

Л.І. Шевчук, В.Л. Старчевський\*, І.Є. Никулишин, І.З. Коваль\*  
Національний університет "Львівська політехніка",  
кафедра технології органічних продуктів,  
\*кафедра загальної хімії

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ГАЗІВ РІЗНОЇ ПРИРОДИ НА ПРОЦЕС ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ВОДИ ВІД БАКТЕРІЙ РОДУ DIPLOCOCCUS

© Шевчук Л.І., Старчевський В.Л., Никулишин І.Є., Коваль І.З., 2009

Досліджено процес знезараження води від бактерій роду *Diplococcus* в присутності ультразвуку (УЗ) та газів. Обчисленням ефективних констант швидкостей відмирання бактеріальних клітин та ступенів очищення води від досліджуваних мікроорганізмів виявлено високу ефективність впливу газів в УЗ-полі під час двогодинного проведення водоочищення.

The process of water disinfection from *Diplococcus* bacteria type in the presence of ultrasound (US) and gases has been investigated. The high efficiency of gases influence under US field at the two hours leadthrough the process of water purification has been founded by the calculation of effective rate constants of the microorganism cells disappearance and degrees of water treatment from investigated microorganisms.

**Постановка проблеми.** Інтенсивний розвиток промисловості, комунального і сільського господарства спричиняє значне зростання споживання чистої і технічної води, призводить до збільшення кількості забруднених різними домішками відпрацьованих стічних вод. Скидання останніх у водойми зумовлює їх забруднення як хімічного, так і бактеріологічного характеру, а отже, значно зменшуються ресурси чистої води, погіршується екологічний стан довкілля. Тому процес очищення води є важливим завданням на виробництві. Одним з фізичних методів знезараження води від мікроорганізмів (МО) є застосування ультразвуку.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вплив ультразвуку на окиснення органічних забруднень у стічних водах розглядається в [1], а на дріжджові клітини за дії різних газів – в [2]. За даними [3] встановлено, що вплив УЗ на тонкі шари рідини забезпечує знищення кишкової палички на 95 % протягом 1–2 хв. Внаслідок озвучування досліджуваної води спостерігалось швидке відмирання МО за короткий проміжок часу.

**Мета роботи** – дослідити процес знезараження води від конкретних МО в УЗ-полі та в присутності газів різної природи.

**Експериментальна частина.** Досліджувалась стічна вода із заводу «Галичфарм», у якій було виявлено велику кількість мікроорганізмів з родини *Coccaceae*, а саме: *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Sarcina*, *Diplococcus*; а також споруутворювальні бактерії роду *Bacillus*, *Streptobacillus* та різні неспоруутворювальні паличкоподібні – *Bacterium*, *Diplobacterium*, *Streptobacterium*. Тому нами було штучно створене модельне середовище з підвищеним вмістом бактерій роду *Diplococcus*, щоб детально вивчити вплив ультразвукового поля на них у присутності досліджуваних газів, а саме: гелію, аргону та кисню. Наші досліди проводилися за оптимальних умов, а саме: температури ( $T=298\text{ K}$ ), атмосферного тиску ( $P=1\cdot 10^5\text{ Па}$ ), частоти ультразвукових коливань ( $\nu=22\text{ кГц}$ ).

Під час експериментів досліджувався вплив гелію на загальне мікробне число (МЧ) суспензії. Так, під час озвучування модельного середовища в атмосфері гелію (рис. 1) спостерігається спад мікробного числа протягом усього процесу. Через 30 хв МЧ становить 72300 кл/мл, на 60 хв – 55600 кл/мл, а це у 2 рази менше порівняно з початковим значенням. Через дві години воно становить 33500 кл/мл, тобто у 3,3 рази менше від початкового.

Для більшої наочності одержаних даних розраховувалася відносна концентрація досліджуваних бактерій у модельному середовищі, щоб простежити вплив ультразвуку на процес знезараження води.

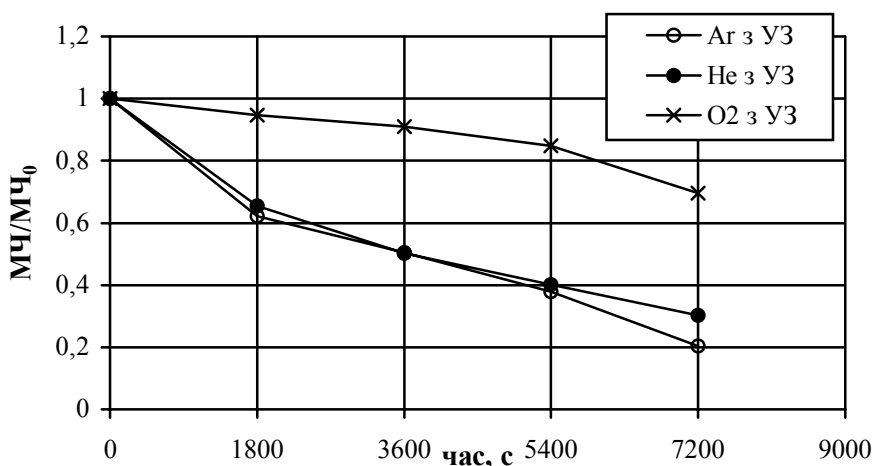


Рис. 1. Залежність  $MЧ/MЧ_0$  модельного середовища від часу за  $T = 298 K$ ,  $P = 1 \cdot 10^5 Pa$ ,  $УЗ - 22 кГц$  в атмосфері різних газів протягом двох годин озвучування

У результаті досліджень, які проводилися під впливом аргону в ультразвуковому полі (рис. 1), спостерігалось зменшення кількості мікроорганізмів. Мікробне число зменшилось через годину дії ультразвуку з 103000 до 52000 кл/мл. У підсумку після 120-ї хвилини впливу УЗ-хвиль загальна кількість мікроорганізмів становить 21000 кл/мл, а це у 5 разів менше порівняно з вихідним значенням.

За одночасного застосування кисню і ультразвуку (рис. 1) кінцеве значення мікробного числа становить 56200 кл/мл, тобто в 1,5 рази менше від вихідного значення.

В результаті проведених досліджень дії ультразвуку та різних газів можна зробити висновок, що найбільшу ефективність протягом перших 60 хв на зменшення мікроорганізмів проявляє гелій (табл. 1), оскільки за цей час гине найбільша частина бактеріальних клітин. Гелій за короткий проміжок часу може зруйнувати велику кількість бактерій. Його ступінь очищення води за цей час становить 49,73 %.

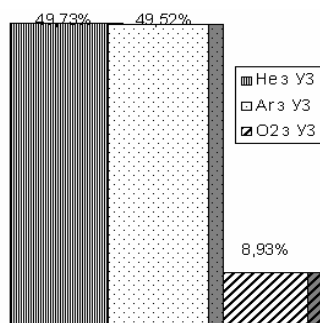


Рис. 2. Ступінь знезараження протягом 60 хв озвучування у різних газів атмосфері модельного середовища за  $T=298 K$ ,  $P=1 \cdot 10^5 Pa$ ,  $УЗ - 22 кГц$

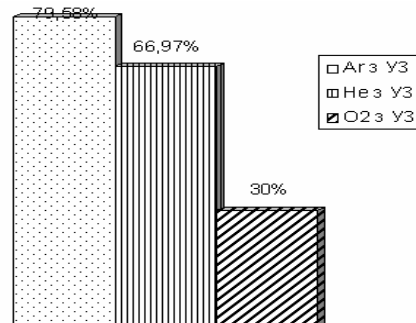


Рис. 3. Ступінь знезараження протягом двох годин озвучування у різних газів атмосфері модельного середовища за  $T=298 K$ ,  $P=1 \cdot 10^5 Pa$ ,  $УЗ - 22 кГц$

За 60 хв озвучування найменший ефект на відмирання мікроорганізмів проявляє кисень (ступінь знезараження лише 8,93 %) (рис. 1).

Після двогодинної дії УЗ та газів (рис. 3) найбільший ефект на процес знезараження води від бактерій роду *Diplococcus* проявляє аргон (79,58 %), а найменший – кисень (30 %). Це також підтверджують константи інактивації клітин: для аргону –  $2,0 \cdot 10^{-4} \text{ с}^{-1}$ , а для кисню –  $0,6 \cdot 10^{-4} \text{ с}^{-1}$  (табл. 2).

Якщо порівнювати ефективні константи швидкості відмирання клітин популяції в ультразвуковому полі у присутності аргону, гелію, кисню, то необхідно зазначити, що їхнє значення для аргону –  $2,0 \cdot 10^{-4} \text{ с}^{-1}$ , тобто більше від величини константи швидкості інактивації, характерної для гелію ( $1,0 \cdot 10^{-4} \text{ с}^{-1}$ ) та кисню ( $0,6 \cdot 10^{-4} \text{ с}^{-1}$ ) (табл. 2). Це вказує на більшу бактерицидну дію ультразвуку в атмосфері аргону порівняно з гелієм і киснем. Щодо гелію, то для нього характерна константа швидкості відмирання клітин в атмосфері самого газу ( $5 \cdot 10^{-5} \text{ с}^{-1}$ ), оскільки процес без застосування ультразвуку описується кривою, що відповідає зменшенню мікробного числа. Ця величина відрізняється фактично на порядок порівняно із значенням константи швидкості інактивації клітин під час озвучування. Для решти газів величину константи швидкості загибелі бактерій без впливу ультразвукових хвиль не встановлено, тому що під час барботування модельного середовища самими досліджуваними газами ( $\text{O}_2$ , Ar) відбувається нагромадження бактеріальних клітин, що веде до збільшення загального мікробного числа на певному етапі, а розрахунку константи інактивації клітин підлягають процеси, що характеризують їх відмирання.

Таблиця 1

**Зведена таблиця характеристики процесу знезараження модельного середовища за  $T=298 \text{ К}$ ,  $P = 1 \cdot 10^5 \text{ Па}$ , УЗ – 22 кГц**

Досліджуваний газ	% загибелі бактерій роду <i>Diplococcus</i>			
	1800 с	3600 с	5400 с	7200 с
кисень	5,33	8,93	15,12	30,0
аргон	37,87	49,52	62,14	79,58
гелій	34,63	49,73	59,77	66,97

Таблиця 2

**Зведена таблиця констант швидкостей відмирання клітин популяції за  $T=298 \text{ К}$ ,  $P = 1 \cdot 10^5 \text{ Па}$ , УЗ – 22 кГц**

Досліджуваний газ	$k, \text{с}^{-1}$	
	з УЗ	без УЗ
кисень	$0,6 \cdot 10^{-4}$	-
аргон	$2 \cdot 10^{-4}$	-
гелій	$1 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-5}$

Як бачимо із табл. 2, аргон в ультразвуковому полі проявляє найвищий бактерицидний ефект (константа швидкості відмирання клітин становить  $2 \cdot 10^{-4} \text{ с}^{-1}$ ), що і підтверджується вищенаведеними даними.

1. Шевчук Л.И., Старчевский В.Л. Применение ультразвука при окислении примесей органических соединений в сточных водах // *Химия и технол. воды.* – 2001. – 23, №4. – С.371–377. 2. Комолова Г.С., Левинсон М.С. Действие ультразвука на дрожжевые клетки в зависимости от характера присутствующего газа // *"Известия Сибирского ВТД."* – 1960. – 11. – С.130–134. 3. Кульский Л.А. *Химия и технология обработки воды.* – К.: Изд-во АН УССР, 1960. – 260 с.