

3. Пат. №41129 Україна, B01 F 7/12. Роторно-пульсаційний апарат / А.О., Івженко, О.В. Гвоздев, О.В. Івженко; заявитель и патентообладатель Таврійський державний агротехнологічний університет – № u200812874; заявл. 04.11.2008 ; опубл. 12.05.2009, Бюл. № 9.
4. Самойчук К.О. Експериментальні дослідження диспергування жирової емульсії в пульсаційному апараті з віброуючим ротором/ К.О. Самойчук, А.О. Івженко // Обладнання та технології харчових виробництв : Донецьк – 2013.– Вип. 30. – С. 155-161.
5. Самойчук К.О., Івженко А.О. Механізми диспергування жирової фази в пульсаційному апараті з віброуючим ротором/ К.О. Самойчук, А.О. Івженко // Праці ТДАТУ.: Мелітополь – 2013. – Вип.13, Т.7. – С. 11-20.
6. Биглер В.И. Исследование течений в аппарате типа динамической сирены и его применение для процесса растворения: Автореф. дис... канд. техн. наук. М. – 1979. – 15с.
7. Балабышко А.М. Роторные аппараты с модуляцией потока и их применение в промышленности/ А.М. Балабышко, В.Ф. Юдаев. – М.: Недра, 1992. – 176 с.
8. Самойчук К.О. Розрахунок енерговитрат пульсаційного апарата з віброуючим ротором / К.О. Самойчук, А.О. Івженко //Наукові праці Одеської національної академії харчових виробництв: Одеса. 2013. Вип. 43. Том 2 С. 133-137.

УДК 66.093.48

## АДСОРБЦІЯ АЛЬДЕГІДІВ ІЗ ВОДНО-СПИРТОВИХ РОЗЧИНІВ ШУНГІТОМ

**Турчун О.В., аспірантка, Мельник Л.М., д-р техн. наук, професор,  
Ткачук Н.А., канд. техн. наук, доцент, Мельник З.П., канд. техн. наук, доцент  
Національний університет харчових технологій, м. Київ**

*Досліджено адсорбційну спроможність шунгіта щодо альдегідів водно-спиртових розчинів, концентрацією 40 та 50% об. Встановлена раціональна тривалість взаємодії адсорбент:водно-спиртовий розчин при адсорбції ацетальдегіда і кротонового альдегіда. Доведено, що кротоновий альдегід краще адсорбується шунгітом із розчинів, концентрацією 40 % об, ацетальдегід – із 50% об. спиртових розчинів.*

*The authors studied adsorptive capacity of shungite towards aldehydes of aqueous-alcoholic solutions with concentration of 40 and 50% wt. As the result of their analysis the authors determined rational duration of interaction between adsorbent and aqueous-alcoholic solutions when adsorbing acetaldehyde and crotonic aldehyde. This paper proves that crotonic aldehyde is better adsorbed by shungite from solutions with concentration of 40 % wt, while aldehyde – from alcoholic solutions with concentration of 50% wt.*

Ключові слова: адсорбція, альдегіди, сортівка, шунгіт, ацетальдегід.

Для виробництва горілок використовують ректифікований спирт та воду. Якість етилового спирту, з якого готують водно-спиртові розчини, концентрацією 40 % (сортівки), залежить від наявності летких домішок, що залишаються в ньому після ректифікації. Вони складають групу ароматичних компонентів, яка формує смак і аромат спирту, тому їх вміст в готовому продукті регламентується. До регламентованих домішок спирту належать альдегіди [1].

Альдегіди – легко розчинні у воді, їм властиві удушливий запах і велика реакційна спроможність. Альдегіди утворюються різними шляхами: при спиртовому бродінні в результаті окислення спиртів киснем повітря та реакції меланоїдиноутворення, що проходить при тепловому обробленні сировини. В бражній колоні альдегіди накопичуються в зоні 15-17-ї тарілок. В процесі епіюрації спирту альдегіди поводять себе як головна домішка. Помітне збільшення їх вмісту спостерігається тільки на самих верхніх тарілках епіюраційної колоні. Ректифікаційна колона практично вільна від альдегідів [2].

Проте очищення сортівок від альдегідів є обов'язковою технологічною операцією, яку здійснюють у виробничих умовах за допомогою активного вугілля [3]. Його коштовність і відсутність налагодженого виробництва в Україні спонукали до пошуків дешевих та ефективних, екологічно безпечних сорбентів, яким є вуглецевмісний мінерал – шунгіт – єдина відома порода, яка містить фулерени, а також 60-70% вуглецю і 30-40 % золи. Зола складається із оксидів: кремнію, алюмінію, калію, натрію, титана. В наявності є кварц, слюди, хлориди, сульфідати. Шунгіт представляє собою композит, матрицю якого утворює вуглець. У вуглецевій матриці рівномірно розподілені дисперсні силікати із середнім розміром близько 1

мкм. Властивості шунгітової породи обумовлюються двома факторами: властивостями шунгітового вуглецю і структурою породи та взаємозв'язку вуглецю із силікатами.

Унікальність фулеренів, які є складовою частиною шунгіта, полягає в тому, що молекула  $C_{60}$  містить фрагменти з п'ятикратною симетрією, які заборонені природою для неорганічних з'єднань. Молекула фулерена – є органічною молекулою, а кристал, утворений такими молекулами, є поєднуючою ланкою між органічною і неорганічною речовиною [4].

Метою даної роботи було дослідження адсорбційної спроможності шунгіта щодо альдегідів із водно-спиртових розчинів різної концентрації та встановлення раціональних технологічних параметрів поглинання із адсорбентом цих небажаних домішок.

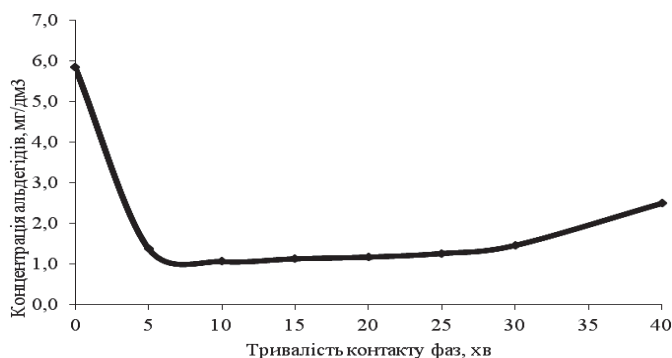
Водно-спиртові розчини готували згідно [5]. Шунгіт попередньо термоактивували при  $t=120^{\circ}C$  протягом 1,5 год., охолоджували і засипали в адсорбційну колонку. Очищення проводили динамічним способом. Водно-спиртовий розчин подавали в адсорбційну колонку з різною швидкістю, забезпечуючи тим самим різну тривалість взаємодії бортівки із адсорбентом. Маса адсорбента – 230 г.

Відібрані проби аналізували на хроматографі «Agilent HP-6890», з колонкою HP FFAP 50 m/0,32 mm·mkm.

По величинах отриманих піків розраховували вміст альдегідів і порівнювали з початковим їх вмістом.

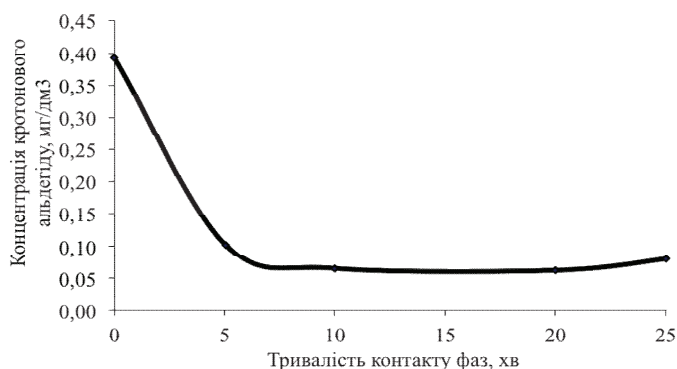
Адсорбційну спроможність шунгіта, щодо альдегідів і, зокрема, до ацетальдегіда, кротонового альдегіда наведено на рис.1- 3.

Аналізуючи рис.1, бачимо, що через 6 хв. взаємодії спиртового розчину з шунгітом кількість альдегідів зменшується в 6 разів. В подальшому їх вміст залишається величиною сталою і лише після 15 хв. концентрація альдегідів повільно зростає, а з 30 хв. – стрімко зростає, що свідчить про перебіг каталітичних процесів.

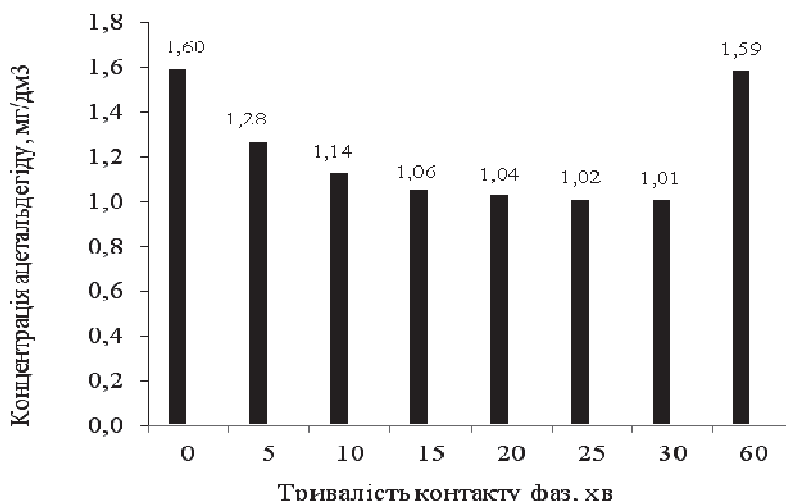


**Рис. 1 – Зміна концентрації альдегідів у водно-спиртовому розчині від тривалості взаємодії з шунгітом**

Отримані дані, представлені на рис.2, свідчать про зменшення вмісту кротонового альдегіда після 6 хв. взаємодії розчину з шунгітом з 0,4 до 0,06 мг/дм³. Подальша тривалість оброблення розчину шунгітом не змінює в ній концентрацію кротонового альдегіда.



**Рис. 2 – Зміна концентрації кротонового альдегіда у водно-спиртовому розчині від тривалості взаємодії з шунгітом**



**Рис. 3 – Зміна концентрації ацетальдегіду у водно-спиртовому розчині від тривалості взаємодії з шунгітом**

З рис.3 видно, що максимальна кількість ацетальдегіду  $0,58 \text{ мг/дм}^3$  поглинається шунгітом через 25 хв. взаємодії з розчином. Проте, різниця в ефективності очищення між 20 і 25 хв. контакту адсорбента із розчином становить близько 4,6 %, що є не суттєвим показником, тому тривалість оброблення суміші шунгітом необхідно обмежити 20 хв.

Наступним етапом дослідження було встановлення впливу вихідної концентрації водно-спиртового розчину і тривалості його очищення шунгітом на вилучення альдегідів із розчину. Для цього той же ректифікований спирт “Екстра”, що був використаний для приготування бортівки концентрацією 40% об., змішували з попередньо освітленою і пом’якшеною водою у відповідних співвідношеннях [5] для отримання розчину з об’ємною часткою спирту 50 % об.

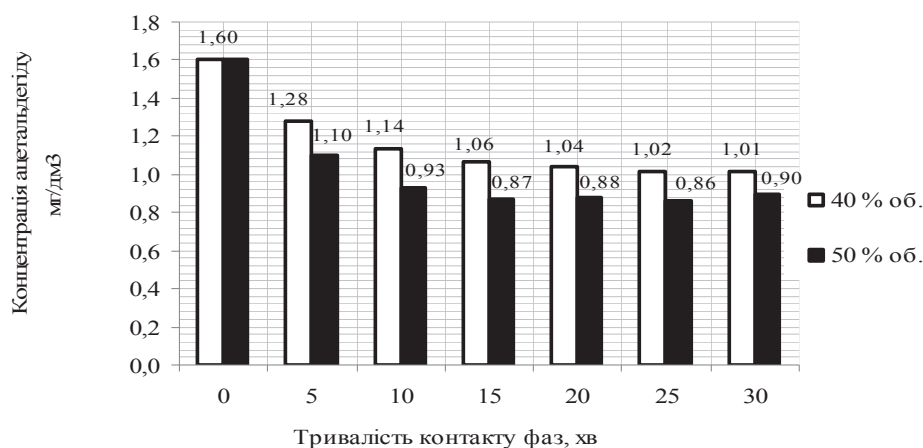
Цей розчин динамічним способом пропускали через шар адсорбенту, відібрані через певні проміжки часу проби аналізували хроматографічно. Отримані результати представлені в таблиці.

Аналіз даних таблиці дає можливість зробити висновок, що раціональною тривалістю очищення шунгітом сортівки, концентрацією 40 % об. є 5 хв., для 50 % розчину – 15 хв. Вміст альдегідів у першому випадку (40 %об.) зменшується на 76 %, у другому (50 %об.) – на 71 %. Очевидно вища концентрація вихідного водно-спиртового розчину уповільнює здатність шунгіта до каталітичних процесів ( $2,4373$  проти  $3,6587 \text{ мг/дм}^3$ ). Ймовірно, чим вища концентрація спиртового розчину, тим активність молекул води в ньому менша, що свідчить про більш міцні зв’язки між молекулами води та спирту, що перешкоджає новоутворенням альдегідів [6].

**Таблиця – Вміст альдегідів в очищених шунгітом водно-спиртових розчинах, концентрацією 40 та 50 % об., залежно від тривалості взаємодії адсорбент:розчин ( маса адсорбенту 230 г)**

Концентрація вихідного водно-спиртового розчину, % об.	Вміст альдегідів у вихідному водно-спиртовому розчині, $\text{мг/дм}^3$	Тривалість взаємодії водно-спиртовий розчин:шунгіт, хв						
		5	10	15	20	25	30	60
40	5,8598	1,3799	1,5581	1,4604	1,6951	1,5378	1,4015	3,6587
50	5,8598	1,7960	1,8547	1,6933	1,7712	1,7487	2,2247	2,4373

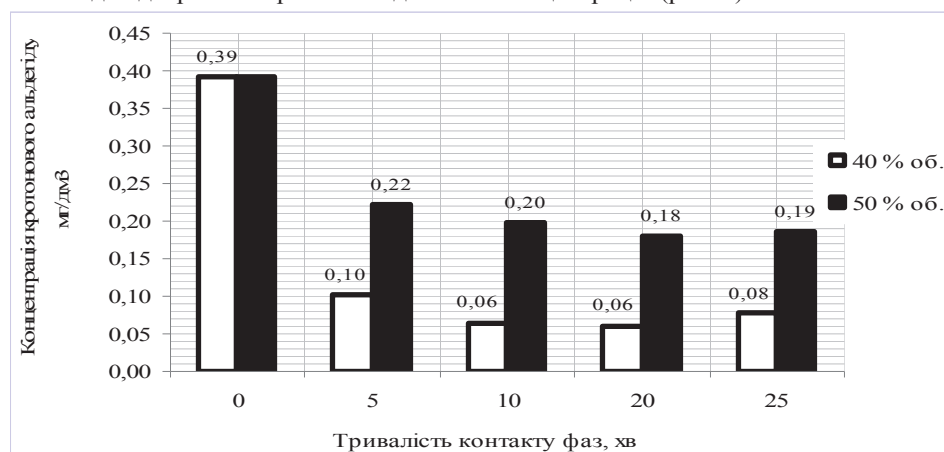
Адсорбційна спроможність шунгіта щодо ацетальдегіду та кротонового альдегіду в залежності від концентрації вихідного водно-спиртового розчину та тривалості взаємодії адсорбент:розчин показана на рис. 4,5.



**Рис. 4 – Зміна концентрації ацетальдегіда в очищеному шунгітом розчині концентрацією 40% та 50% об., від тривалості взаємодії адсорбент:розчин**

Видно (рис.4), що ацетальдегід ефективно адсорбується шунгітом протягом 30 хв із обох вихідних водно-спиртових розчинів, зменшуючи початковий вміст небажаної домішки з 1,6 до 1,01 мг/дм<sup>3</sup> (сортивка 40% об.), з 1,6 до 0,9 мг/дм<sup>3</sup> (водно-спиртовий розчин концентрацією 50% об.). Хоча для цієї концентрації спиртового розчину доцільнішою є тривалість в 25 хв. (вміст ацетальдегіда – 0,86 мг/дм<sup>3</sup>).

Очищення водно-спиртових розчинів від кротонового альдегіда шунгітом найефективніше здійснюється за 20 хв взаємодії адсорбента з розчином для обох концентрацій (рис. 5).



**Рис. 5 – Зміна концентрації кротонового альдегіда в очищеному шунгітом розчині концентрацією 40% та 50% об., від тривалості взаємодії адсорбент:розчин**

Поглинання цієї домішки шунгітом відбувається ефективніше з розчину, концентрацією 40 % об.

**Висновки.** Дослідження підтвердили ефективність очищення водно-спиртових розчинів, концентрацією 40 та 50 % об. природним мінералом шунгітом. Ацетальдегід поглинається шунгітом ефективніше із розчинів, концентрацією 50 % об., на відміну від кротонового альдегіда, який краще адсорбується із 40% об. розчинів. Рациональна тривалість взаємодії шунгіта із досліджуваними водно-спиртовими розчинами, стосовно адсорбції альдегідів, - 20 хв.

#### Література

1. Очистка водки от альдегидов/ Н. Безруков, Е.Буховец, А.Казначеев [та ін.]// Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2005. – №1. – С. 32–33.
2. Цыганков П.С. Ректификационные установки спиртовой промышленности/ П.С.Цыганков.-М.: Легкая и пищ. Пром.-сть, 1984.-336с.
3. Подлубная Е.Т., Степная В.Е., Сушинская Т.В., Славуцкая Н.И. Контроль очистки водочных сортировок активным углем. Фермент. и спирт. пром.-1985.-№1.-С.12-15.

4. Фуллерены/ Л.Н. Сидоров, М.А. Юровская, А.Я. Борщевский, И.В. Трушков и др.// Под. ред. Л.Н. Сидорова.-М:Экзамен.-2005.-688с.
5. Рухлядева А.П. Технохимический контроль спиртового производства. М.: Пищ. пром-сть.-1974.-С.20-34
6. Баранова Б.А. Теоретические и прикладные аспекты показателя “активности воды” в технологии продуктов питания. Дис. на соиск. д-ра техн. наук: 05.17.05.-Санкт-Петербург, 2002.-42с.

УДК 544.032.2

## НЕЙТРАЛІЗАЦІЯ КИСЛИХ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ МЕТОДОМ ДИСКРЕТНО-ІМПУЛЬСНОГО ВВЕДЕННЯ ЕНЕРГІЇ

Целень Б.Я., к. техн. наук, старший викладач, Яроцький С.М., магістрант  
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,  
Інститут технічної теплофізики національної академії наук України, м. Київ

*Розглянуто способи нейтралізації кислих водних розчинів. Запропоновано новий економічно та екологічно чистий спосіб нейтралізації кислих стічних вод за допомогою дискретно-імпульсного введення енергії з використанням роторно-імпульсного апарата типу ротор-статор-ротор.*

*The methods of neutralizing acidic aqueous solutions were considered. A new economical and environmentally safe method of neutralizing acidic wastewater using discrete-pulse input of energy was created from rotor-pulsation apparatus type such as rotor-stator-rotor.*

Ключові слова: нейтралізація, водневий показник (рН), кислі стічні води, дискретно-імпульсне введення енергії, кавітація, роторно-пульсаційний апарат.

Вода є найбільшим і найголовнішим ресурсом нашої планети. Вона є невід’ємним елементом життя людини, без води неможливо забезпечити перебіг багатьох технологічних процесів, розвиток сільського господарства та переробки продуктів його діяльності, а також різних галузей промисловості, де воду використовують у вигляді сировини, реагенту, теплоносія та ін. Витрати води на промислові, господарські і побутові потреби в Україні становлять приблизно 2,7 м<sup>3</sup> за добу на одну людину і близько 7 м<sup>3</sup> в США в той час як доступні запаси в природі на одну людину складають всього 5-6 тис. м<sup>3</sup> [1] тому на сьогоднішній час недостатній запас прісної води становить загрозу і в деяких районах світу вже достатньо відчутний її дефіцит. Господарська діяльність розвивається з кожним днем, що спричиняє збільшення обсягів забрудненої води, що, в свою чергу, не може не впливати на зменшення кількості чистої питної води. Ще 50 років тому природа мала змогу самостійно очищувати воду, однак тапер, з розвитком промислової діяльності, багато річок перетворюються на стічні канали.

Україна на даний час не перевищує використання допустимого рівня чистої води, але в багатьох південних районах вже існують певні проблеми. Тому все більше піднімається питання про раціональне використання прісної води, а особливо очищення стічних вод і створення замкнених систем зворотного водоспоживання в сільському господарстві і промисловості. Після використання в промисловості отримують забруднену органічними і мінеральними домішками воду, яку прийнято називати стічною водою.

Основними джерелами забруднення та погіршення якості питної води є потрапляння неочищених або недостатньо очищених стічних вод з харчових та хімічних підприємств, а також каналізації у природні водойми. Це значно підвищує рівень небезпеки для здоров’я людей, зменшує кількість питної води, а також дуже негативно впливає на екологічний стан об’єкта. Всесвітня організація охорони здоров’я надає статистику, що кожного року приріст потреб води на промислові та сільськогосподарські потреби становить 5% і кожне десятиліття ця цифра збільшується в півтори рази.

У порівнянні з 90-ми роками кількість стічних вод збільшилась від 1,5 млрд. м<sup>3</sup> до понад 2 млрд. м<sup>3</sup>/рік (дані 2006 року), а вже у 2010 році кількість стічної води зросла до 2,6 млрд. м<sup>3</sup> [2].

Таке різке збільшення забруднення стічними водами призвело до того, що «практично чистими» можна назвати лише 15% водойм, до категорії «забруднені» відносяться 60%, а «дуже забруднені» – близько 25%. Це призводить до потреби очищення 90% води, яка забирається з поверхневих джерел і 30% – з підземних.

До стічних вод відносяться різні за складом, походженням і фізично-хімічними властивостями води, що використовувались людиною в побутових і технологічних процесах. За природою стічні води поділяють на органічні, мінеральні та біологічні. Органічні забруднення – це домішки тваринного чи рослин-