

І.М. АКСЬОНОВА, кандидат технічних наук  
Одеська державна академія будівництва та архітектури

## **ХВИЛЬОВИЙ ВІДГУК ЕКЗОФЕРМЕНТНИХ РЕАКЦІЙ РОЗКЛАДУ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН БІОХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД**

*Досліджені хвильові відгуки екзоферментних каталітичних реакцій розкладу високомолекулярних речовин біохімічних процесів очищення стічних вод.*

**Ключові слова:** хвильові відгуки, екзоферментні реакції, розклад органічної речовини, біологічне очищення стічних вод, резонанс.

*Исследованы волновые отклики экзоферментных каталитических реакций, разложения высокомолекулярных веществ биохимических процессов очистки сточных вод.*

**Ключевые слова:** волновые отклики, экзоферментные реакции, разложение органического вещества, биологическая очистка сточных вод, резонанс.

*The work investigated the wave response eksperimenta catalytic reactions, decomposition of high-molecular substances and biochemical processes of sewage treatment.*

**Key words:** wave reviews, exo enzymatic reactions, organic matter decomposition, biological wastewater treatment, resonance.

Вивчення резонансних явищ у рідкому середовищі, які мають колоїдну структуру дозволяють виявити відповідні хвильові характеристики, але цікавим є малі резонанси які можливо виникають у гомогенних процесах екзоферментних реакцій каталітичного розкладу органічних речовин. Наслідком хвильових відгуків відповідних конформацій є орієнтування маркомолекул органічних речовин та екзоферментів, відповідно теорій ферментного каталізу Михаэлиса-Ментен та Фішера [1:47-49]. Конфігурація молекули органічної речовини може мати глобулярне, сітчасте надмолекулярну будову характеризується відповідними хвильовими відгукми у структуризації колоїдної системи та хвильовий відгук екзоферментів. При цьому виникають явища резонансу, причому сумарний процес відповідає зниженню енергії активації каталітичного процесу екзоферментних реакцій.

Для гомогенних процесів важливим є хвильовий відгук геометрії третинної структури екзоферменту, хвильової природи функціональних груп його молекули, який забезпечує специфічність дії та високу каталітичну

активність на відповідну гомологічну групу органічних речовин.

Нелінійність кінетики біохімічних процесів обумовлює можливість існування в біологічних системах автоколивань, для дослідження можуть застосовуватися якісні методи аналізу динамічних систем. Не загасаючі коливальні зміни концентрації реагентів можливі в відкритих ферментативних системах, де є існування двох масштабів часу, які сильно розрізняються та можуть підтримуватися необмежено довго, за рахунок притоку субстрату від зовнішнього джерела і відтоку продукту у зовнішню середу. У системі спряжених поліферментних реакцій особливо вірогідно виникнення не загасаючих коливань концентрацій компонентів. В відкритих системах з субстратним інгибуванням реалізується множинність стаціонарних станів та спостерігається явище гістерезису [2:71,73].

Вільні (власні) хвильові коливання гомогенних процесів екзоферментних реакцій каталітичного розкладу органічних речовин – коливання, які відбуваються у відсутності зовнішніх впливів на коливальну систему виникають внаслідок будь-якого початкового відхилення цієї системи із стану стійкої рівноваги під дією внутрішніх сил системи.

Вимушені хвильові коливання гомогенних процесів екзоферментних реакцій каталітичного розкладу органічних речовин – коливання, що виникають в якій-небудь системі під впливом змінного зовнішнього впливу. Резонанс – явище різкого зростання або зменшення амплітуди вимушених хвильових коливань гомогенних процесів екзоферментних реакцій каталітичного розкладу органічних речовин при прагненні частоти впливу зовнішньої сили до частоти власних коливань.

Важливим в цьому питанні є те, що акустичний резонанс, який виникає при низькочастотній кавітації насичення диспергованим повітрям об'єму реактору, яке визиває ще більше зменшення енергії активації при накладенні електричного та акустичного імпедансу [3]. Визначення резонансної частоти екзоферментних реакцій розкладення органічної речовини у стічних водах у біологічному очищенні стічних вод має практичне значення в експлуатації реакторів на основі аеробних біохімічних процесів, а також анаеробних процесів, які інтенсифікуються кавітацією [4-7]. Резонансна частота – частота зовнішньої збудливої сили, при якій досягається максимум амплітуди вимушених хвильових коливань. Визначення відповідних хвильових характеристик біохімічних процесів розкладу високомолекулярних органічних речовин стічних вод пов'язаних з екзоферментними реакціями дозволяє ідентифікувати кількість відповідних груп органічних речовин, кількості біогенних елементів та кінетичних особливостей гетерогенних та гомогенних процесів.

Двоїстість процесу розкладу органічного субстрату екзоферментами: з одного боку гомогенний процес приєднання ферменту за допомогою іонних, водневих рідко ковалентних зв'язків до молекули органічного субстрату; з іншого гетерогенний процес виділення ферменту з поверхні флокули або біологічної плівки, а також отримання продуктів розкладу до клітини обумовлює особливість хвильових характеристик цього процесу.

Хемоспецифічність екзоферментів, також можливо, забезпечується відповідним хвильовим відгуком за рахунок накладання хвильових коливань гомогенних процесів ферментних реакцій каталітичного розкладу органічних речовин.

Завдання практичного дослідження хвильових відгуків гомогенних процесів екзоферментних реакцій каталітичного розкладу органічних речовин у біологічному очищенні стічних вод – є ідентифікація цих явищ інструментальними методами, та математичний опис відповідних модельних систем для визначення просторових ефектів:

- розповсюдження усамітненого фронту збудження у вигляді імпульсу стабільної форми та фронту, що біжить;
- генерація хвиль автономними джерелами активності – ведучими центрами;
- квазістохастичними хвилями;
- синхронні автоколивання у всьому просторі;
- ревербератори;
- спіральні хвилі;
- стоячі хвилі;
- стаціонарні у часі неоднорідний розподіл у просторі кінетичних змінних (концентрацій речовин) – дисипативні структури.

#### **Висновки**

Висунута гіпотеза існування хвильового відгуку у екзоферментних реакцій каталітичного розкладу органічних речовин біохімічних процесів очистки стічних вод.

Наявність автоколивань у гомогенних екзоферментних процесах біологічних реакторах

Визначені основні хвильові характеристики з допомогою яких можливо ідентифікувати відповідні процеси біохімічного розкладу органічних речовин стічних вод.

На основі хвильових характеристик визначати конформації та хемоспецифічність ферментів у гомогенних процесах реакцій каталітичного розкладу органічних речовин стічних вод.

#### **Список літератури**

1. *Fundamentals of Biological Wastewater Treatment*. Udo Wiesmann, In Su Choi, Eva-Maria Dombrowski Copyright/WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2007. 393с.

2. Рубин А. Б. Биофизика. М.: Книжный дом “Университет”, 1999–2000. Т. 1-2

3. Аксьонова І.М. Ідентифікація хвильових явищ біохімічних процесів у біореакторах очищення стічних вод ультразвуковими методами // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідраліки. Науково-технічний збірник. Випуск 26, К.: КНУБА, 2016. С105-112.

4. М.М. Беззубцева, А.Е. Сапрыкин, И.Г. Пилуков. Интенсификация технологических процессов АПК ультразвуковой кавитацией // Успехи современного естествознания. 2014. № 12. С. 180.

5. Сапрыкин А.Е., Беззубцев, М.М. Актуальность исследования ультразвукового метода флотационно-коагуляционного метода очистки сточных вод. // Вестник студенческого научного общества. Научный вклад молодых исследователей в инновационное развитие АПК сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов. Министерство сельского хозяйства РФ, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, научный редактор-профессор Смелик В. А.. 2014. С. 12-15.

6. Куршанкова Е.В. Ультразвуковая электрокоагуляционная очистка сточных вод от поверхностно-активных веществ. Диссертация кандидата технических наук. М., 2006. 151с.

7. Ткачук Н.Г. Интенсификация роста и ферментативной активности микроорганизмов ила для очистных сооружений электрическим током и ультразвуком. Диссертация кандидата технических наук. К., 1983. 154с.

Надійшло до редакції 22.11.2016

УДК 332.1556-04

В.П. БЕЗСОННИЙ

О.В. ТРЕТЬЯКОВ, доктор технічних наук

Харківський національний університет міського господарства  
імені О.М. Бекетова

## **АНАЛІЗ СВІТОВОГО ТА ВІТЧИЗНЯНОГО ДОСВІДУ ВПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕГРОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ВОДНИМИ РЕСУРСАМИ**

*Узагальнено досвід впровадження басейнового підходу до управління водними ресурсами провідними країнами світу та національний досвід, проаналізовано переваги та недоліки. Наголошується на необхідності внесення змін до національного законодавства відповідно до вимог Водної рамкової директиви ЄС.*

**Ключові слова:** інтегроване управління водними ресурсами, басейновий підхід, Водна рамкова директива.

*Обобщен опыт внедрения бассейнового подхода в управлении водными ресурсами ведущими странами мира и национальный опыт, проанализированы преимущества и недостатки. Отмечается необходимость внесения изменений в национальное законодательство в соответствии с требованиями Водной рамочной директивы ЕС.*