



Всеукраїнський науково-технічний журнал

Ukrainian Scientific & Technical Journal

ISSN 2520-6168

№3 (98)



2017

Техніка

енергетика

транспорт АПК



**ТЕХНІКА,
ЕНЕРГЕТИКА,
ТРАНСПОРТ АПК**

Журнал науково– виробничого та навчального спрямування
Видавець: Вінницький національний аграрний університет

Заснований у 1997 році під назвою “Вісник Вінницького державного сільськогосподарського інституту”.
Правонаступник видання: Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки.
Свідоцтво про державну реєстрацію засобів масової інформації
КВ № 16644– 5116 ПР від 30.04.2010 р..

Всеукраїнський науково – технічний журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК» / Редколегія: Калетнік Г.М. (головний редактор) та інші. – Вінниця, 2017. – 3 (98) – 169 с.

Друкується за рішенням Вченої ради Вінницького національного аграрного університету (протокол 12 від 16.06.2017 р.)

Свідоцтво про державну реєстрацію засобів масової інформації №21906-11806 Р від 12.03.2016р.

Журнал є друкованим засобом масової інформації, який внесено до переліку наукових фахових видань України з технічних наук (Додаток 12 до наказу Міністерства освіти і науки України 16.05.2016 № 515).

Головний редактор

Калетнік Г.М. – д.е.н., проф., академік НААНУ, Вінницький національний аграрний університет

Заступник головного редактора

Матвійчук В.А. – д.т.н., проф., Вінницький національний аграрний університет

Члени редакційної колегії

Анісімов В.Ф. – д.т.н., проф., Вінницький національний аграрний університет

Іскович – Лотоцький Р.Д. – д.т.н., проф., Вінницький національний технічний університет

Сивак І.О. – д.т.н., проф., Вінницький національний технічний університет

Огородніков В.А. – д.т.н., проф., Вінницький національний технічний університет

Бурдо О.Г. – д.т.н., проф., академік АНТКУ, Одеська національна академія харчових технологій

Гулько І.В. – к.т.н., доц., Вінницький національний аграрний університет

Бандура В.М. – к.т.н., доц., Вінницький національний аграрний університет

Булгаков В.М. – д.т.н., проф., академік НААН, Національний університет біоресурсів і природокористування України

Солона О.В. – к.т.н., доц., Вінницький національний аграрний університет

Іванов М.І. – к.т.н., проф., Вінницький національний аграрний університет

Кондратюк Д.Г. – к.т.н., доц., Вінницький національний аграрний університет

Любін М.В. – к.т.н., доц., Вінницький національний аграрний університет

Пришляк В.М. – к.т.н., доц., Вінницький національний аграрний університет

Середа Л.П. – к.т.н., проф., Вінницький національний аграрний університет

Веселовська Н.Р. – д.т.н., проф., Вінницький національний аграрний університет

Гевко Р.Б. – д.т.н., проф., Тернопільський національний економічний університет

Зарубіжні члени редакційної колегії

Володимир Крочко – д.т.н., проф., Словацький аграрний університет (м. Нітра, Словачія)

Януш Новак – д.т.н., проф., Люблінський аграрний університет (м. Люблін, Польща)

Маріан Веселовські – д.т.н., проф., Люблінський природничий університет (м. Люблін, Польща)

Зденко Ткач – д.т.н., проф., Словацький аграрний університет (м. Нітра, Словачія)

Семенс Івановс – д.т.н., проф., Латвійський аграрний університет (м. Улброка, Латвія)

Людвікас Шпокас – д.т.н., проф., Університет Олександра Стулгинського (Литва)

Марош Коренко – д.т.н., проф., Словацький аграрний університет (м. Нітра, Словачія)

Ян Франчак – д.т.н., проф., Словацький аграрний університет (м. Нітра, Словачія)

Володимир Юрча – д.т.н., проф., Чеський університет сільського господарства (м. Прага, Чехія)

Гражина Езевська–Вітковська – д.т.н., проф., Люблінський аграрний університет (м. Люблін, Польща)



ЗМІСТ

МАШИНОВИКОРИСТАННЯ У РОСЛИННИЦТВІ ТА ТВАРИННИЦТВІ

*Гладушняк А.К., Всеволодов А.Н.***ВЫВОД ЗАВИСИМОСТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЫВНОЙ СКОРОСТИ ПОТОКА ВОДЫ В МОЕЧНЫХ МАШИНАХ ДЛЯ КОРНЕПЛОДОВ.....5***Дейниченко Г.В., Самойчук К.О., Паляничка Н.О., Левченко Л.В.***ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ПОДАЧІ МОЛОКА В ПУЛЬСАЦІЙНОМУ ГОМОГЕНІЗАТОРІ.....12***Джеджула О.М., Островський А.Й.***ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ ДОЇЛЬНИХ СТАКАНІВ ЗІ СТИМУЛЯЦІЄЮ РЕФЛЕКСУ МОЛОКОВІДДАЧІ.....18***Кондратюк Д.Г., Холодюк О.В., Григорішен В.М.***ВИБІР ШИРИНИ ЗАГІНКИ ОРНОГО АГРЕГАТА.....22***Науменко М.М., Пономаренко Н.О., Яропуд В.М., Яременко С.С.***СТВОРЕННЯ МАШИНИ З ПІДВИЩЕНОЮ РІВНОМІРНІСТЮ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ.....28***Пришляк В.М., Журенко Ю.І., Ковальчук О.В.***НАУКОВО-ПРАКТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА РСМ-142 «ACROS» В УМОВАХ НДГ «АГРОНОМІЧНЕ» ВНАУ.....34***Ролдугін М.І., Пономаренко Н.О., Яропуд В.М., Сидоренко Р.М.***СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ КОМБІНОВАНИХ АГРЕГАТІВ.....40**

ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС МОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

*Іванов М.І., Руткевич В.С., Закревський В.П.***АПРОКСИМАЦІЯ ВИТРАТНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗОЛОТНИКОВОГО РОЗПОДІЛЬНИКА LS-РЕГУЛЯТОРІВ.....44***Ільченко В.Ю., Пономаренко Н.О., Яропуд В.М., Бондаренко А.С.***ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРШОЧЕРГОВОСТІ ПОСТАНОВКИ ТРАКТОРІВ НА ЗБЕРІГАННЯ.....49***Яцковський В.І., Яцковська Р.О.***ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА.....56**

ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ПЕРЕРОБНИХ ТА ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

*Бандура В.М., Маренченко О.І., Пилипенко Є.О.***СУШІННЯ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ В ЕЛЕКТРОМАГНІТНОМУ ПОЛІ.....63***Берник І.М.***ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ЕКСТРАГУВАННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ З ВИКОРИСТАННЯМ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ КАВІТАЦІЇ.....69***Пасічний В.М., Божко Н.В., Тищенко В.І., Валюх Н.М.***СТАБІЛІЗАЦІЯ ЛІПІДІВ ФАРШІВ З ВИСОКИМ ВМІСТОМ ЖИРУ.....74***Бурдо О.Г., Бурдо А.К., Давар Ростами Пур***ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ КОНЦЕНТРУВАННЯ СОКІВ.....78***Дзись В.Г., Дячинська О.М.***ДО ПИТАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ СТРІЛІНГА В СУШИЛЬНИХ УСТАНОВКАХ.....83***Коляновська Л.М., Семко Т.В., Соломон А.М.***МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ДИФУЗІЇ ДЛЯ СИСТЕМИ «ТВЕРДА ОЛІЄВМІСНА СТРУКТУРА – РОЗЧИННИК».....88***Котов Б.І., Труханська О.О., Курганський О.Д.***ДИНАМІКА ОХОЛОДЖЕННЯ ЗЕРНА В АЕРОГРАВІТАЦІЙНОМУ ШАРІ.....94***Копылов С.В., Мамедов А.Н., Яхно О.М.***ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ НАЧАЛЬНЫЙ УЧАСТОК В ПОЛЕ ДЕЙСТВИЯ МАГНИТНЫХ СИЛ.....99**



Терзієв С.Г., Левтринська Ю.О., Зиков О.В.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПОТОЧНИХ МІКРОХВИЛЬОВИХ ЕКСТРАКТОРІВ КАВИ.....106

Palamarchuk Igor, Zozuliak Oksana, Zozuliak Igor, Novgorodska Nadia

MODELING OF VIBROCENTRIFUGAL ELEKTRIC OSMOTICAL DEHYDRATING OF WITH HIGH HUMIDITY FOOD SEEDS GOURDS.....112

Фіалковська Л.В.

КАВІТАЦІЙНИЙ СПОСІБ УТВОРЕННЯ „ТОНКОЇ” ЕМУЛЬСІЇ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ МАРГАРИНУ.....119

МАШИНОБУДУВАННЯ ТА МАТЕРІАЛООБРОБКА

Веселовська Н.Р., Яремчук О.А.

АНАЛІЗ ПРИНЦИПОВИХ СХЕМ ТА КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ НАСОСНИХ ГІДРОПРИВОДНИХ АГРЕГАТІВ.....123

Шевчук О.Ф.

СПЕКТРАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛІВОК ДИМЕТИЛАНІЛІНЕТІЛЕНКЕТОНОВОГО БАРВНИКА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ФОТОЕЛЕКТРОННИХ ПРИСТРОЇВ.....129

Ярошенко Л.В., Дзись В.Г., Чубик Р.В., Зрайло Н.М.

КЕРОВАНИЙ ВІБРОПРИВОД НАПРЯМЛЕНОЇ ДІЇ ЗІ СПАРЕНИМИ ДЕБАЛАНСАМИ.....134

ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ ТА АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

Гуцько І.В., Гуцаленко О.В., Кравець С.М.

РОЗРОБКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ТВЕРДОПАЛИВНОГО КОТЛА З СИСТЕМОЮ АВТОМАТИЗОВАНОГО РЕГУЛЮВАННЯ.....140

Гуцько І.В., Рябошапка В.Б., Коваль Л.Г.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗРОЗБІРНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ МАШИНО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТУ, ПРАЦЮЮЧОГО З ВИКОРИСТАННЯМ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ПАЛИВА.....145

ТРАНСПОРТНІ ТА ТРАНСПОРТНО - ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ

Барановський В.М., Потапенко М.В.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗАВАНТАЖУВАЛЬНОГО ТРАНСПОРТЕРА ТРАНСПОРТНО-ОЧИСНОЇ СИСТЕМИ.....151

ДУМКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО

Квасневський О.А., Сидорук Т.М., Яроцький В.В.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ВІДЦЕНТРОВОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ МАШИНИ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ.....157

Огороднічук І.О., Білоус Є.О.

ЕКСТРАГУВАННЯ РОСЛИННОГО МАТЕРІАЛУ З ВИКОРИСТАННЯМ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ КАВІТАЦІЇ.....162

Шахов М.І.

БІОГАЗОВА УСТАНОВКА ДЛЯ КОРІВНИКА НА 100 ГОЛІВ ВРХ.....165

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ЕКСТРАГУВАННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ З ВИКОРИСТАННЯМ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ КАВІТАЦІЇ

Берник Ірина Миколаївна докторант

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Bernyk I.

National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"

Анотація: у статті представлено загальні положення теорії екстрагування в системі «тверде тіло – рідина». Представлено механізм інтенсифікації процесу екстрагування рослинної сировини при накладанні зовнішнього ультразвукового поля високої інтенсивності. Запропоновано модель екстрагування в системі «капілярно-пористе тіло – екстрагент (рідина)» на мікро- та макрорівнях.

Ключові слова: ультразвук, кавітація, екстрагування, бульбашки, капіляри, рослинна сировина, інтенсифікація.

Постановка проблеми

Екстрагування з твердої фази належить до дифузійних процесів в системі тверде тіло-рідина і широко використовується в харчовій, хімічній, фармацевтичній та ін. промисловостях [1]. 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.

Застосування ультразвукових кавітаційних технологій, у порівнянні з відомими фізичними способами, має низку суттєвих переваг, обумовлених сукупністю специфічних ефектів, таких як кавітація, звукокапілярний ефект, звукохімічні реакції, акустичні течії, звуковий тиск, які чинять комплексну дію, спрямовану на інтенсифікацію процесу [2, 3]. Мала обізнаність у фізико-хімічних процесах, що відбуваються при введенні ультразвукових коливань високої ефективності в рідинно-дисперсне середовище рослинного матеріалу, не дозволяє сформулювати вимоги до відповідного технологічного обладнання, визначити шляхи забезпечення його високої ефективності і з'ясувати режими реалізації технологічного процесу.

Аналіз останніх досліджень

Кінетика процесу екстрагування з рослинної сировини описується відомими рівняннями нестационарної дифузії. Ізотропна, багатокомпонентна нестационарна дифузія окремих речовин (a, b, \dots, n) у певному напрямі описується диференціальним рівнянням [4], в яке введені параметри опорів $R_{ai}, R_{bi}, \dots, R_{ni}$, відповідні частинам компонентів, які дифундують:

$$\frac{dC}{dt} = D_a \sum_{i=1}^{\infty} \frac{d^2 C_{ai}}{dx^2 (1 + R_{ai})} + D_b \sum_{i=1}^{\infty} \frac{d^2 C_{bi}}{dx^2 (1 + R_{bi})} + \dots + D_n \sum_{i=1}^{\infty} \frac{d^2 C_{ni}}{dx^2 (1 + R_{ni})},$$

де C – концентрація суміші компонента; $C_{ai}, C_{bi}, \dots, C_{ni}$ – концентрація окремих частин компонентів, %; $R_{ai}, R_{bi}, \dots, R_{ni}$ – опори окремих компонентів в процесі їх дифузійного переносу, Па·с/м; $D_{ai}, D_{bi}, \dots, D_{ni}$ – коефіцієнти вільної молекулярної дифузії, м²/с.

Виходячи із загальних положень теорії [5, 6], щоб поліпшити процес екстрагування, необхідно збільшити рушійну силу процесу і зменшити дифузійний опір його протікання. Для досягнення першого необхідно застосовувати протитечійний спосіб руху фаз, для другого – збільшувати коефіцієнт дифузії речовини всередині частинок сировини, коефіцієнт масовіддачі і зменшувати розмір частинок. Варто враховувати, що ефективність будь-якого виду екстрагування твердої речовини рідиною значно залежить від розчинності, яку можна змінити, підбираючи відповідний розчинник.

Останнім часом зростає інтерес до методів, при яких інтенсифікація процесу досягається за рахунок використання кавітаційних технологій, що характеризуються високими питомими за потужностями впливами на сировину.

Мета роботи

З'ясувати механізм інтенсифікації процесу екстрагування рослинної сировини при накладанні зовнішнього ультразвукового поля високої інтенсивності.

Викладення основного матеріалу

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 захопуванням кавітаційних бульбашок [7, 8].

Кавітаційні бульбашки при розширенні випромінюють сферичні хвилі, які при значних швидкостях захопування можуть перейти в ударні [9]. 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.

При накладанні зовнішнього ультразвукового поля структура рослинної сировини піддається силовій термомеханічній дії, яка відбувається за рахунок захопування несферичних кавітаційних бульбашок, що призводить до створення локальних високотемпературних зон та формування ударних хвиль та мікроструменів. Особливо інтенсивно така дія буде проявлятися при створенні резонансних систем «механічні хвилі – молекулярні структури». Одним із факторів впливу ультразвукового поля на оброблюване середовище є також хімічна активація води при кавітаційній обробці [3].

Модель екстрагування в системі капілярно-пористе тіло – екстрагент (рідина). Умовно систему можна розділити на частини: внутрішню – з максимальною концентрацією розчиненої речовини – і зовнішню – зі значно меншими значеннями концентрації. При цьому також виділяється зона зі змінною концентрацією у приміжевому шарі. З часом відбуваються зміни концентрацій до настання їх рівноваги (рис. 1).

Рослинна сировина – капілярно-пористе тіло, у якому можна виділити внутрішню та зовнішню пористість.

Внутрішня пористість обумовлена наявністю пор у клітинній оболонці та між фібрилами діаметром близько 0,1–0,8 нм. Рух екстрагенту в них відбувається за рахунок молекулярної дифузії. Зовнішня пористість утворена відносним розміщенням частинок одна відносно одної, розмір яких залежить від розміру частинок.

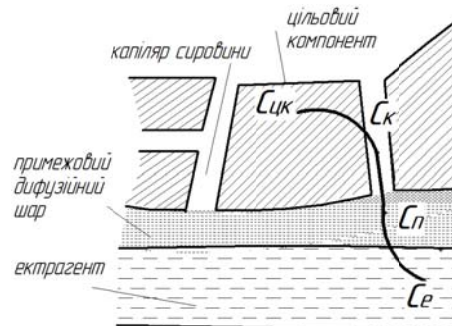


Рис. 1. Розподіл концентрацій у системі “рослинна сировина – екстрагент”: $C_{цк}$, $C_{к}$, $C_{п}$, $C_{е}$ – концентрація цільового компонента речовини, його концентрація у капілярі, приміжевому шарі та екстрагенті відповідно

У зв’язку з відмінністю дії на мікро- та макрорівнях для більш детального розгляду системи та впливу на неї енергетичного поля розбиваємо її на декілька рівнів (рис. 2).

Модель дифузії в капілярі. Капіляри у частинках рослинної сировини представлені тупиковими, у яких буде затримуватися повітря, а також наскрізними, проте вони поведуть себе як замкнені при повному зануренні у воду.

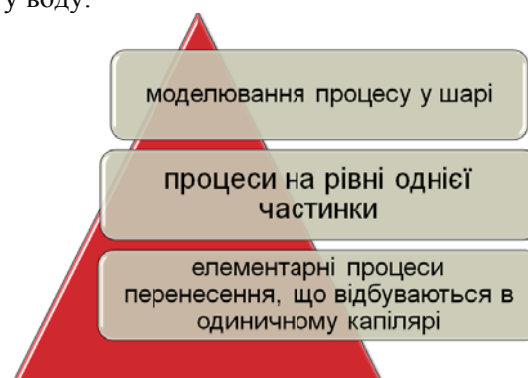


Рис. 2. Рівні системи



Фізична модель кавітаційного впливу на капіляр (рис. 3).

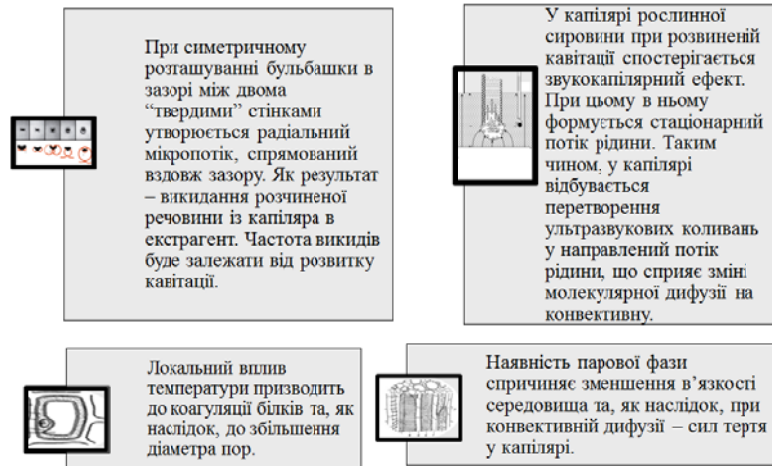


Рис. 3. Фізична модель кавітаційного впливу на капіляр

Фізична модель масообміну на рівні частинки. На поверхні частинок у місцях мікронерівностей поверхні (виступах та впадинах) локалізовані і стабільно існують у рідині зародки кавітації – парогазові бульбашки (рис. 4).

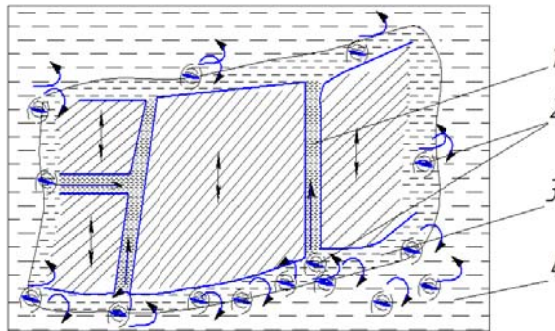


Рис. 4. Схема кавітаційного впливу на частинку матеріалу: 1 – капіляр; 2 – захоплення кавітаційної бульбашки біля "твердої стінки"; 3 – приміжовий дифузійний шар; 4 – екстрагент

Захоплення кавітаційних бульбашок поблизу поверхні частинки призводить до появи кумулятивних струменів, спрямованих у бік поверхні частинки та ударних хвиль. Внаслідок цього частинка буде знаходитися під дією періодичних ударних навантажень. За умови резонансного коливання частинки дисперсної фази та середовища значно інтенсифікується процес.

Тобто відбувається інтенсивне перемішування рідини навколо частинок матеріалу і, як наслідок, зменшення товщини приміжового дифузійного шару та прискорення дифузії розчиненої речовини в екстрагент.

Фізична модель процесу у шарі. Модель характеризується сукупністю процесів у капілярах і на рівні частинок, при якій кавітаційні бульбашки будуть відігравати роль мікротрансформаторів, що перетворюють акумульовану потенціальну енергію системи в кінетичну енергію рідини, що розподілена в просторі та в часі. Енергія виділяється одночасно у великій кількості малих локальних зон, що рівномірно розподілені в об'ємі.

Таким чином, використання ультразвуку в режимі розвиненої кавітації є унікальним способом дії на речовину з метою інтенсифікації процесу екстрагування цільового компонента, оскільки лише використання зазначеного способу дає можливість створити умови як зовнішньої, так внутрішньої конвективної дифузії. Реалізація зазначеної технології передбачає створення великої кількості кавітаційних бульбашок, які будуть рівномірно розподілені в об'ємі технологічного середовища [10].

Висновки

1. Ультразвукова обробка унікальна та ефективна, широко використовується для реалізації більшості технологічних процесів харчової, хімічної, фармацевтичної та ін. промисловостей. Аналогічних ефектів не можливо досягти при використанні інших способів та їх поєднань. Необхідні



результати можливо отримати при створенні та підтриманні у середовищі, що обробляється, режиму розвиненої кавітації.

2. Головним чинником інтенсифікації процесу екстрагування при накладанні ультразвукового поля є дискретно-імпульсне підведення енергії, яке базується на використанні фізичних ефектів, що виникають в газорідних середовищах при швидкій зміні зовнішнього тиску.

3. Механізм екстрагування полягає у впливі енергетичного поля на мікро- та макрорівнях шляхом формування направленої потоку речовин у капілярі та інтенсивного руху екстрагенту навколо частинки та шару середовища, тобто створення умов конвективного масопереносу.

Список літератури

1. Аксельруд Г. А. Экстрагирование. Система твердое тело – жидкость. / Г. А. Аксельруд, В. М. Лысянский – Л.: Химия, 1974. – 256 с.
2. Луговской А.Ф. Ультразвуковая кавитация в современных технологиях / А. Ф.Луговской, Н. В. Чухраев. – К.: Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”, 2007.
3. Луговський О.Ф. Фізична модель ультразвукового кавітаційного вилучення пектину з вторинної рослинної сировини / О.Ф. Луговський, І.М. Берник // Вісник національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» серія «Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження». – 2010. – №1 (5) – С. 25-30.
4. Романков П. Г. Экстрагирование из твердых материалов. / П. Г. Романков, М. И. Курочкина – Л.: Химия, 1983. – 256 с.
5. Молохова Л.Г. Сравнительная оценка эффективности методов экстракции / Л.Г. Молохова, А.Е. Решетилов // Материалы 2 Всесоюзного съезда фармацевтов. – Рига, 1974. – С. 90 – 91.
6. Теоретические основы тепло- и влагообменных процессов пищевой технологии / В.М. Харин, Г.В. Агафонов. – М.: Пищевая промышленность, 2001. – 343 с.
7. Берник І.М. Дослідження параметрів кавітаційного процесу обробки технологічних середовищ // І.М. Берник / Науково-технічний журнал Техніка будівництва. – К.: КНУБА. – 2014. – № 33. – С. 21 – 26.
8. Кнэпп Р. Кавитация / Р. Кнэпп, Дж. Дейли, Ф. Хэммит. – М.: Мир, 1974. – 668 с.
9. Кувшинов Г.И. Акустическая кавитация у твердых поверхностей / Г.И. Кувшинов, П.П. Прохоренко; [под ред. В. К. Кедринского]. – Мн.: Наука і техніка, 1990. – 112 с.
10. Долинский А.А. Теплообмен и гидродинамика в парожидкостных дисперсных средах. Теплофизические основы дискретно-импульсного ввода энергии / А.А. Долинский, Г.К. Иваницкий – К.: Наукова думка, 2008. – 381 с.

References

1. Akselrud H. A. Ekstrahirovanye. Sistema tverdoe telo – zhydkost. / H. A. Akselrud, V. M. Lysianskyi – L.: Khymyia, 1974. – 256 s.
2. Luhovskoi A.F. Ultrazvukovaia kavytatsyia v sovremennykh tekhnolohyakh / A. F.Luhovskoi, N. V. Chukhraev. – K.: Vydavnycho-polihrafichnyi tsentr “Kyivskiy universytet”, 2007.
3. Luhovskiy O.F. Fizychna model ultrazvukovoho kavitatsiinoho vyluchennia pektynu z vitorynnoi roslynnoi syrovyny / O.F. Luhovskiy, I.M. Beryk // Visnyk natsionalnoho tekhnichnoho universytetu Ukrainy «Kyivskiy politekhnichnyi instytut» seriia «Khimichna inzheneriia, ekolohiia ta resursozberzhennia». – 2010. – №1 (5) – S. 25-30.
4. Romankov P. H. Ekstrahirovanye yz tverdikh materyalov. / P. H. Romankov, M. Y. Kurochkyina – L.: Khymyia, 1983. – 256 s.
5. Molokhova L.H. Sravnytelnaia otsenka efektyvnosti metodov ekstraktsyy / L.H. Molokhova, A.E. Reshetylov // Materialy 2 Vsesoiuznogo s'ezda farmatsevtov. – Ryha, 1974. – S. 90 – 91.
6. Teoretycheskye osnovy teplo- y vlahoobmennykh protsessov pyshchevoi tekhnolohyy / V.M. Kharyn, H.V. Ahafonov. – M.: Pyshchevaia promyshlennost, 2001. – 343 s.
7. Beryk I.M. Doslidzhennia parametriv kavitatsiinoho protsesu obrobky tekhnolohichnykh seredovyshch // I.M. Beryk / Naukovo-tekhnichnyi zhurnal Tekhnika budivnytstva. – K.: KNUBA. – 2014. – № 33. – S. 21 – 26.
8. Кнэпп Р. Кавитация / Р. Кнэпп, Дж. Дейли, Ф. Хэммит. – М.: Мир, 1974. – 668 с.
9. Кувшинов Н.У. Акустическая кавитация у твердых поверхностях / Н.У. Кувшинов, П.П. Прохоренко; [под ред. В. К. Кедринского]. – Мн.: Наука і техніка, 1990. – 112 с.
10. Dolynskiy A.A. Teploobmen u hydrodynamyka v parozhydkostnykh dyspersnykh sredakh. Teplofyzicheskye osnovy dyskretno-impulsnoho vvoda enerhyi / A.A. Dolynskiy, H.K. Yvanytskyi – K.: Naukova dumka, 2008. – 381 s.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ЭКСТРАГИРОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КАВИТАЦИИ

Аннотация: в статье представлены общие положения теории экстрагирования в системе «твердое тело – жидкость». Представлен механизм интенсификации процесса экстрагирования растительного сырья при наложении внешнего ультразвукового поля высокой интенсивности. Предложена модель экстрагирования



в системе «капиллярно-пористое тело – экстрагент (жидкость)» на микро - и макроуровнях.

Ключевые слова: ультразвук, кавитация, экстрагирования, пузыри, капилляры, растительное сырье, интенсификация.

INTENSIFICATION OF PROCESS OF EXTRACTION OF PLANT RAW MATERIALS USING ULTRASONIC CAVITATION

Summari: the article presents the basic tenets of the theory of extraction in the system "solid body – liquid". The mechanism of intensification of the extraction process of plant materials when applying an external ultrasonic field of high intensity. The proposed model extraction in the system "capillary-porous body – extractant (liquid)" at the micro and macro levels.

Keywords: ultrasound, cavitation, extraction, bubbles, capillaries, plant material, intensification.