

К. В. Базіло, к.т.н., доцент,
В. М. Зайка, к.т.н.,
Ю. Ю. Бондаренко, к.т.н., доцент,
Ю. А. Петрушко

Черкаський державний технологічний університет
б-р Шевченка, 460, Черкаси, 18006, Україна

РОЗРОБКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ БІОХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ФАРМАЦЕВТИЦІ

Одним із перспективних фізичних методів впливу на речовини з метою інтенсифікації технологічних процесів є метод, що базується на використанні механічних коливань ультразвукового діапазону. Деякі процеси в біотехнології, такі як екстрагування, суспендування, фільтрування і навіть приготування сумішей, нерідко вимагають багато часу для отримання якісного продукту і можуть бути інтенсифіковані ультразвуком. Дослідження механізмів біологічної дії ультразвуку, розробка нових ультразвукових методів і обладнання принесуть відчутну користь практичній медицині, ветеринарії, біотехнології і пов'язаним з ними галузям народного господарства, переробної промисловості, а також теоретичної та експериментальної медицини.

Метою роботи є дослідження можливостей використання ультразвуку у фармацевтиці та розробка мобільного пристрою для інтенсифікації біотехнологічних процесів.

Ключові слова: *ультразвук, біотехнології, інтенсифікація хімічних процесів, фармацевтика.*

Вступ. Одним із перспективних фізичних методів впливу на речовини з метою інтенсифікації технологічних процесів є метод, що базується на використанні механічних коливань ультразвукового діапазону.

Найбільш успішно ультразвукові коливання використовуються в процесах, пов'язаних з рідкими станами реагентів, оскільки тільки в них виникає специфічний процес – ультразвукова кавітація, що забезпечує максимальний енергетичний вплив на різні речовини [1].

В основі всіх ультразвукових технологій лежать ефекти взаємодії ультразвуку з середовищем. Потужний ультразвук викликає в рідких середовищах ряд специфічних ефектів – кавітацію, інтенсивні мікро- і макропотоки, що приводять до швидкого і якісного перемішування компонентів середовища, утворення стійких емульсій, екстрагування розчинних компонентів з частинок, які знаходяться в рідині, набухання і руйнування цих частинок [2].

Метою роботи є дослідження можливостей використання ультразвуку у фармацевтиці та розробка мобільного пристрою для інтенсифікації біотехнологічних процесів.

Матеріали та методи. Деякі процеси в біотехнології – екстрагування, суспендування,

фільтрування і навіть приготування сумішей – нерідко вимагають багато часу для отримання якісного продукту і можуть бути інтенсифіковані ультразвуком [2].

Вплив ультразвукових коливань на різні технологічні процеси дозволяє:

– не менше ніж в 10-1000 разів прискорити процеси, що проходять між двома або кількома неоднорідними середовищами (розчинення, очищення, знежирення, знегажування, фарбування, подрібнення, просочення, емульгування, екстрагування, кристалізація, полімеризація, запобігання утворенню накипу, гомогенізація, ерозія, хімічні та електрохімічні реакції тощо);

– збільшити вихід корисних продуктів (наприклад екстрактів) і надати їм додаткових властивостей (наприклад біологічної активності та стерильності);

– отримати нові речовини (наприклад тонкодисперсні емульсії та суспензії) і реалізувати технологічні процеси, які не реалізовані традиційними методами [1].

Енергетична криза, збільшення попиту на продукцію з поліпшеними і екологічно безпечними якість викликали необхідність розвитку нових технологій вилучення екстрактних речовин з рослинних (зокрема олійних) матеріалів, які знаходять своє застосування в

харчовій промисловості (олійно-жирова галузь, харчові добавки), косметології (екстракти масла і різні комплексні препарати), хімічної промисловості (природні барвники тощо). Особливий інтерес становлять екстрактивні речовини (масла), які є безпечними для навколишньо-

го середовища і не роблять шкідливого впливу на здоров'я людини, про що свідчать численні роботи, описані в [3].

Перспективні напрями застосування ультразвуку для інтенсифікації біотехнологічних процесів зображено на рис. 1.

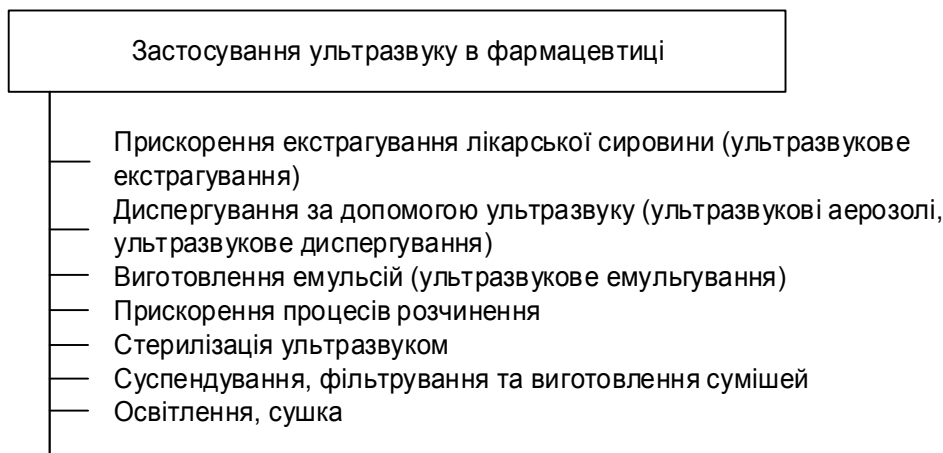


Рис. 1. Методи інтенсифікації біотехнологічних процесів за допомогою ультразвуку у фармацевтичній та хімічній промисловості

Як відомо, найбільше поширення в ультразвуковій медичній техніці отримали п'єзоелектричні перетворювачі. Дозволяючи отримувати акустичні коливання в діапазоні частот від кількох кГц до десятків і сотень МГц, вони використовуються в апаратах для ультразвукової терапії, в діагностичних приладах, що застосовуються у медицині та ветеринарії, в пристроях для ультразвукової стимуляції біотехнологічних процесів [2].

Ультразвукові пристрої – це також потужні блендери та гомогенізатори, застосування яких не обмежується лише лабораторією та промисловістю. Ультразвукові гомогенізатори – пристрої, що забезпечують подрібнення та змішування (як правило, рідких) фаз за рахунок кавітації. Ультразвукові гомогенізатори використовуються для гомогенізації сумішей рідин, а також застосовуються в ультразвукових системах зволоження повітря, генераторах диму. Ультразвукові пристрої також знайшли своє місце на кухнях для гурманів.

Молекулярна кухня радикально пориває зі старими уявленнями про кулінарію. Її метою стає досягнення ідеального смаку – чистого і вдосконаленого. Над отриманням нових комбінацій смаків і консистенцій працюють кухарі-фізики, хіміки та біохіміки. Аромати

одних страв витягають і передають іншим із застосуванням ультразвуку [4].

Подальші дослідження авторів будуть спрямовані на створення мобільних малогабаритних ультразвукових систем для інтенсифікації хімічних процесів у фармацевтиці та харчовій промисловості на основі п'єзоелектричних випромінювачів.

Експерименти та результати. На рис. 2 зображено схему генератора імпульсів, який може бути використаний при створенні ультразвукових коливань для інтенсифікації хімічних процесів у фармацевтиці, а також у такій галузі медицини, як ультразвукова хірургія [5]. При зануренні в розчин дезінфектанту ультразвукові коливання викликають інтенсивні мікропотоки рідини поблизу інструменту, очищаючи його поверхню. Крім того, збільшуючи проникність мембран клітин хвороботворних бактерій відносно дезінфікуючої речовини, ультразвук підвищує ефективність його дії, що дозволяє на порядок знизити концентрацію цієї речовини в розчині [6].

Зовнішній вигляд портативного генератора імпульсів з підвищуючим перетворювачем напруги DC-DC Step-up ($U_{\text{жив}} = 4,2 \text{ В}$, $U_{\text{DC-DC}} = 40 \text{ В}$) зображено на рис. 3. Генератор має можливість живитись і від напруги 220 В.

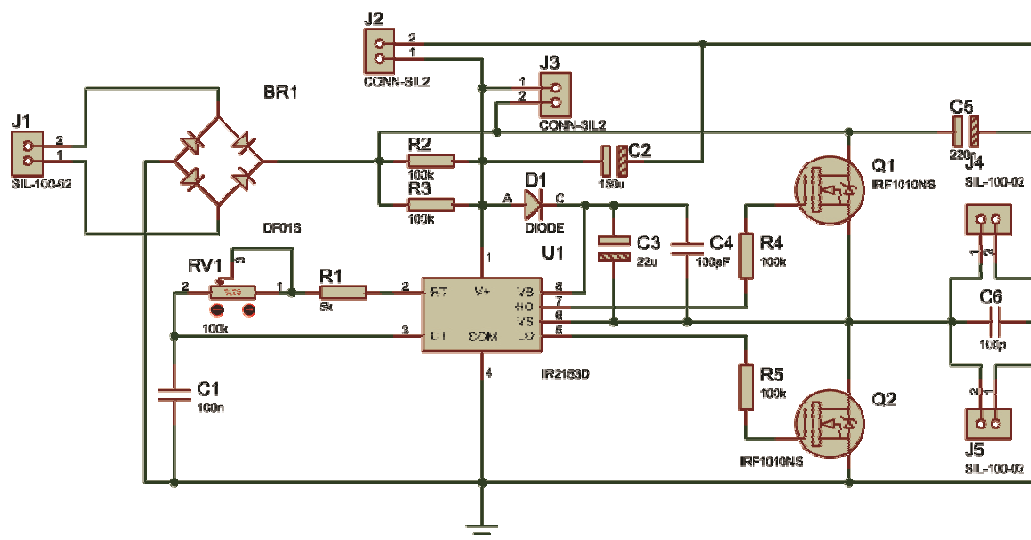


Рис. 2. Схема електрична принципова генератора імпульсів

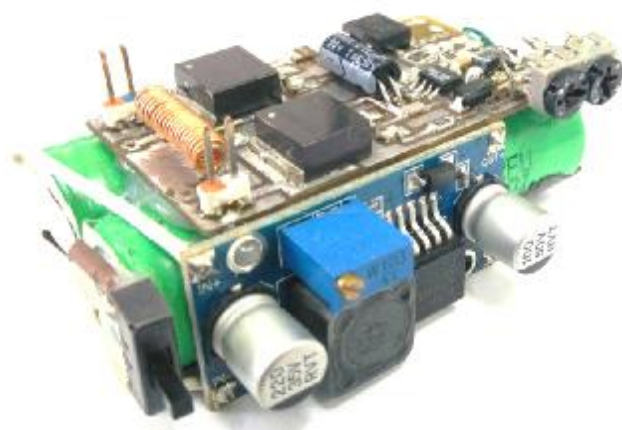


Рис. 3. Генератор імпульсів

Розроблену конструкцію пристрою для інтенсифікації біохімічних процесів зображено на рис. 4. Запропонований пристрій матиме такі переваги, що дадуть змогу використовувати його й у різних галузях промисловості та медицини:

- мобільність та автономність, що забезпечується шляхом використання змінних Li-ion акумуляторів, які мають значний запас потужності;
- надійність та значний строк служби активних елементів, що забезпечується використанням активних елементів з високоякісної п'єзокераміки;
- зручність в експлуатації та простота в керуванні.

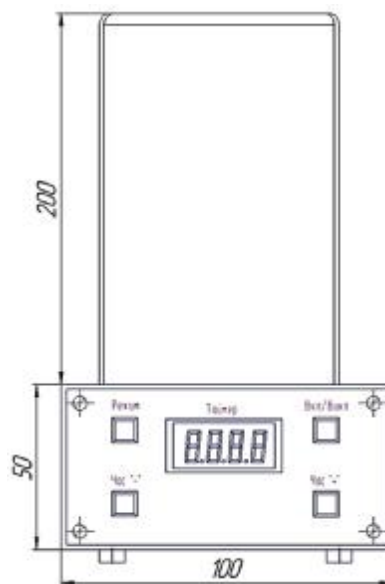


Рис. 4. Зовнішній вигляд пристрою для інтенсифікації біохімічних процесів

Висновки. Подальші дослідження механізмів біологічної дії ультразвуку, розробка нових ультразвукових методів і обладнання можуть принести відчутну користь практичній медицині, ветеринарії, біотехнології і пов'язаним з ними сферам народного господарства, переробної промисловості, а також теоретичної та експериментальної медицини.

Список літератури

1. Исследование возможности применения ультразвука в фармации. Центр ультразвуковых технологий. URL: <http://u-sonic.ru/upload/ultrasound%20in%20pharmacy.pdf>

2. Акоюн Б. В., Ершов Ю. А. Основы взаимодействия ультразвука с биологическими объектами: Ультразвук в медицине, ветеринарии и экспериментальной биологии. Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. 224 с.
3. Шорсткий И. А. Совершенствование процесса экстрагирования масляных материалов на основе применения электрофизического воздействия: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.12. Краснодар, 2016. 158 с.
4. Знакомьтесь, молекулярная кухня! URL: <http://volshebnyaya-eda.ru/kulinarnyj-klass/enciklopedii/molekulyarnaya-kuxnya/>
5. Патент України на корисну модель № 116996. Спосіб створення ультразвукових коливань в хірургічному інструменті / К. В. Базіло, Ю. Ю. Бондаренко, В. М. Заїка, Ю. А. Петрушко, Л. О. Федорук; № 201613588 від 29.12.2016, опубл. 12.06.2017, Бюл. № 11.
6. Базіло К. В., Бондаренко Ю. Ю., Заїка В. М., Петрушко Ю. А., Федорук Л. О. Застосування п'єзоелектричних елементів в ультразвуковій хірургії. *Вісник Черкаського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки*. 2016. № 4. С. 53–56.

References

1. Investigation of the possibility of ultrasound's using in pharmacy. Centre of ultrasound technologies. URL: <http://u-sonic.ru/upload/ultrasound%20in%20pharmacy.pdf>
2. Akopyan, B. V., Ershov, Yu. A. (2005). Fundamentals of ultrasound interaction with biological objects: Ultrasound in medicine, veterinary medicine and experimental biology. Moscow: Izd-vo MGTU im. N.E. Baumana, 224 p. [in Russian].
3. Shorstkij, I. A. (2016). Improvement of the process of oil materials extraction based on the application of electro-physical effect: thesis of Ph.D. Krasnodar, 158 p. [in Russian].
4. Meet molecular cuisine! URL: <http://volshebnyaya-eda.ru/kulinarnyj-klass/enciklopedii/molekulyarnaya-kuxnya/>
5. Bazilo, C. V., Bondarenko, Yu. Yu., Zaika, V. M., Petrushko, Yu. A., Fedoruk, L. O. (2017). Method of formation of ultrasonic oscillations in a surgical instrument. Patent of Ukraine No. 116996 [in Ukrainian].
6. Bazilo, C. V., Bondarenko, Yu. Yu., Zaika, V. M., Petrushko, Yu. A., Fedoruk, L. O. (2016). Application of piezoelectric elements in ultrasonic surgery. *Visnyk Cherkaskogo derzhavnogo tehnologichnogo universitetu. Seria: Tehnichni nauky*, No. 4, pp. 53–56 [in Ukrainian].

C. V. Bazilo, Ph.D. (Eng.), associate professor,

V. M. Zaika, Ph.D. (Eng.),

Yu. Yu. Bondarenko, Ph.D. (Eng.), associate professor,

Yu. A. Petrushko

Cherkasy State Technological University

Shevchenko blvd, 460, Cherkasy, 18006, Ukraine

DEVELOPMENT OF ULTRASONIC DEVICE FOR INTENSIFICATION OF BIOCHEMICAL PROCESSES IN PHARMACEUTICS

A method based on the use of mechanical vibrations of ultrasonic range is one of promising physical methods of influence on the substances to intensify technological processes. The purpose of this paper is to investigate the possibilities of ultrasound's using to intensify biotechnological processes. Some processes in biotechnology, such as extraction, suspension, filtration and even preparation of mixtures often take a long time to produce a qualitative product and can be intensified by ultrasound. Investigation of mechanisms of ultrasound's biological effect, development of new ultrasonic methods and equipment will bring tangible benefits to practical medicine, veterinary medicine, biotechnology and related fields of national economy, processing industry, as well as theoretical and experimental medicine.

The purpose of this work is to study the possibilities of ultrasound's use in pharmaceuticals and to develop a mobile device for intensification of biotechnological processes.

Key words: ultrasound, biotechnology, intensification of chemical processes, pharmaceuticals.

Рецензенти: Палагін В. В., д.т.н., професор,

Гордієнко В. І., д.т.н., с.н.с.