

сування. – С. 147–149. 4. Кіндзера Д.П., Ханик Я.М., Атаманюк В.М. Гідродинаміка фільтраційного сушіння торфу // Вісн. Держ. ун-ту “Львів. політехніка”. – 2001. – № 426: Хімія, технологія речовин і їх застосування. – С. 204–208. 5. Кіндзера Д.П., Ханик Я.М., Атаманюк В.М. Зернистий матеріал. Гідродинаміка полідисперсного шару // Хім. пром-сть України. – 2002. – № 6. – С. 38–42. 6. Атаманюк В.М. Гідродинаміка фільтраційного сушіння дисперсного матеріалу // Промислова гідравліка і пневматика: Всеукраїнський наук.-техн. журнал. – Вінниця, 2006. – № 1 (11). – С. 12–17. 7. Атаманюк В.М. Гідродинаміка стаціонарного шару технічного вуглецю / В.М. Атаманюк, Я.М. Гумницький / Восточно-Европейский журнал передовых технологий // Харків: 5₇₅ (41). – 2009. – С. 29–34. 8. Протодьяконов И.О., Чесноков Ю.Г. Гидромеханические основы процессов химической технологии – Л.: Химия, 1987. – 360 с. 9. Аэров М.Э., Тодес О.М., Наринский Д.А. Аппараты со стационарным зернистым слоем – Л.: Химия, 1979. – 176 с.

УДК 666.183: 661.666.2

Т.М. Вітенько*, О.Р. Гащин*; Я.М. Гумницький**,

*Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

**Національний університет “Львівська політехніка”,

кафедра екології та охорони навколишнього середовища

ІНАКТИВАЦІЯ МІКРООРГАНІЗМІВ *E. COLI* ПІД ЧАС ЗНЕЗАРАЖУВАННЯ ЙОНАМИ СРІБЛА В УМОВАХ КАВІТАЦІЙНОГО ПЕРЕМІШУВАННЯ

© Вітенько Т.М., Гащин О.Р., Гумницький Я.М., 2010

Наведено результати експериментальних досліджень інактивуючої дії йонів срібла різної концентрації під час інактивації санітарно-показникових мікроорганізмів *Escherichia coli* у воді. Показано, що ефекти кавітаційного поля інтенсифікують дію малих концентрацій $Ag(I)$ (0,005 і 0,01 мг/дм³), що дає змогу досягнути високого знезаражувального ефекту за короткий проміжок часу. Порівняно інтенсивність знезаражування у пристроях динамічного і статичного типів.

The results of experimental investigations of inactivating action of various concentrations silver ions while inactivating microorganisms *Escherichia coli* in water are presented in the paper. Cavitation field effects are shown to intensify the action of small concentration $Ag(I)$ (0,005 and 0,01mg/dm³). It allows to achieve high decontamination effect in a short period of time. Decontamination intensity in the dynamic and static devices is compared.

Вступ. Стрімкий розвиток промислового виробництва та житлово-побутового будівництва супроводжується дефіцитом водних ресурсів. Вибір оптимальних, екологічно безпечних технологічних процесів знезараження побутових і стічних вод, що містять різні види патогенної флори, набуває все більшого народногосподарського значення.

Аналіз досліджень в напрямку удосконалення та інтенсифікації процесів знезаражування води за допомогою ефектів гідродинамічної кавітації, показав, що цей метод є доволі ефективним у технології водопідготовки [1, 4]. Серед відомих пристроїв, що дають змогу отримати кавітаційний режим, найбільший технологічний інтерес становлять гідродинамічні кавітаційні пристрої. У цих пристроях в потоці оброблюваного середовища утворюється місцеве просторове зниження тиску та виникає гідродинамічна кавітація за рахунок різкої зміни течії рідини. Енергія, необхідна для генерування кавітації, підводиться або безпосередньо технологічним потоком, або робочим

органом. З погляду конструктивного, технологічного і економічного рішення гідродинамічні кавітаційні пристрої статичного типу мають деякі переваги перед динамічними пристроями [2]. Найпростіше конструктивне рішення гідродинамічного кавітаційного пристрою статичного типу – послідовно встановлені конфузори, протічна камера, дифузори.

Під час кавітаційного оброблення води, знезаражувальний ефект проявляється у одночасному впливі деяких фізико-механічних впливів, таких, як: ударні хвилі, градієнти тиску, високі локальні температури, кумулятивні струминки. Крім того, у парогазовій фазі під час її стиснення ініціюються хімічні реакції, що призводять до утворення хімічно-активних сполук: гідроксильних радикалів OH^\cdot , озону O_3 , пероксиду водню H_2O_2 та інших сполук, які здійснюють знезаражувальний вплив [3]. Проте цей метод знезаражування води має такі недоліки, як відсутність "післядії" та енергоємність процесу. Уникнути цих недоліків можна, використовуючи комплексний метод, що полягає у одночасній дії хімічних реагентів і ефектів кавітації [4]. У разі вибору хімічного окисника керувалися його характеристиками. Відомо, що срібло у малих концентраціях дозволяє забезпечити знезаражувальний вплив і консервуючий ефект [5].

Тому метою досліджень було вивчення комплексної дії йонів срібла різної концентрації в умовах кавітаційного перемішування, на санітарно-показникові мікроорганізми *Escherichia coli*.

Опис експериментальних стендів та методики експериментів. У дослідженнях використовували добову культуру *E.coli*, вирощену на м'ясо-пептонному бульйоні (МПБ) при 37°C протягом 18 год. Клітини мікроорганізмів центрифугували протягом 10-ти хвилин, осад промивали стерильним фізіологічним розчином, процедуру повторювали тричі. Після останнього центрифугування із отриманого осаду у бідистильованій воді готували суспензію мікроорганізмів густиною 10^9 ос./ cm^3 . Відповідний об'єм вихідної суспензії вносили в дистильовану воду до концентрації 10^3 ос./ cm^3 , наближуючись до реальних умов можливого забруднення річкової води.

Обробляли воду у експериментальних стендах динамічного і статичного типів [6]. У водяну суспензію бактерій *E.coli* вносили Ag(I) у вигляді розчину солі AgNO_3 в концентрації 0,005 і 0,01 mg/dm^3 . Під час вибору концентрації цього дезінфеканта керувалися граничнодопустимими концентраціями для питної води, згідно з ГОСТ 2974-82 "Вода питьевая" ГДК Ag(I) 0,05 mg/dm^3 . Вживання мікроорганізмів визначали за кількістю КУО (колонієутворювальних одиниць) на середовищі Ендо під час посіву проб, відібраних через відповідні проміжки часу, з подальшим культивуванням в термостаті при 37°C протягом 20–24 год. Для нейтралізації дії йонів срібла під час відбору проб використовували розчин NaCl .

Результати та їх обговорення. На рис. 1 наведені дані антимікробного впливу йонів срібла концентрацією 0,005 і 0,01 mg/dm^3 [7].

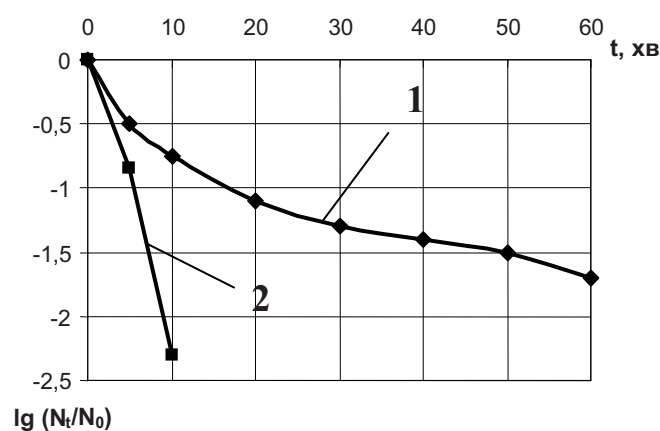


Рис. 1. Інактивація мікроорганізмів *E.coli* у воді під дією йонів срібла в концентрації: 1 – 0,005 mg/dm^3 ; 2 – 0,01 mg/dm^3 [7]

На рис. 2 показано знезаражувальну дію гідродинамічної кавітації і знезаражувальний ефект $Ag(I)$ у вищенаведених концентраціях в умовах кавітаційного перемішування. Швидкість знезаражування у пристрої динамічного типу наведено на рис. 2, а, швидкість знезаражування у пристрої статичного типу зображено на рис. 2, б.

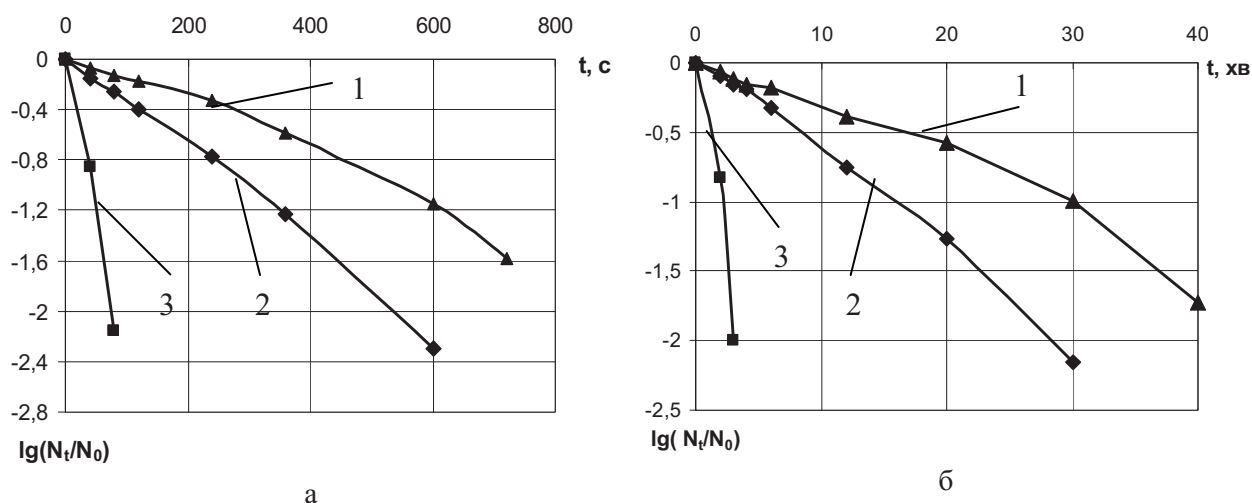


Рис. 2. Логарифмічна залежність інактивації *E.coli* у кавітаційних пристроях динамічного (а) і статичного (б) типів: 1 – вплив ефектів гідродинамічної кавітації; 2 – сумісна дія $Ag(I)$ 0,005мг/дм³ і кавітація; 3 – вплив $Ag(I)$ 0,01мг/дм³ і кавітації

Із наведених експериментальних даних видно, що під час знезаражування води йонами $Ag(I)$ в умовах кавітації антимікробний ефект підсилюється. Інтенсифікувальну дію гідродинамічної кавітації можна пояснити тим, що кавітаційні ефекти послаблюють клітинні бар'єри, сприяють швидкому проникненню срібла всередину клітини і ураженню життєвоважливих центрів. Оскільки, в умовах кавітаційного поля у воді утворюється пероксид водню [3], то в присутності йонів $Ag(I)$ відбувається реакція Фентона, що призводить до утворення радикалів OH^\bullet . Також зміна рН води до лужного активізує бактерицидний ефект срібла [5].

Використовуючи експериментальні результати, наведені на рис. 1, 2, визначено час, необхідний для інактивації 99 % мікроорганізмів ($\lg(N_t/N_0) = -2$), результати наведено в таблиці.

Час (хв), необхідний для знезараження *E.coli* у воді на 99 % під дією йонів срібла, ефектів гідродинамічної кавітації та їх поєднання

Методи знезаражування	Концентрація реагенту, $C_{Ag(I)}$, мг/дм ³		
	0	0,005	0,01
Дія $Ag(I)$ (кавітаційний вплив відсутній)		63	10
$Ag(I)$ + кавітація (статичний пристрій)	42	28	3
$Ag(I)$ + кавітація (динамічний пристрій)	14	9	1

Аналіз даних, наведених в таблиці показав, що введення йонів $Ag(I)$ дає змогу значно скоротити час оброблення у кавітаційних пристроях і ліквідувати “хвостові” ефекти на кривій відмирання мікроорганізмів під дією $Ag(I)$ концентрацією 0,005 мг/дм³ (рис. 1, крива 1). Потрібно зауважити, що у пристрої динамічного типу знезаражування йонами срібла відбувається у 7–10 разів швидше (ніж під час знезаражування лише $Ag(I)$), а у пристрої статичного типу дещо повільніше (у три рази скорочується час експозиції). Це можна пояснити тим, що у пристрої динамічного типу генерується більший об'єм парогазової фази, яка забезпечує ефективність кавітаційної дії.

Висновки. Отримані результати показали перспективність комбінування гідродинамічної кавітації і срібла для практики знезаражування води. Досягається високий

ступінь знезаражування за короткий проміжок часу, ніж у разі використання кожного методу окремо. Завданням подальших досліджень є встановлення оптимальних концентрацій йонів Ag(I) і режимів гідродинамічного кавітаційного поля для досягнення максимального знезаражувального ефекту.

1. Гащин О.Р., Витенько Т.Н. Особенности кинетики обеззараживания воды, содержащей *E.coli* в условиях гидродинамической кавитации // *Химия и технология воды*. – 2008. – № 5. – С. 567–575. 2. Кавітаційні пристрої в харчовій, переробній та фармацевтичній промисловості / О.А. Литвиненко, О.І. Некоз, П.М. Немирович, З. Кондрат. – К.: РВЦ УДУХТ, 1999. – 87 с. 3. Гащин О.Р., Витенько Т.Н. Исследование химического фактора гидродинамической кавитации в процессах обеззараживания воды // *Екотехнологии и ресурсосбережение*. – 2007. – № 3. – С. 44–48. 4. Гащин О.Р., Витенько Т.М. Гідродинамічна кавітація в процесах знезараження під дією хімічних окислювачів // *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. – Луганськ, 2007. – № 3(109). – С. 49–53. 5. Интенсификация процессов обеззараживания воды / Под ред. Л.А. Кульского. – К.: Наук. думка, 1978. – 96 с. 6. Гащин О., Витенько Т. Оцінка ефективності та інтенсивності роботи кавітаційних пристроїв у технології водопідготовки // *Матеріали 5-ї Міжнар. наук.-практ. конф. “Проблеми економії енергії”*. – Львів, 2008. – С. 282–286. 7. Потапченко Н.Г. Обеззараживание воды при совместном использовании пероксида водорода и ионов серебра / Н.Г. Потапченко, В.Н. Косинова, В.В. Илляшенко [и др.] // *Химия и технология воды*. – 1995. – Т. 17, № 3. – С. 311–316.

УДК 66.021.3: 615.015.14

В.В. Ващук, О.А. Нагурський

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра екології та охорони навколишнього середовища

МОНІТОРИНГ ДЖЕРЕЛ НАГРОМАДЖЕННЯ ВИКОРИСТАНОЇ ПЛАСТИКОВОЇ ТАРИ ЯК ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ (НА ПРИКЛАДІ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ)

© Ващук В.В., Нагурський О.А., 2010

Здійснено моніторинг пластикових відходів на території Львівської області. Наведено основні джерела комплексного нагромадження використаного пластикового посуду у західному регіоні. Охарактеризовано основні заходи щодо оптимізації екологічного стану довкілля.

Monitoring of plastic wastes is conducted in the territory of Lviv area. The basic sources of complex accumulation of the used plastic tableware are resulted in the Western region. Basic measures are described in relation to optimization of the ecological state of environment.

Постановка проблеми. Однією з глобальних проблем сьогодення є забруднення навколишнього середовища пластиковими відходами, зокрема відходами пластикової тари. Проблема збирання та утилізації пластикового посуду є життєво важливим аспектом не тільки екологічної, але й економічної політики на території великих міст України. Для вирішення цієї проблеми першочерговим завданням є проведення моніторингу джерел нагромадження пластикових відходів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проводились дослідження з перероблення пластикових відходів, зокрема відходів з полістиролу, який використовується під час виробництва