

КАВІТАЦІЙНЕ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ЖИРКОМБІНАТУ ВІД ОРГАНІЧНИХ ЗАБРУДНЕНЬ У ПРИСУТНОСТІ ГАЗІВ РІЗНОЇ ПРИРОДИ

© *Вашкурак У. Ю., Шевчук Л. І., 2018*

Досліджено вплив газів різної природи в кавітаційних умовах і без них на руйнування органічних забруднень, які містяться в стічних водах жиркомбінату, а саме вплив азоту, кисню, повітря, суміші азоту і кисню в співвідношенні 1:1. Встановлено, що ефективність спільного застосування ультразвуку і газу, незалежно від його природи, є вищою, ніж барботування самого лише газу. Найвищого ступеня очищення стічних вод жиркомбінату досягнуто за спільної дії ультразвуку та повітря. Розраховано ступені руйнування органічних речовин, які підтверджують доцільність спільного застосування ультразвуку з повітрям.

Ключові слова: кавітація, жиркомбінат, стічні води, органічні забруднення, гази різної природи.

U. Yu. Vashkurak, L. I. Shevchuk

CAVITATION WASTEWATER TREATMENT OF OIL-FAT FACTORY FROM ORGANIC CONTAMINATION IN THE PRESENCE OF THE GASES OF DIFFERENT NATURE

© *Vashkurak U. Yu., Shevchyk L. I., 2018*

The influence of the gases of the different nature in cavitation conditions and without them on the destruction of organic contaminants which contained in wastewater of oil – fat factory was investigated, namely the influence of nitrogen, oxygen, air, a mixture of nitrogen and oxygen in the ration 1: 1. It has been established that the efficiency of the common uses of ultrasound and gas, regardless of its nature, is higher than the bubbling of the gas alone. The highest degree of water tretment oil – fat factory was achieved with the common action of ultrasound with air. The calculation of the degree of destruction of organic substances were carried out, which confirm the expediency of the common action of ultrasound with air.

Key words: cavitation, oil – fat factory, wastewater, organic pollution, gases of different nature.

Постановка проблеми та її зв'язок із важливими науковими завданнями. Переробка промислових відходів, зокрема жировмісних, є одним з найважливіших завдань, вирішенню яких приділяється велика увага. Жировмісні стічні води належать до висококонцентрованих промислових стоків. Як правило, вони каламутні, сірого кольору, з пластівчастою суспензією. Висока водоемність та відсутність досконалих очисних споруд характерні для більшості підприємств олійно-жирової промисловості в Україні. На підприємствах олійно-жирової галузі стічні води утворюються внаслідок промивання сирих олій і жирів. При цьому виділяються кислі та лужні стічні води, а також конденсаційні, що характеризуються неприємним запахом. У своєму складі вони містять жирні кислоти. Джерелами утворення стоків є і регенерація жирних кислот з відпрацьованих лугів, і гідрогенізація жирів у процесі очищення водню. Руйнування цих

забруднень потребує будівництва складного комплексу очисних споруд. Застосування існуючих механічних та фізико-хімічних методів очищення жиромісних стічних вод не є економічно доцільним, оскільки вони потребують значних витрат, не дають достатнього ефекту очищення і призводять до утворення нових відходів, що потребують додаткової утилізації. Одними із актуальних питань харчових виробництв є утилізація стічних вод або їх подальше використання. Попередніми дослідженнями було встановлено, що ефективним методом зменшення кількості забруднень у стічних водах є використання, в умовах кавітації газів різної природи [1]. З використанням акустичної кавітації можна інтенсифікувати процеси очищення води від органічних і біологічних забруднень. Ефективним сьогодні є використання акустичної кавітації, яка покращує очищення стічних вод від органічних забруднень. Особливо актуальним є спільне використання ультразвуку і газів різної природи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Галузь виробництва олії в Україні – потужний агропромисловий комплекс, який об'єднує виробників насіння та олієжирової продукції. Підприємства олійно-жирової галузі можна умовно поділити на декілька категорій. До першої категорії належать підприємства, що виробляють олію: олієжирові та олієекстракційні комбінати. До другої категорії належать дрібні виробники олії в компаніях, для яких виробництво олії – не основний вид діяльності. Третя категорія – виробники олієжирової продукції: маргаринові заводи, миловарні комбінати тощо [2]. Сьогодні на українських харчових підприємствах, зокрема на олійно-жирових, майже немає ефективних очисних споруд, а економічний механізм забезпечення безпеки довкілля використовується неефективно і не стимулює підприємства до організації дільниць з очищення відходів [3]. Незважаючи на це, в наукових лабораторіях різних навчальних закладів активно досліджують і розробляють ефективніші методи водоочищення. Ефективним є руйнування емульсій олія – вода за додавання низькомолекулярних спиртів (зокрема, ізопропілового спирту) та застосування хімічних реагентів (таких, як гіпохлорид натрію та сульфатна кислота). Усі ці реагенти спричиняють руйнування емульсій. Проте найефективнішим та недорогим методом є застосування сульфатної кислоти. Особливістю цього методу є одержання вуглекислого газу, який інтенсифікує процес розділення фаз [4].

Ультразвук (УЗ) може інтенсифікувати процес хімічного емульгування. При емульгуванні жирова плівка руйнується, утворюючи нерозчинні у воді крапельки жиру – емульсію. У вигляді хімічного емульгатора доцільно застосовувати ПАВ, які запобігають зворотному осадженню жирів краплинок [5].

УЗ вже не перший рік застосовується в різних галузях промисловості, які “працюють” з емульсіями. Особливу увагу слід приділити УЗ-обробленню нафти і нафтопродуктів. Спосіб УЗ-руйнування емульсії “олія у воді”, що містить процес оброблення емульсії за допомогою емульсійного вимикача, процес УЗ та осідання; оптимальний рівень питомої акустичної потужності УЗ, що дає змогу досягти мінімальної частки води в олії визначається заздалегідь, і емульсія розчиняється під час УЗ оброблення. Метод дозволяє в 2–4 рази скоротити час осідання та капітальні витрати на зневоднення нафти [6].

Мета роботи: дослідження ефективності процесів очищення стічних вод жиркомбінату від органічних забруднень в атмосфері різних газів з використанням УЗ та без нього.

Виклад основного матеріалу і обговорення результатів. Об'єктом дослідження були стічні води олійно-жирової промисловості, а саме ПАТ “Львівський жиркомбінат”. УВ промислових стічних водах цього підприємства міститься велика кількість органічних забруднень. Вихідні значення ХСК у досліджуваній воді знаходились у межах 470,4 – 1116,16 мг О₂/дм³. Для кращої наочності експериментальних даних подальші результати досліджень подано, як відношення ХСК/ХСК₀.

Експерименти проводили за сталих значень частоти УЗ – 22 кГц, температури – 298 К та тиску – 1·10⁵ Па, змінною була лише природа газу (кисень, азот, повітря та суміш газів азоту та

кисню у співвідношенні 1:1). Обробляли досліджувану воду як за спільної дії газу певної природи і УЗ, так і за барботування лише газу.

На рис. 1 показано дослідження впливу природи азоту на руйнування органічних забруднень у стічних водах ПАТ “Львівський жиркомбінат”. Найнижчого ефекту досягнуто з використанням самого азоту. Протягом двогодинного барботування азоту спостерігається зменшення ХСК лише в 1,2 разу: від $806,4 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$ до $672 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$. Доцільність спільної дії азоту із УЗ підтверджується зменшенням значення ХСК з $913,92 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$ до $522,24 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$, що відповідає зменшенню в 1,75 разу.

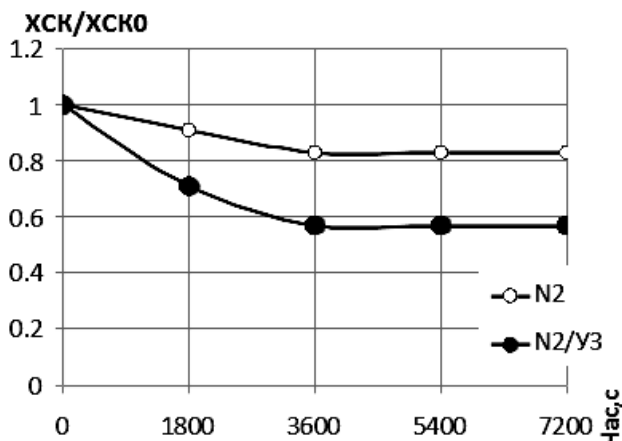


Рис. 1. Залежність відношення XCK/XCK_0 від часу оброблення стічних вод жиркомбінату в атмосфері азоту за різних умов експерименту

З рис. 1 видно, що впродовж останньої години значення ХСК не змінюється як за самого барботування азоту, так і за його спільної дії з УЗ. Тому можна зробити висновок, що ефективним використанням методу кавітації для очищення стічних вод є впродовж першої години, а подальше очищення не має змісту.

Найвищого ефекту очищення від органічних домішок при дослідженні впливу природи кисню (рис. 2) досягають за спільного його використання з УЗ. Сама дія кисню до бажаного ефекту не призвела. Протягом всього часу проведення досліді при барботуванні досліджуваної води киснем було досягнуто зменшення значення ХСК з $844,8 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$ до $563,2 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$, тобто зменшення в 1,5 разу. Щодо використання спільної дії кисню та УЗ, то протягом двох годин проведення досліді його дія була ефективніша та впродовж останньої години значення ХСК не змінювалось.

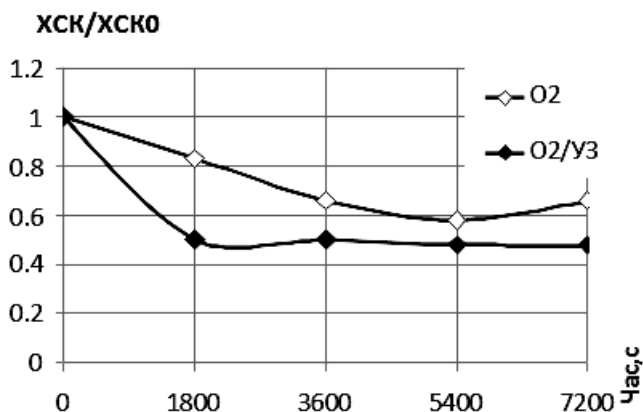


Рис. 2. Залежність відношення XCK/XCK_0 від часу оброблення стічних вод жиркомбінату в атмосфері кисню за різних умов експерименту

Під час барботування повітря в озвучуване середовище (рис. 3) спостерігаємо руйнування органічних забруднень протягом всього часу проведення дослідів. Дія самого повітря проявила наближені результати впродовж перших 30 хв оброблення (зменшення в 1,2 разу). Проте вже від 60 хв вплив повітря є менш ефективним (зменшення від 739,2 мг $O_2/дм^3$ до 672 мг $O_2/дм^3$). Ця тенденція зберігається до 120 хв.

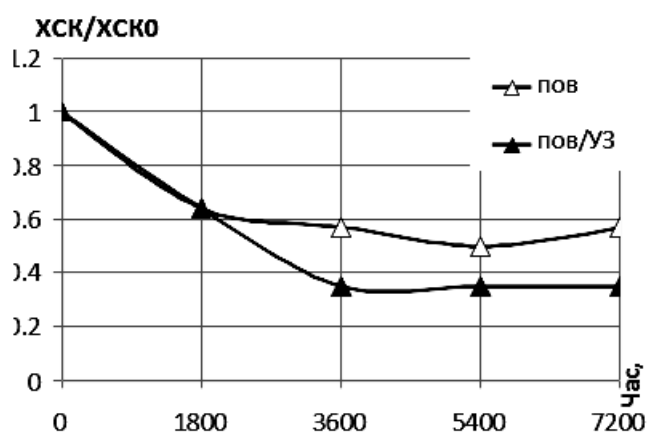


Рис. 3. Залежність відношення XCK/XCK_0 від часу оброблення стічних вод жиркомбінату в атмосфері повітря за різних умов експерименту

Оброблення досліджуваної води УЗ в присутності повітря є доцільнішою, оскільки вже від 30 хв помічаємо значний спад ХСК (в 1,5 разу від початкового значення, що становить 940,8 мг $O_2/дм^3$), який продовжується і надалі, що свідчить про зниження концентрації органічних сполук. Двогодинний вплив повітря з УЗ підтверджує доцільність застосування саме їх спільної дії, адже вдалося досягти очищення води до значення ХСК 336 мг $O_2/дм^3$, що відповідає зменшенню в 2,8 разу від початкового значення.

Подальші дослідження стосувалися дії суміші газів азоту та кисню у співвідношенні 1:1 на кавітаційне очищення стічних вод ПАТ "Львівський жиркомбінат".

В атмосфері суміші газів азоту та кисню (рис. 4), зменшення органічних забруднень у 1,4 разу від початкового значення спостерігається лише впродовж першої години проведення дослідів. В 90 хв помітне зростання ХСК, яке зберігається до кінця дослідів і становить 718,08 мг $O_2/дм^3$, що відповідає зменшенню в 1,2 разу від початкового значення. Барботування суміші газів є найменш доцільним, оскільки після двох годин проведення дослідження спостерігаємо зменшення очисної дії тільки в 1,2 разу.

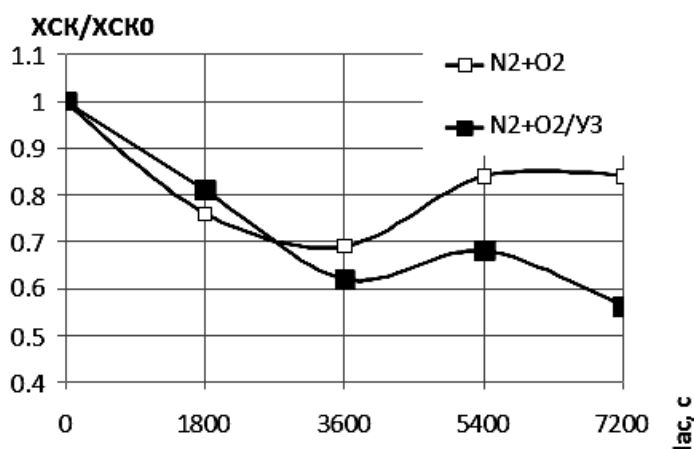


Рис. 4. Залежність відношення XCK/XCK_0 від часу оброблення стічних вод жиркомбінату в атмосфері суміші газів за різних умов експерименту

Вищого ефекту досягнуто за спільної дії УЗ з цими газами. Впродовж першої години було досягнуто зменшення з 1116,16 мг $O_2/дм^3$ до 697,6 мг $O_2/дм^3$, через дві години ХСК зменшилося в 1,7 разу. В 90 хв був помітний скачок значення ХСК, тобто збільшення до 767,36 мг $O_2/дм^3$, але на результат дослідження він не вплинув. Тож проаналізувавши результати даного дослідження можна зробити висновок, що в умовах використання суміші газів азоту та кисню (1:1) доцільним і ефективнішим буде їх використання спільно з УЗ.

Для порівняльного аналізу ефективності барботування газів певної природи було розраховано ступінь руйнування органічних речовин. Ступені очищення розраховано для кінцевих значень ХСК (в 120 хв проведення досліджу).

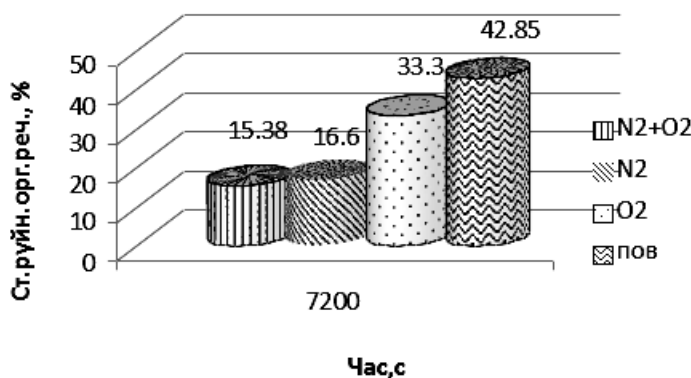


Рис. 5. Ступінь руйнування органічних речовин у стічних водах жиркомбінату в 7200 с експерименту в присутності газів різної природи

За різних умов експерименту спостерігаємо (рис. 5), що за дії суміші газів азоту з киснем у співвідношенні 1:1 та дії самого азоту було досягнуто ступеня руйнування органічних речовин лише 15,38 % та 16,6 % відповідно. Дещо кращий результат отримано під час барботування кисню – 33,3 %. Найвищого ступеня руйнування органічних сполук 42,85 % – одержано під впливом повітря.

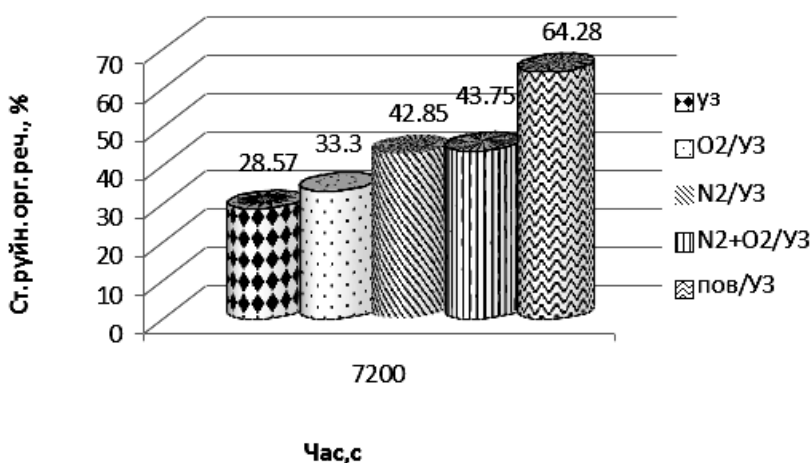


Рис. 6. Ступінь руйнування органічних речовин у стічних водах жиркомбінату в 7200 с експерименту в умовах кавітації

Аналізуючи результати досліджень, які проводили в умовах кавітації (рис. 6), можна зробити висновок, що в УЗ-полі найменш доцільною є дія самого УЗ (ступінь руйнування органічних сполук – 28,57 %). Ступінь очищення від органічних забруднень при барботуванні кисню показує посередній результат – 33,3 %. Спільна дія УЗ з азотом та УЗ із сумішшю газів (азоту та кисню

у співвідношенні 1:1) показали наближені результати, і їх дія є кращою, ніж спільна його дія з киснем та дія самого УЗ (ступінь руйнування – 42,85 % та 43,75 % відповідно). Проте найефективнішою виявилась спільна дія УЗ із повітрям. За одночасної дії в реакційній зоні повітря та УЗ досягнуто ступеня руйнування органічних сполук 64,28 %, що в 2,2 разу краще, ніж дія самого УЗ та в 1,5 разу краще, ніж барботування самого повітря.

Висновки. Показано, що спільне використання ультразвуку з газом певної природи підвищує ефективність руйнування органічних сполук у стічних водах жиркомбінату залежно від природи барботованого газу. Найвищу очисну дію на кавітаційне руйнування органічних сполук проявив вплив повітря. Його застосування в кавітаційному полі підвищує ступінь очищення води на 35,7 % порівняно із дією самого УЗ.

1. Ваикурак У. Ю. Використання кавітаційних технологій для очищення стічних вод тивоварні / У. Ю. Ваикурак, Т. С. Фалик, Л. І. Шевчук, І. З. Коваль // Вісник Національного університету “Львівська політехніка”. – 2017. – С. 267–273. 2. Вакула Ю. В. Вирішення проблеми очищення стічних вод олійно-жирової промисловості // Промышленная экология и медицина труда. Національний університет харчових технологій. 3. Левандовський Л. В. Вплив відходів харчової промисловості на довкілля / Л. В. Левандовський, Є. А. Лукашевич, Г. О. Нікітін, А. О. Діба // Міжнародна науково-практична конференція (МНПК) : I Всеукраїнський з'їзд екологів, (Вінниця, 4–7 жовтня 2006 р.). – С. 264. 4. Мараховська А. О. Проблеми очищення стічних вод виробництв харчової олії / Вісник Національного університету “Львівська політехніка” 2014. – С. 297–299. 5. Єрмічой І. М. Основи технології радіоелектронних засобів: навч. посібник для студентів радіоелектронних спеціальностей / І. М. Єрмічой, Л. І. Панов, О. В. Циганов – Одеса, 2008. – С. 252. 6. US Patent No. 2339679, IPC 7 C10G 33/00, publication dated 27.11.2008.