

Рис. 3. Залежність гідралічного опору  $\Delta P$  контактної зони від густини зрошування  $L$  при різних швидкостях газу  $w_p$ , м/с: 1 — 11; 2 — 13; 3 — 15; 4 — 20;  $t_a = 1,6b$ ;  $b = 0,1$  м;  $t_r = 2b$

коефіцієнт в'язкості рідини,  $m^2/c$ ;  $v_p$  — швидкість руху рідини, м/с.

Статична висота утримуваного шару рідини досягла максимального значення при швидкості газу 9...11 м/с, тобто на верхній межі перехідного режиму, і далі, з переходом на проточний режим починала зменшуватися.

Із збільшенням питомої витрати рідини статичний шар рідини зростає практично прямолінійно.

УДК 663.551.5

## ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ШВИДКОСТІ ФІЛЬТРУВАННЯ СОРТОВКИ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ГОРІЛОК

Одним із найважливіших завдань, що стоять перед харчовою промисловістю, є виробництво високоякісних продуктів. Досягти високої якості продуктів можна очищенням їх від небажаних домішок.

Розраховуючи на партнерські торговельні стосунки із зарубіжними країнами, лікеро-горілчана промисловість України має дбати про відповідність своїх виробів рівню світових аналогів.

При виробництві горілок використовують ректифікований спирт "екстра" і ректифікований спирт вищого очищення. Горілки мають вироблятися відповідно до вимог технологічного регламенту [5], технологічної інструкції [4] і за рецептурами з дотриманням санітарних норм і правил, що затверджені за встановленим порядком [3].

Регламентується масова концентрація у горілці із спирту вищого очищення таких домішок: альдегідів у перерахунку на оцтовий альдегід — не більше ніж  $8 \text{ мг/дм}^3$ ; сивушного масла в перерахунку на суміш ізоамілового та ізобутилового спиртів (1:1) — не більше ніж  $4 \text{ мг/дм}^3$ ; сивушного масла в перерахунку на суміш пропілового, ізобутилового та ізоамілового спиртів (3:1:1) — не більше ніж  $10 \text{ мг/дм}^3$ ; есте-

Експериментальні дослідження поперечної нерівномірності розподілу рідини по перерізу контактної зони показали поліпшення однорідності зі збільшенням швидкості газу. Це пояснюється тим, що із збільшенням швидкості газу турбулентність газорідного потоку зростає, а це сприяє вирівнюванню поля швидкостей газу і рівномірному затримуванню рідини по перерізу контактної зони.

Зростання густини зрошування дещо погіршує розподіл рідкої фази, що пояснюється збільшенням загальної маси рідини у шарі і, як наслідок, її зміщенням у ділянці знижених швидкостей газу, тобто до периферії контактної зони. Такий характер перерозподілу спостерігається у перехідному режимі, але перехід до режиму розвинутої проточності поліпшує однорідність розподілу рідини. Це пояснюється перевагою енергії газового потоку над силою ваги утримуваної рідини в усіх ділянках перерізу контактної зони.

**Висновок.** Експериментальні дослідження гідродинаміки контактної зони абсорбера з пульсаційною пластинчастою насадкою показали, що процеси абсорбції у шарі регулярної рухомої насадки найвигідніше вести в режимі розвинутої висхідної проточності.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Геліх О.О. Інтенсифікація процесів масообміну в абсорберах з пульсаційною насадкою: Дис... канд. техн. наук: 05.17.08. — Суми, 1998. — 164 с.
2. Вальдберг А.Ю. Расчет гидравлического сопротивления насадочных скрубберов // Хим. и нефтяное машиностроение. — 1996. — № 1. — С.52–55.

Надійшла до редколегії 15.05.02 р.

Л.М. Мельник, канд. техн. наук  
В.О. Маринченко, д-р техн. наук  
Ю.В. Мельник  
О.С. Марценюк, канд. техн. наук

рів у перерахунку на оцтово-етиловий естер — не більше ніж  $5 \text{ мг/дм}^3$ . Об'ємна частка метилового спирту в перерахунку на безводний етанол не перевищує  $0,03\%$ .

Виробництво горілок включає обробку водно-спиртових сумішей, що називаються сортівками, активним вугіллям, яке поглинає певні домішки, поліпшуючи смак і аромат горілки.

Активне вугілля — пористий промисловий сорбент, що складається в основному з вуглецю [2]. Його отримують із органічної сировини різних видів: торфу, бурого і кам'яного вугілля, дерева, кісток, із шкарлупи кокосових та інших горіхів, із кісточок плодів [1].

Активне вугілля має ряд особливостей, що визначаються характером його поверхні та пористістю структури. В активному вугіллі є два види мікропор: щілинні мікропори в кристалах вуглецю і міжкристальні щілинні мікропори, які в першому наближенні мають циліндричну форму. Характерний розмір мікропор вугілля — напівширина щілини  $l$ , нм, що пов'язана з характеристичною енергією  $E_0$  і визначається рівнянням Дубініна—Астахова:

$$l = K/E_0,$$

де  $K = 13,028 - 1,53 \cdot 10^{-5} E_0^{3,5}$ .

Мікропори цих двох типів утворюють зони мікропористості завдовжки 10...60 нм [1].

Поверхня кристалів вуглецю електронейтральна, і адсорбція на вугіллі визначається в основному дисперсійними силами взаємодії.

Ефективність адсорбційного очищення залежить від ряду факторів: від якісних показників активного вугілля, вмісту домішок у вихідному етиловому спирті, що використовується для приготування сортровок, якості води, що змішується з етиловим спиртом для підготовки сортровок, а також від швидкості подачі сортровки у вугільну колонку.

Дослідження, що проведені на сортовці з мел'яного спирту, були спрямовані на поліпшення якості горілок завдяки застосуванню кісточкового активного вугілля КАУ-2 з такими показниками:

Фракційний склад, масова частка залишку на ситі із сіткою за ГОСТ 6613-86:	
№ 2,0, %, не більше	2,5
№ 063, %, не менше	99,2
на піддоні, %, не більше	0,8
Масова частка золи, %, не більше	1,4
Масова частка кислотонерозчинної золи, %, не більше	—
Адсорбційна активність за метиловим голубим, мг/г продукту, не менше	315
Насипна густина, г/дм <sup>3</sup>	450
Міцність при стиранні, %, не менше	80
Масова частка води, %, не більше	1,6
Зовнішній вигляд	Крупнозернистий порошок чорного кольору без сторонніх включень

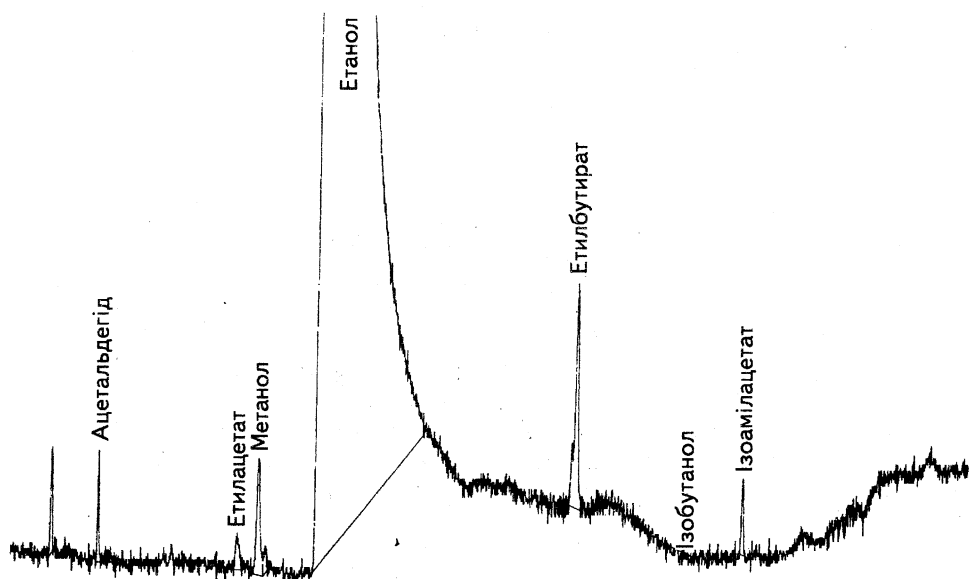
Активне вугілля засипали в колонку, внутрішній діаметр якої  $d = 330$  мм, загальна висота  $h = 4040$  мм. Ефективність адсорбції домішок етилового спирту активним вугіллем КАУ-2 досліджували при різних швидкостях руху сортровки через колонку. Проби відбирали при швидкостях фільтрування сортровки 10, 20, 30, 40 дал/год. На *рисунку* наведено приклад хроматограми при витраті сортровки 30 дал/год. Проби аналізували на хроматографі "Цвет-2000" за стандартною методикою.

Покомпонентний склад домішок у сортовках після оброблення КАУ-2 при різних швидкостях фільтрування наведено в *таблиці*.

Із таблиці видно, що найвища адсорбційна здатність активного вугілля щодо вищих спиртів і метилацетату проявляється при витратах 30 і 40 дал/год.

Вміст ацетальдегіду та метилбутирату при обробленні сортровки активним вугіллем дещо зріс. Активне вугілля не тільки адсорбує домішки, а й сприяє каталітичним перетворенням, про що свідчить утворення ефірів (метилацетату, етилацетату), які здебільшого поліпшують смакові властивості горілок.

**Висновок.** Результати досліджень свідчать про доцільність використання активного вугілля КАУ-2 для очищення продуктів спиртового виробництва, зокрема сортровок, при виробництві горілок. Проте тривалість контакту сортровок з активним вугіллем слід регулювати, тобто керувати швидкістю процесу адсорбції. Враховуючи вимоги до вмісту домішок у горілках, що фіксовані ГОСТом, доцільно очищати сортровки активним вугіллем КАУ-2 при витраті 30 дал/год, що відповідає швидкості фільтрування 3,5 м/год ( $m^3/(m^2 \cdot год)$ ).



Хроматограма при витраті сортровки 30 дал/год

**Вміст домішок у сортовках, отриманих з мел'яного спирту, після оброблення активним вугіллем при різних швидкостях фільтрації**

№ проби*	Домішки, мг/дм <sup>3</sup>									
	Ацетальдегід	Метил-ацетат	Етил-ацетат	Етил-бутират	Ізоаміл-ацетат	Метанол	Ізобу-танол	Ізопро-панол	Ізопен-танол	н-Пента-нол
1	2,016	—	—	5,7881	2,0368	0,000721	0,45339	—	0,34015	2,913
2	8,7501	1,2828	1,6193	9,383	1,849	0,00071	0,77454	—	—	—
3	7,4227	0,6378	1,5549	9,0174	2,0904	0,0008953	0,45528	—	—	—
4	4,3014	—	1,9384	7,4547	1,4857	0,000848	0,28242	—	—	—
5	2,3204	—	1,9174	7,9943	2,0882	0,000714	—	2,8147	—	—

\*1 — сортровка до оброблення активним вугіллем КАУ-2; 2 — витрати сортровки — 10 дал/год; 3 — 20; 4 — 30; 5 — 40 дал/год.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники. — М.: Химия, 1984. — 592 с.
2. Кольшикин Д.А., Михайлова К.К. Активные угли. — Л.: Химия, 1972. — 57 с.
3. «Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов» № 5061 от 01.08.89 г.

УДК 574.63

## СТВОРЕННЯ ЕНЕРГООЩАДНИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД РІЗНОМАНІТНИХ КАТЕГОРІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ БІОФІЛЬТРІВ НОВОГО ПОКОЛІННЯ

Останнім часом переглядається напрям застосування установок для біологічного очищення стічних вод. Найекономічнішими вважаються біофільтри. Серед них найбільше застосовуються біофільтри з напівзануреними обертовими біоконтакторами. При цьому позитивним явищем є те, що на біофільтрах питома навантаження в разі зменшення органічних забруднень у вигляді БСК<sub>5</sub> в 6–8 разів більше, ніж в аеротенках. Крім того, в безперервному режимі роботи біофільтрів зберігається суцесія мікроорганізмів, чого не можна досягти в аеротенках, оскільки із відстійника час від часу в головну частину аеротенків подається старий та мертвий мул і змішується з молодими енергійними клітинами. Ферментативна дія мулу зрілого віку не така, як молодого мулу, тому що сировина на початку і в кінці аеротенка зовсім різна і потрібен деякий час для перебудови метаболізму мікробної клітини. Цього явища не існує в біофільтрах, тому що активний мул ніколи не повертається в головну їх частину. Якщо відбувається потужне виливання клітин активного мулу, що вільно плавають, то працюють тільки іммобілізовані клітини (кількість їх досягає 20 % від усіх клітин у біофільтрах). Іммобілізовані клітини завжди будуть на носіях при різному коефіцієнті розбавлення (D). Причому на кожному місці іммобілізованих клітин з'являються такі види мікробів, які будуть підпорядковувати деструкції різні продукти попереднього метаболізму і завжди в оптимальному режимі. Згідно з цією суцесією весь процес очищення з початку і до кінця відбувається з великою швидкістю, тому що питома швидкість зниження БСК<sub>5</sub> в біофільтрах у декілька разів вища, ніж в аеротенках.

До початку розроблення біофільтрів нового покоління ми провели дослідження установки «СІМБІОТЕНК» на Дошчатинському заводі медичних приладів (м. Вика, Нижньонгородська область). Установка розроблена співробітниками кафедри біотехнології мікробного синтезу і захищена авторським свідоцтвом.

Дослідження і впровадження цієї установки у виробництво проводили з 1983 по 1986 роки. Очищали стічну воду (140 м<sup>3</sup> за добу) гальванічних цехів. Після попереднього очищення стічних вод фізико-хімічним способом їх очищали біологічним способом.

Установка «СІМБІОТЕНК» складається з двох місткостей розміром 14,0×2,0×1,5 м. У кожній місткості на семи валах розміщено 350 біоконтакторів (пінопластових дисків діаметром 1,2 м; 0,02 м завтовшки, з зазором між ними 0,025 м). Вали між собою з'єднані ланцюгом Галя і приводяться в рух електродвигуном через редуктор і варіатор; потужність електродвигуна 2,3 кВт. Частота обертання кожного вала — 8...10 хв<sup>-1</sup>.

4. Технологічна інструкція з лікоро-горілчаного виробництва ТІ У 18.4466–94

5. Технологічний регламент на виробництво горілок і лікоро-горілчаных напоїв ТР У 18.5084–96

Надійшла до редколегії 15.04.02 р.

І.Г. Зеленюк, А.М. Шевченко,  
кандидати техн. наук

Стоки гальванічних цехів не мають органічних забруднень. Тому для життєдіяльності іммобілізованих мікробних клітин треба додати певну кількість органічних сполук. Ми додали нафтоемальовану воду.

На установці «СІМБІОТЕНК» досліджували процес очищення надто емульгованої води, а також зменшення кількості металів після гальванічних цехів.

Початкова концентрація нафтопродуктів становила 50...80 мг/л, а на викиді в р. Ока — до 0,05 мг/л. Якість очищення цією установкою цілком відповідає всім вимогам СНиП.

Концентрація металів, мг/л, на виході з гальванічних цехів і на викиді в р. Ока була такою:

	Вихід з цехів	Викид у р. Ока
Хром загальний	0,7	Немає
Хром 6-валентний	0,1	Те саме
Хром 3-валентний	0,6	— “ —
Залізо	0,5	— “ —
Нікель	1,4	0,01
Цинк	0,9	0,01
Мідь	0,5	0,001

За результатами досліджень очищення металів ця установка також відповідає вимогам СНиП.

Наступним етапом розробок було створення енергоощадних установок для очищення стічних вод. Ці установки мають просту конструкцію, надійні в роботі, не споживають електроенергію. Такі установки використовують перепад рівнів місцевості або висоту виробничих приміщень. Позитивний ефект досягається завдяки тому, що в установку (рис. 1), яка складається з декількох однакових місткостей, послідовно розміщених одна над одною, пропускається стічна вода, що підлягає очищенню. Вона переривчасто протікає через носії з іммобілізованими клітинами активного мулу 4, що закріплені на дні кожної місткості. Активний мул насичується киснем повітря в період

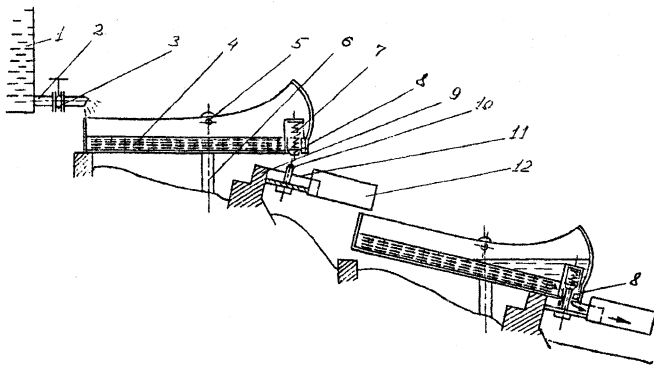


Рис. 1. Схема установки для очищення стічних вод (з клапаном для випуску води в наступну місткість)