

охорони здоров'я № 30 (v0030282-00) від 23.02.2000). Затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України від 9 липня 1997 р. № 201. – 2006. – 55 с. 5. Методические рекомендации по комплексной формализованной оценке качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям. Утв. Госкомгидрометом СССР 21.07.88 р. – М., 1988. – 7 с. 6. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами. Утв. МОЗ СССР от 13.04.87 р. № 4266-87– М., 1989. – 25 с. 7. Методика визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки. Затв. Мінпраці та соціалістики України від 04.12.2002 р. № 268. – 2003. – 192 с.

УДК 66.084

І.З. Коваль, Л.І. Шевчук¹, В.Л. Старчевський
Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра загальної хімії,
¹кафедра технології органічних продуктів

ЕФЕКТИВНА ДІЯ УЛЬТРАЗВУКУ НА БАКТЕРІЇ ГРУПИ КИШКОВОЇ ПАЛИЧКИ

© Коваль І.З., Шевчук Л.І., Старчевський В.Л., 2010

Розглянуто ультразвукову (УЗ) дію на знезараження води від бактерій *Escherichia coli*. Визначено високу ефективність ультразвукової обробки в атмосфері аргону на досліджуваний процес.

Ultrasound (US) action on the water disinfection of *Escherichia coli* bacteria has been considered. High efficiency of the ultrasonic treatment in argon atmosphere on the investigating process has been determined.

Постановка проблеми. Необхідність суворого нагляду за дотриманням санітарно-бактеріологічних норм води пов'язана з тим, що вона доволі часто спричиняє поширення інфекції. Близько 80 % усіх інфекційних захворювань у світі пов'язано з незадовільною якістю питної води і порушенням санітарно-гігієнічних норм водопостачання. Особливо небезпечна група кишкових інфекцій: черевний тиф, холера, дизентерія, вірусний гепатит А, Е тощо. Безпосередньо виявити хвороботворні мікроби у воді доволі складно. Тому ступінь забруднення води хвороботворними мікроорганізмами (МО) визначають непрямо за показником фекального забруднення, а саме за наявністю у воді кишкової палички (*Escherichia coli*), постійно присутньої у кишківнику людини. Аналогічно проникають у воду й інші збудники кишкових інфекцій.

До бактерій групи кишкової палички належать мікроорганізми, що мають спільні морфологічні та біохімічні властивості, живуть як у кишківнику людини, так і в зовнішньому середовищі як сапрофіти. До бактерій групи кишкової палички (БГКП) входять роди, що належать до родини *Enterobacteriaceae*: *Escherichia* (*E. coli*, *E. coli* var. *coliforma*, *E. coli* var. *aureescens*), рід *Citrobacter* (*C. freundii*, *C. freundii* var. *intermedium*), рід *Enterobacter* (*E. aerogens*, *E. cloacae*). Два останні, на відміну від роду *Escherichia*, не є показниками фекального забруднення.

Ефективним методом знезараження води є застосування ультразвукової (УЗ) дії [1]. У зв'язку з тим, що в забруднених водах виявлено не лише підвищений вміст органічних речовин, а й велику кількість МО, зокрема патогенних – збудників багатьох інфекційних захворювань, виникає необхідність дослідити процес знезараження води дією УЗ від БГКП, а саме *Escherichia coli*, що й стало предметом наших досліджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вплив УЗ на МО є інтенсивнішим у рідинах, які містять гази. У такому середовищі легше виникає кавітація. Тому досліджують не тільки

хлорування чи озонування в ультразвуковому полі [1], але й використовують такі гази, як H_2 , O_2 , N_2 , інертні гази тощо [2].

Як було встановлено у попередніх дослідженнях [3], застосуванням акустичної кавітації в атмосфері газу досягається високий показник очищення води від біологічних забруднень. Згідно з експериментальними даними, бактерицидна дія інертного газу аргону значно підсилюється під час озвучування. У [4] показано УЗ-інтенсифікацію знезараження води від монокультур різних МО: *Micrococcus*, *Diplococcus*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Sarcina* та дріжджів *Saccharomyces* в умовах O_2 /УЗ-обробки. Ефективність процесу – 82,76–99,7 %.

Експериментальна частина. Санітарно-епідеміологічна оцінка якості води визначається за такими показниками:

- 1) мікробним числом – загальною кількістю бактерій в 1 мл;
- 2) кількістю бактерій групи кишкової палички, в тому числі:

титр-*coli* – об’єм води, в якому виявлена одна кишкова паличка:

$$mump - coli = \frac{1000}{coli - индекс} \quad (1)$$

***coli*-індекс – кількість кишкових паличок, які містяться в 1 л води:**

$$coli - индекс = \frac{1000}{mump - coli} \quad (2)$$

Водними об’єктами дослідження процесу знезараження води були: дощова вода та вода із забрудненої водойми, контаміновані бактеріями роду *Escherichia coli*. Вибір мікробіологічних об’єктів пов’язаний з тим, що *E. coli* слугують індикаторами на чистоту знезараження води.

У цій роботі наведені результати експериментальних досліджень знезараження води з фіксованим бактеріологічним вмістом під час подачі газу в умовах кавітації. Газ (кисень, аргон) барботували у досліджувану воду протягом всього процесу. Умови проведення експериментів: $T = 298 \text{ K}$, $P = 1 \cdot 10^5 \text{ Па}$ та частота УЗ-коливань – 22 кГц. Ступінь забруднення води умовно патогенними МО визначали за наявністю бактерій групи кишкової палички (*Escherichia coli*, бактерій *Coli*, або *Bacterium coli commune* – титр ВСС).

Результати експериментів (рис. 1–2) показують, що УЗ спричиняє інтенсивну деструкцію досліджуваних МО (*coli*-індекс або індекс БГКП). Протягом години озвучування в атмосфері кисню їх кількість зменшується у 23 рази (рис. 1, крива 1) та в 31 раз (рис. 1, крива 2) стосовно вихідного значення, а константи швидкості загибелі БГКП в УЗ-полі становлять $9,604 \cdot 10^{-4}$ та $1,041 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$ відповідно (табл. 1). Ефективність видалення МО становить 95,65 % (рис. 1, крива 1) та 96,81 % (рис. 1, крива 2) (табл. 2).

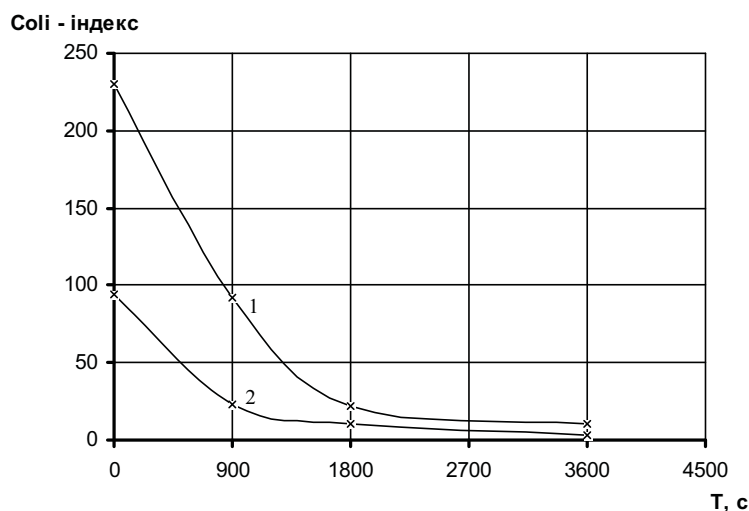


Рис. 1. Залежність *Coli*-індексу від тривалості озвучування в атмосфері кисню:
1 – дощова вода; 2 – вода із забрудненої водойми

Наступним етапом досліджень було дослідити процес загибелі *Escherichia coli* в атмосфері інертного газу аргону (Ar) як в ультразвуковому полі, так і без нього (рис. 2). З використанням Ar проведено багато дослідів, які засвідчили ефективність впливу цього знезаражувального агента на санітарно-епідеміологічні показники якості води.

Згідно з рис. 2 (крива 2) вода в УЗ-полі фактично повністю знезаражується від умовно патогенних бактерій групи *Escherichia* через 30 хв і відповідає нормативам ДЕСТу, тоді як для досягнення значного бактерицидного ефекту сам газ необхідно подавати не менше години (хоча кількість кишкових паличок ще перевищувала допустимий рівень). Константа швидкості загибелі БГКП при Ar/УЗ-обробці становить $3,567 \cdot 10^{-3} \text{ c}^{-1}$, а без УЗ – $9,535 \cdot 10^{-4} \text{ c}^{-1}$ (табл. 1).

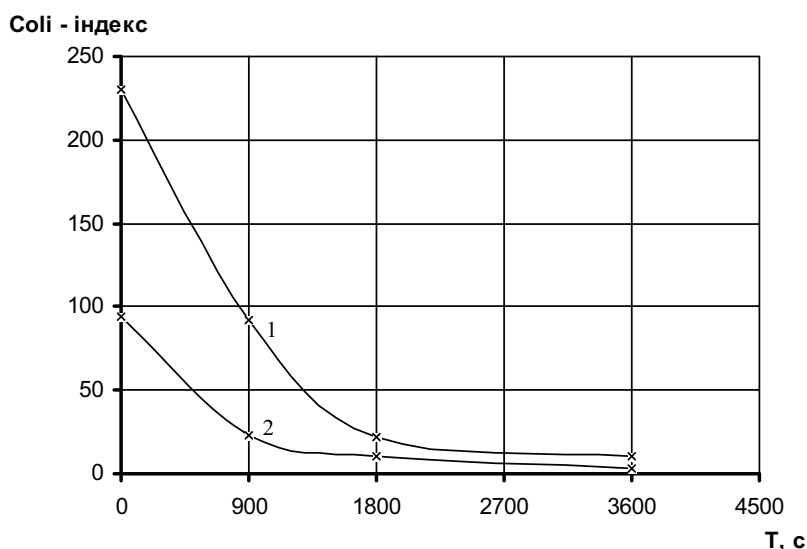


Рис. 2. Залежність Coli-індексу від тривалості процесу очищення води із забрудненої водойми в умовах: 1 – Ar, 2 – Ar/УЗ

Підсумовуючи результати експериментальних досліджень (рис. 2), виявлено, що аргон є доволі ефективний щодо руйнування бактеріальних клітин, тоді як за сумісної дії інертного газу та ультразвуку спостерігається різке зменшення кількості МО у 14,5 раза через 15 хв озвучування, на відміну від 1,4 раза без УЗ. Отже, ефект знезаражування води в умовах Ar/УЗ у 10 разів більший, ніж при Ar без УЗ після 15-хвилинної тривалості процесу.

Таблиця 1

Константи швидкості інактивації *Escherichia coli*

Об'єкт досліджень	k, c ⁻¹		
	O ₂ /УЗ	Ar/УЗ	Ar без УЗ
Дощова вода	$9,604 \cdot 10^{-4}$	---	---
Вода із забрудненої водойми	$1,041 \cdot 10^{-3}$	$3,567 \cdot 10^{-3}$	$9,535 \cdot 10^{-4}$

Константи інактивації МО в умовах Ar/УЗ описуються більшими числовими значеннями, порівняно з O₂/УЗ, що свідчить про більшу ефективність озвучування в присутності аргону (табл. 2).

Таблиця 2

Ступінь знезараження води

Тривалість УЗ-обробки, с	Ефективність загибелі <i>Escherichia coli</i> , %		
	O ₂ /УЗ (крива 1)	O ₂ /УЗ (крива 2)	Ar/УЗ
900	60	75,53	93,09
1800	90,43	89,36	99,91
3600	95,65	96,81	

Ступінь знезараження води від досліджуваних мікробів залежно від тривалості озвучування наведено у табл. 2. Як бачимо, із збільшенням часу обробки води збільшується ступінь знезараження і відповідно покращуються санітарно-епідеміологічні показники її якості. У результаті УЗ-окиснення досліджувана вода очищується від бактеріальних забруднень, що приводить до зменшення кількості клітин, здатних розмножуватись, з подальшим їх відмиранням.

Необхідно зазначити, що ефективнішим методом очищення води від біологічних забруднень є ультразвукове знезараження води з використанням аргону, порівняно з $O_2/УЗ$ -обробкою. Ефективність знезараження в умовах $Ar/УЗ$ – 99,91 % через 30 хв, тоді як за одногодинної дії $O_2/УЗ$ – лише 95,65–96,81 %. Отже, представлені дослідження вказують на значну ефективність використання аргону як очисного і бактерицидного агента як в $УЗ$ -полі, так і без нього, що свідчить про доцільність його використання під час очищення інфікованої води в подальших наших експериментах.

1. Кульський Л.А., Строкач П.П. *Технология очистки природных вод.* – К.: Вища шк., 1986. – 352 с. 2. Комолова Г.С., Левинсон М.С. Действие ультразвука на дрожжевые клетки в зависимости от характера присутствующего газа // "Известия Сибирского отд." – 1960. – 11. – С.130–134. 3. Шевчук Л.І., Старчевський В.Л., Кузьо О.М. Вплив інертного газу на очищення води від біологічних забруднень в умовах кавітації // Вісник НУ "Львівська політехніка". – 2005. – №536. – С. 178–181. 4. Коваль І.З., Шевчук Л.І., Старчевський В.Л. Эффект кавітації на процес руйнування мікрофлори води // Матеріали II Міжнародної конференції молодих вчених *Geodesy, architecture & construction (GAC-2009)*. – Львів, 14–16 травня 2009 р. – С. 69–70.

УДК 502.36:656.2

Х.О. Кузьмич, Л.В. Шевченко, Л.Д. Тарасова, Л.О. Яришкіна
Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. академіка В. Лазаряна (ДНУЗТ)

ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ПІД ЧАС АВРІЙНИХ РОЗЛИВІВ ГІДРОГЕНФТОРИДНОЇ КИСЛОТИ РІЗНОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

© Кузьмич Х.О., Шевченко Л.В., Тарасова Л.Д., Яришкіна Л.О., 2010

Сьогодні однією з головних проблем є забруднення довкілля через викиди хімічних речовин під час аварій з екологічно небезпечними вантажами. Запропонована методика визначення забруднення атмосферного повітря під час аварійних розливів розчинів гідрогенфториду.

For today is one of main problems is contamination of environment in the case of the troop landings of the chemical matters at transport accidents with ecologically dangerous loads. In the article the method of definition of contamination of the atmospheric air at the overflows of hydrofluoric are presented.

Техногенні катастрофи є тривалими в часі, їх наслідки можуть даватися взнаки через роки, а може й десятки років. Аварії з розливом гідрогенфторидної кислоти – це ще одна крапля до цілого комплексу проблем довкілля, і ми, здається, пасивно спостерігаємо, яка ж із цих крапель виявиться фатальною. Інтенсивність антропогенного навантаження на природні екосистеми досягла критичних меж, що вже призвело до втрати ними захисних і поновлюваних властивостей. Удосконалення методів ліквідації наслідків цих аварій – грандіозне завдання сучасності.