

2. Розвивати методи оптимізації технічного обслуговування технічних засобів АСК ТП і мікропроцесорів, використовувати засоби комп'ютерної техніки, із вивченням раціонального рівня централізації обслуговування і складування запасних частин, комплектуючих.
3. Розробити науково-технічні принципи і організаційні методи забезпечення надійності технічних засобів для особливо відповідальних АСК ТП, які повинні охоплювати всі стадії розроблення, серійного виробництва і експлуатації таких технічних засобів.
4. Проаналізувати можливості і широке застосування апаратних і програмних методів контролю та діагностики справності технічних засобів АСК ТП.
5. Створити наукові та інженерні основи автоматизації надійного проектування складних засобів і систем управління.
6. Виконувати спостереження і розрахунки фактичних показників надійності механізмів і пристроїв в умовах експлуатації разом з аналогічними дослідженнями продуктивності та стабільності.
7. Підвищення надійності автоматизованих виробничих систем доцільно проводити з використанням структурного резервування, розроблення схем компонування технологічних ліній, структурно-параметричної оптимізації, імітаційного моделювання.

Вирішення вказаних завдань, поряд з підвищенням якості комплектуючих виробів, покращенням умов їх експлуатації, підвищенням якості підготовки експлуатаційного персоналу та іншими технічними і організаційними заходами, дасть змогу значно покращити надійність технічних засобів автоматизації АСК ТП загалом.

### Література

1. Дудюк Д.Л. Елементи теорії автоматичних ліній : навч. посібн. / Д.Л. Дудюк, Л.Д. Загвойська, В.М. Максимів, Л.М. Сорока. – Київ-Львів : Вид-во ІЗМН. – 1998 р. – 192 с.
2. Дудюк Д.Л. Імітаційне моделювання гнучких автоматизованих ліній у лісовиробничому комплексі : монографія / за ред. Д.Л. Дудюка / Д.Л. Дудюк, В.М. Максимів, Л.Я. Сорока, Р.Я. Оріховський та ін. – К. : Вид-во ІСДО, 1996. – 140 с.
3. Максимів В.М. Моделювання процесів функціонування автоматизованих ліній деревообробки : монографія / В.М. Максимів. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 1997. – 184 с.

#### **Ориховский Р.Я. Проблемы надежности технических средств в автоматизированных системах управления технологическими процессами**

Рассматриваются вопросы применения современных методов определения надежности автоматизированных систем управления технологическими процессами для решения задач повышения эффективности функционирования автоматизированных производственных систем на предприятиях лесопромышленного комплекса.

**Ключевые слова:** надежность, автоматизированные системы управления технологическими процессами, имитационное моделирование, структурно-параметрическая оптимизация, резервирование.

#### **Orikhovsky R.Ya. The problems of reliability of the equipment of the automated manufacturing systems**

The problems of usage of modern methods of definition of reliability of the equipment for the sanction of problems of increase of efficiency of operation of the automated manufacturing systems on firms of a timber industry complex are esteemed.

**Keyword:** reliability, automated manufacturing systems, simulation, structurally self-reactance optimization, backuping.

УДК 534.29:66.084

Аспір. Л.М. Предзимірска<sup>1</sup>;  
доц. Л.І. Шевчук<sup>2</sup>, канд. техн. наук; проф. В.Л. Старчевський<sup>2</sup>,  
д-р техн. наук; доц. Н.С. Леочко<sup>2</sup>, канд. техн. наук

### ЭФЕКТИВНІСТЬ КАВІТАЦІЙНОГО ОБРОБЛЕННЯ СТОКІВ СПИРТОВОГО ВИРОБНИЦТВА З ВМІСТОМ ГАЗІВ РІЗНОЇ ПРИРОДИ

Досліджено метод інтенсифікації процесу очищення стоків спиртової промисловості з використанням ультразвуку в атмосфері газів різної природи. Встановлено, що залежно від природи газу, в присутності якого озвучується стічна вода, досягаються різні ступені очищення. Обчисленням ефективних констант швидкостей відмирання бактеріальних клітин визначено, що найвищу ефективність проявляє озвучення промислових стоків у присутності аргону.

**Ключові слова:** ультразвук, виробничі стоки, мікробне число, знезараження, природа газу.

**Актуальність дослідження.** Питання інтенсифікації процесів очищення стічних вод постає особливо актуальним через незадовільну роботу очисних споруд у містах і населених пунктах країни. Якість очищення стоків в існуючих спорудах не відповідає нормативам, а скидання недоочищених стічних вод у відкриті водоймища призводить до погіршення екологічного стану навколишнього середовища.

Спиртова промисловість – одна з лідируючих галузей національної економіки за кількістю утворюваних відпадків і стічних вод у харчовій галузі. Промислові стоки спиртових виробництв характеризуються високим вмістом біологічних забруднень. Мелясна барда, як один з відпадків спиртового виробництва, на більшості заводів не утилізується і без очищення разом зі стічними водами скидається у відстійники, де загниває, забруднюючи ґрунтові води та повітря.

Ультразвук у харчовій промисловості набуває дедалі більшого поширення для інактивації мікроорганізмів у харчових продуктах. Ультразвукове оброблення вбиває вегетативні мікроорганізми і деякі спори, проте її ефективність залежить від температури і часу оброблення. Залежно від використовуваної частоти й амплітуди застосовуваних звукових хвиль можна спостерігати фізичні, хімічні та біохімічні ефекти, що дає змогу застосування їх в різних галузях харчової промисловості [1].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Ультразвукове оброблення має здатність контролювати процес зростання мікроорганізмів у системах охолодження води. Дослідження впливу потужності ультразвукових сили і частоти на *Bacillus subtilis* (сінна паличка) показало значне збільшення вбитих мікроорганізмів зі збільшенням тривалості впливу та інтенсивності ультразвуку в низьких діапазонах (20 і 38 кГц) [2].

Ультразвук має потенційне застосування в дезінфекції різних водних потоків, зокрема суднових баластних вод. Окрім цього, він є ефективним у

<sup>1</sup> НУ "Львівська політехніка";

<sup>2</sup> Івано-Франківський національний медичний університет

дезінфекції бактерій і зоопланктону морської води з меншими витратами. За умови впливу ультразвуку на *V. Cholerae* (холерного вібриона) досягається 90 %-ве і *E. Coli* (кишкова паличка) на 40 %-ве зниження життєздатності при 45 °С. Сумісний вплив інтенсивності ультразвуку та температури призводить до відмирання зоопланктону (*Artemia*). Час, необхідний, щоб убити 90 % *Artemia* за низької інтенсивності (10 Вт / см<sup>2</sup>), і 30 °С і 40 °С був близько 2 хв, і зниження приблизно на 1 хв за високої інтенсивності (20 Вт / см<sup>2</sup>) [3].

Комбінований метод оброблення УЗ і озонування проявив сильний вплив на мікроорганізми типу кишкових і фекальних бактерій, порівняно з окремим їх використанням [4]. До переваг ультразвукової кавітації можна віднести такі: широкий спектр антимікробної дії, відсутність негативного впливу на органолептичні властивості води, незалежність бактерицидної дії від основних фізико-хімічних параметрів води, можливість автоматизації процесу [5].

**Мета дослідження.** Це дослідження проводили з метою покращення якості очищення стічних вод шляхом стимулювання процесів знешкодження мікроорганізмів, застосовуючи вплив ультразвукових коливань на стічні води.

**Матеріали та методи дослідження.** Об'єктом дослідження була стічна вода апаратного відділення Струтинського спиртозаводу. Очищення води відбувалося в атмосфері гелію, аргону, вуглекислого газу, кисню з використанням ультразвуку і без при T=298 К, P=1·10<sup>5</sup>Па, ν=22 кГц. Значною мірою швидкість мікробної загибелі залежить від природи газу, яким насичують досліджувану воду і піддають дії ультразвуку, оскільки для різних газів цей вплив неоднаковий.

**Результати дослідження.** Під час дослідження впливу природи газу на процес знезараження промислових стоків спиртозаводу було встановлено, що найбільшого ефекту досягається з використанням гелію (рис. 1), при продуванні яким вода очищається в 1,43 раза, порівняно з початковим значенням.

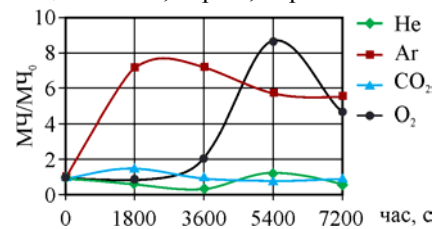


Рис. 1. Залежність відношення мікробного числа стічної води від часу в атмосфері різних газів

Подібного результату було досягнуто під час барботування вуглекислого газу – мікробне число зменшилося в 1,16 раза. Під час застосування аргону спостерігали значний ріст мікроорганізмів на початковій стадії процесу, протягом перших 30 хв мікробне число зросло в 7,18, але тривала дія призвела до поступового зменшення їх кількості. Продування кисню через воду призводить до поступового збільшення мікроорганізмів у 8,66 раза, що можна пояснити наявністю у воді переважаючої більшості аеробних бактерій.

Проте подальша дія кисню веде до відмирання мікроорганізмів, але його застосування є економічно не вигідним, оскільки потребує великих затрат часу і газу для досягнення високого ступеня знезараження.

Досліджуючи сумісний вплив ультразвуку і газу на виробничі стоки (рис. 2), найбільшого знезаражуючого ефекту було досягнуто під час барботування аргону через озвучувану воду. При дії УЗ/Ar було досягнуто в 2,5 рази вищої ефективності, ніж при дії УЗ/He. Оброблення гелієм в умовах акустичної кавітації веде до зниження мікробного числа в 2,3 раза, що в 7 разів краще, ніж за умови продування самим гелієм. При дії кисню в ультразвуковому полі кількість мікроорганізмів зростає протягом перших 30 хв – в 1,3 раза, але подальше оброблення призводить до значного зниження їх концентрації у воді, через 2 год їх вміст зменшується в 3,14 раза.

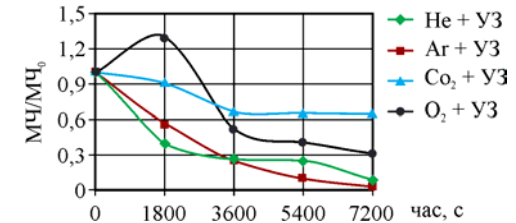


Рис. 2. Залежність відношення мікробного числа стічної води від часу озвучування в атмосфері різних газів

Спільний вплив УЗ/O<sub>2</sub> в 14,72 раза перевищує ефективність самостійного впливу кисню на очищення води. До дії вуглекислого газу в ультразвуковому полі мікроорганізми були більш стійкими, спостерігали незначний знезаражуючий ефект – в 1,54 раза порівняно з початковим значенням.

Ефект від застосування ультразвукового опромінення визначається тим, що внаслідок оброблення стічних вод утворюються мікроцентри кавітації у вигляді пухирців і газу, в яких температура сягає понад 4700 °С і тиск – до 50 МПа; під час сплескування таких пухирців збуджуються хвилі гідродудару, що деструктують забруднення [6]. Визначені ефективні константи швидкості вкотре підтверджують, що для знезараження стічних вод найефективнішим є використання ультразвуку з барботуванням крізь досліджувану воду аргону.

Ефективна константа швидкості відмирання мікроорганізмів (таблиця) в атмосфері аргону становить 4,79·10<sup>-4</sup> с<sup>-1</sup>, проти константи швидкості – 2,36·10<sup>-4</sup> с<sup>-1</sup> під дією гелію.

Табл. Зведена таблиця ефективних констант швидкостей відмирання мікроорганізмів в ультразвуковому полі

Досліджуваний газ	k·10 <sup>4</sup> , с <sup>-1</sup>	
	з УЗ	без УЗ
Гелій	2,36	-
Аргон	4,79	0,73
Вуглекислий газ	0,57	0,27
Кисень	1,38	-

Чим меншою є константа швидкості відмирання мікроорганізмів, тим повільніше відбувається очищення води і, відповідно, навіпаки. Щодо кисню, то константа становить  $1,38 \cdot 10^{-4} \text{ c}^{-1}$ , для вуглекислого газу значення константи інактивації на порядок нижче –  $0,57 \cdot 10^{-4} \text{ c}^{-1}$ . Отримані дані свідчать про більшу ефективність дії інертного газу на процес знезараження води, порівняно з кисневмісними.

Внаслідок проведених досліджень можна зробити висновок, що найбільшу ефективність протягом перших 30 хв на зменшення мікроорганізмів впливає гелій, оскільки за цей час гине найбільша частина бактеріальних клітин (рис. 3). Гелій за короткий проміжок часу може зруйнувати велику кількість бактерій. Його ступінь очищення води за цей час становить 60,00 %. Отже, як в УЗ полі, так і без нього варто зазначити про доцільність його використання під час знешкодження мікробів за короткий відлік часу.

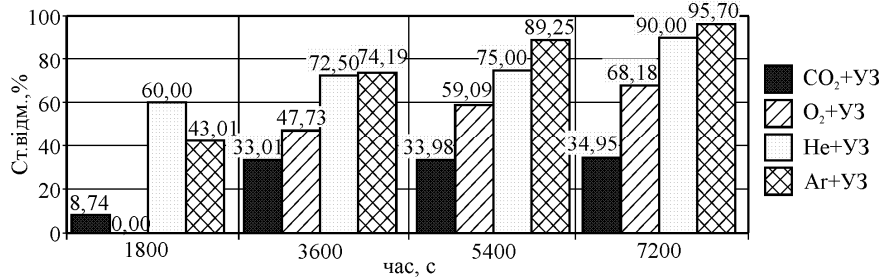
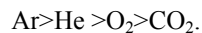


Рис. 3. Ступінь знезараження стічної води після двох годин озвучування в атмосфері різних газів

Але зі збільшенням тривалості процесу найвищої ефективності досягається під час барботування аргону крізь озвучувану воду, після двох годин досліді ступінь знезараження становить 95,7 %, порівняно з гелієм – 90,0 %. Найменший ефект проявляє вуглекислий газ, після першої години експерименту ступінь очищення становить 33,01 %, а подальше продування веде до збільшення на 1-2 %.

Проміжне місце займає кисень, оскільки на початкових стадіях процесу відбувалося зростання кількості бактерій, але зі збільшенням тривалості процесу інтенсивність очищення підвищувалася і через 2 год досліді ступінь знезараження становив 68,18 %. Вивчення впливу ультразвукового оброблення на стоки спиртового виробництва показало, що ультразвук інтенсифікує процес очищення води, підвищує ступінь знезараження. Згідно з експериментальними даними, встановлено ряд ефективності впливу УЗ в атмосфері досліджуваних газів на процес очищення стічної води спиртової промисловості:



**Висновки.** Завдяки здійсненому дослідженню виявлено, що найвищу бактерицидну дію проявляє озвучення стічної води в присутності аргону. Цей газ можна використати для підвищення ефективності очищення стоків спиртових виробництв та покращення якості води, що скидається у відкриті водойми.

## Література

1. Zbigniew J. Dolatowski. Applications of ultrasound in food technology / Zbigniew J. Dolatowski, Joanna Stadnik, Dariusz Stasiak // Acta Sci. Pol., Technol. Aliment. – 2007. – 6(3). – P. 89-99.
2. Joyce E. The development and evaluation of ultrasound for the treatment of bacteria suspensions / E. Joyce, S.S. Phull, J.P. Lorimer and T.J. Mason // A study of frequency, power, and sonication time on cultured Bacillus species / Ultrasonic Sonochemistry. – 2003. – Vol. 10. – P. 315-318.
3. Robert A. Brizzolara. Disinfection of Water by Ultrasound: Application to Ballast Water Treatment / Robert A. Brizzolara, Eric R. Holm, and David M. Stamper // Naval Surface Warfare Center Carderock Division/West Bethesda / NSWCCD-61-TR-2006. – P. 16-28.
4. Гончарук В.В. Использование ультразвука при очистке воды / В.В. Гончарук, В.В. Маляренко, В.А. Яременко // Химия и технология воды. – 2008. – № 3. – С. 253-275.
5. Кульский Л.А. Основы химии и технологии воды / Л.А. Кульский. – К. : Изд-во "Здоровье", 1991. – С. 6-89.
6. Дичко А.О. Интенсификация процесса биологического очищения сточных вод из застосуванням ультразвуку / А.О. Дичко, Ю.Ю. Мінаєва. [Електронний ресурс]. – Доступний за [http://www.rusnauka.com/4\\_SVMN\\_2007/MusicaAndLife/19939.doc.html](http://www.rusnauka.com/4_SVMN_2007/MusicaAndLife/19939.doc.html).

### *Предзимирская Л.М., Шевчук Л.И., Старчевский В.Л., Леочко Н.С.* Эффективность кавитационной обработки стоков спиртового производства с содержанием газов различной природы

Исследован метод интенсификации процесса очистки стоков спиртовой промышленности с использованием ультразвука в атмосфере газов различной природы. Установлено, что в зависимости от природы газа, в присутствии которого озвучивается сточная вода, достигаются различные степени очистки. Вычислением эффективных констант скоростей отмирания бактериальных клеток определено, что наивысшую эффективность проявляет озвучивание промышленных стоков в присутствии аргона.

**Ключевые слова:** ультразвук, производственные стоки, микробное число, обеззараживание, природа газа.

### *Predzymirska L.M., Shevchuk L.I., Starchevskyy V.L., Leochko N.S.* The efficiency of cavitations treatment of alcohol industry wastes with flushing of different gases

The method of intensification of alcohol industry waste water purification process susing ultra sounding the atmosphere of different gases was investigated. Different degree of purification depending on a nature of flushing gas was achieved. The calculation of effective rate constants of the micro organism cells collapse defined, that the most effective issonication with argon flushing.

**Keywords:** ultrasound, wastewater, micro bial-number, disinfection, nature of gas.

УДК 674.093.26

*Аспір. О.Є. Серган<sup>1</sup> – НЛТУ України, м. Львів*

### ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ВАРІАНТА КОМБІНУВАННЯ ПАКЕТА ШПОНУ З РІЗНИХ ПОРІД У ФАНЕРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Досліджено фізико-механічні властивості фанери, виготовленої з використанням березового та вільхового шпону. Результати показали, що ступінь спресування фанери зі зовнішніми листами з березового шпону набагато менший ніж із вільхового. Виготовлення фанери за раціональним варіантом комбінування пакета шпону може дати змогу отримати матеріал з визначеними вимогами до його якості, покращити споживчу вартість деревини, забезпечити кращу міцність та ціну.

**Ключові слова:** фанера, шпон, варіант комбінування, пакет шпону.

<sup>1</sup> Наук. керівник: проф. П.А. Бехта, д-р техн. наук – НЛТУ України, м. Львів