у ньому, тобто виникає так званий звукокапілярний ефект, який яскраво проявляється при кавітаційному режимі. Заповнення капілярів рідиною пов'язано зі зниженням в'язкості рідини у зв'язку з розігріванням, підніманням рідини в капілярі та формуванням стаціонарного потоку. Формування стаціонарного потоку рідини в капілярі пов'язано з кавітацією. Згідно з дослідженнями, наведений ефект пов'язаний з тиском, що створений кавітаційними бульбашками при сплескуванні. Кавітаційні бульбашки мають несферичну форму, оскільки сплескування відбувається за наявності “твердої” стінки та існує градієнт тиску навколишнього середовища. Кавітаційне середовище концентрує акустичну енергію поля, а звукокапілярна сила направляє кластер в канал капіляра. Сконцентрована акустична енергія трансформується в енергію потоку рідини. Періодичне формування кластера забезпечує стаціонарний потік, а повне сплескування бульбашок – його суцільність. Обумовлені властивості звукокапілярного ефекту покладені в основу методу визначення швидкості звуку в кавітуючій рідині.

Тиск у кавітуючій рідині має пульсуючий характер із середнім значенням, яке перевищує значення гідростатичного тиску. Тоді сила, що діє на капіляр, спрямована в той же бік, що і швидкість течії рідини в каналі. Явище звукокапілярного ефекту набуло широкого практичного застосування для реалізації процесів від очищення до диспергування.

Звукохімічні реакції. Дія кавітації на водні розчини призводить до збудження, іонізації та дисоціації молекул води та газів у середині кавітаційної бульбашки. Наявні у середовищі гази беруть участь у передачі енергії збудження та інших процесах. Як результат є розщеплення молекул води в кавітаційних бульбашках та зміна її фізико-хімічних властивостей: підвищення рН, електропровідності, збільшення кількості вільних іонів та активних радикалів, структуризації та активації. Звук при цьому діє лише на воду незалежно від природи розчинених речовин.

Акустичні коливання спричиняють хімічну дію на речовину. Заслуговують на увагу реакції за участю макромолекул, наприклад, деструкція молекул полімерів та ініційована нею полімеризація, для яких важливі не тільки кавітаційні процеси та пов'язані з ними ударні хвилі та кумулятивні струмені, але й механічні хвилі, що виникають при проходженні ультразвуку через розчин полімеру та руйнують макромолекули. За відсутності кавітації макромолекули не встигають переміщуватися разом з молекулами розчинника, коли у розчині поширюються ультразвукові хвилі. У цьому випадку значну роль можуть відігравати високі градієнти швидкостей та прискорень, які на 2–3 порядки перевищують градієнт звукової хвилі, що достатньо для розриву клітинних оболонок, мембран, розриву біомакромолекул.

Хімічна дія ультразвуку під час кавітації за походженням тепловою або електричною. Наведений аналіз свідчить, що енергетична дія ультразвукового поля проявляється у різних фізико-хімічних ефектах. Основний результуючий вплив на рідинні середовища має акустична кавітація і пов'язані з нею явища – звукокапілярний ефект та хімічні реакції.

Визначено декілька механізмів процесу екстрагування:

I – фрагментація, яка приписується зіткненням між частинками і ультразвуковими хвилями, що викликає зменшення розміру частинок, тим самим полегшуючи перенесення маси.

II – ерозія, яка допомагає поліпшити доступність розчинника шляхом імплантації бульбашок на поверхні рослинного матриксу.

III – механізм напруженого стану, що призводить до руйнування мембрани клітин та до колапсу кавітаційного міхура у рідину через явища коливальних

На ефективність вилучення ключових компонентів за використання ультразвукових кавітаційних технологій впливають ряд факторів, зокрема інтенсивність ультразвуку, амплітуда коливальних, тривалість обробки, вид та температура екстрагенту, гідромодуль, дисперсність сировини. Дисперсність сировини впливає на ефективність процесу екстрагування. Для рослин, що мають тонку рихлу листову пластинку, розмір часток не відіграє суттєвої ролі і може коливатися від 2 до 8 мм. Оптимальний розмір часток для екстрагування кори, товстої шкірки становить 0,5-1,5 мм. Вибір екстрагенту повинен бути відповідним до розчинності сполук, на які спрямований процес. Крім того, також слід враховувати токсичність, вартість та доступність. При цьому використання високочистих органічних розчинників може призвести до зневоднення та розпаду рослинних клітин, а також до денатурації білків клітинної стінки, тим самим ускладнюючи вилучення сполук. З цієї причини гідроалкогольні суміші та вода є системами розчинників, найбільш придатними для екстрагування та прийнятними для використання людиною.

При влученні фенольних сполук найкращий екстракційний вихід фенольних сполук досягнуто за допомогою суміші 50%–50% етанол-вода. Синергетичний ефект серед розчинників, оскільки вода діє як набряклий агент рослинного матриксу, збільшуючи контактну поверхню, тоді як етанол індукує розрив зв'язку між розчинниками та матрицею. При цьому інші дослідники зазначали, що при 70% концентрації етанолу в екстрагенті

приводили до кращого виходу цільового компоненту, завдяки полярності сполуки, представлених у зразках.

Фізичні характеристики розчинника сильно впливають на кавітацію, оскільки порожнини утворюються легше, коли використовується розчинник високого тиску з низькою в'язкістю та низьким поверхневим натягом

Аналіз науково-технічної літератури та патентний пошук дозволив створити класифікацію цих апаратів. Типова ультразвукова установка складається з ємності для технологічного середовища, яке обробляється ультразвуковими коливаннями необхідної інтенсивності. Підведення акустичної енергії проводять через випромінювач, який може бути розміщений безпосередньо у технологічному середовищі або на стінках камери. Для збудження коливань використовують п'єзоелектричні та магнітострикційні перетворювачі, які можуть передавати ультразвукові коливання безпосередньо до інструмента або через різні узгоджуючі ланки.

Основним фактором досягнення інтенсифікації технологічних процесів при використанні ультразвукових коливань є явище ультразвукової кавітації.

Акустичні хвилі інтенсивністю вище $2\text{--}5 \text{ Вт/см}^2$ здатні розривати хімічні зв'язки. Оскільки вплив ультразвукової кавітації відбувається на рівні хімічних реакцій, виділено особливий клас технологічного обладнання, що отримав назву – ультразвукові хімічні реактори. Принципові схеми ультразвукових реакторів відрізняються інтенсивністю обробки середовища та проточністю системи

Екстрагування з твердої фази належить до дифузійних процесів у системі тверде тіло – рідина і широко використовується в харчовій, хімічній, фармацевтичній та ін. галузях. Швидкість екстрагування в основному лімітується внутрішньою дифузією компонентів, яка характеризується низькими значеннями коефіцієнтів масопереносу. Одним з перспективних методів інтенсифікації екстрагування з твердої фази є проведення процесу в умовах накладання високоенергетичних ультразвукових коливань.

Знання достовірності фізики процесів, що протікають при обробці технологічних середовищ, потребують у якості вихідної інформації мати чітке уявлення про ті параметри і характеристики середовищ, що відображають їх склад та реологічні властивості, а також необхідну зміну цих характеристик.

Процедура врахування вказаних властивостей полягає у виборі фізичної моделі із подальшим математичним описом й оцінкою впливу у вигляді розрахункових залежностей. З фізичного погляду вибір моделі зумовлений основними характеристиками – деформацією і напруженням, які виникають під час технологічного впливу й утворюють так званий напружено-деформований стан.

Таким чином, реалізація значної кількості сучасних технологічних процесів не можлива без використання енергії потужного ультразвукового поля. Ультразвук дозволяє значно прискорити процеси, змінити напрям їх перебігу або отримати результати, які неможливі без його використання.