

Гуенько О.М., Шиян П.Л.  
Гуенько А.Н., Шиян П.Л.  
Gynko Alexandr, Shiyan Peter

**Енергозберігаюча технологія брагоректифікації спирту**  
Энергосберегающая технология брагоректификации спирта  
Energy-saving technology of spirit rectification

Для стабільного виробництва високоякісного спирту категорії „Люкс”, а також для моделювання якісних показників спирту під умови замовника необхідно визначити рух органічних домішок по колонах БРУ, зони їх максимального концентрування та вилучення з циклу брагоректифікації.

Для стабільного производства высококачественного спирта категории «Люкс», а также для моделирования качественных показателей спирта под условия заказчика необходимо определить движение органических примесей по колоннам БРУ, зоны их максимального концентрирования и извлечения из цикла брагоректификации.

For stable manufacture of high-quality spirit of a category "Lux", and also for modelling quality indicators of spirit under conditions of the customer it is necessary to define movement of organic impurity on distiller columns, their zones maximal evaporating and extraction from a cycle spirit rectification.

**Ключові слова:** спирт етиловий, харчовий спирт, брагоректифікаційна установка, головні домішки, проміжні домішки, сивушна фракція.

**Ключевые слова:** спирт этиловый, пищевой спирт, брагоректификационная установка, головные примеси, промежуточные примеси, сивушная фракция.

**Key words:** spirit ethyl, food spirit, distiller, heads fraction, intermediate fraction, fusel fraction.

По мірі інтеграції України до СОТ вітчизняні спиртові заводи очікують серйозні випробування, пов'язані з жорсткою конкуренцією як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках.

Значна кількість спиртових заводів задалегідь підключилась до програми технічної модернізації галузі, розробленої в Державному концерні „Укрспирт” із залученням провідних фахівців УкрНДІспиртбіопрод та НУХТ.

Ця програма базується на енерго- та ресурсозберігаючих технологіях водно-теплової та термоферментативної обробки крохмалевмісної сировини, повній заміні солоду на концентровані ферментні препарати селективної дії, замкнутій системі рекуперації вторинних теплових потоків, застосуванні енергозберігаючих брагоректифікаційних установок із ступеневим перепадом тиску в колонах, розширенні асортименту товарної продукції, екологічній безпеці виробництва та комп'ютеризації технологічних процесів.

В умовах, коли пропозиція перевищує попит особлива увага приділяється якості спирту. В перспективі спиртова галузь повинна забезпечити можливість моделювання якості спирту під умови замовника.

Ті підприємства, які в перехідний період зможуть модернізувати виробництво під євростандарти, зможуть не тільки „вижити”, а й розбудовуватися, опановуючи зовнішні ринки, так як членство в СОТ надає більш широкі можливості для експорту власної продукції.

Основними статтями витрат в собівартості спирту є витрати на сировину та енергоносії. За останній рік вартість теплової енергії зросла в середньому зі 120 грн до 300 грн за 1 Гкал.

Найбільш енергоспоживаючим технологічним процесом в спиртовому виробництві є брагоперегонка та ректифікація спирту.

Екстенсивне, тобто рекуперативне, енергозбереження в процесі брагоректифікації майже повністю вичерпане. Подальше зниження енергоємності виробництва знаходиться в області інтенсивного енергозбереження, яке передбачає використання низькопотенціальних теплових потоків в теплоспоживаючих технологічних системах за рахунок ступеневого перепаду тиску в їх окремих елементах. До таких систем належать вакуумні

брагоректифікаційні установки (БРУ), які дозволяють на 30 - 40 % знизити питомі енерговитрати у порівнянні із типовими установками, що працюють при тиску, близькому до атмосферного.

Широкому впровадженню вакуумних БРУ заважає відсутність достовірних даних про поведінку органічних домішок спирту, що формують його якість, при тиску, нижче за атмосферний.

Для стабільного виробництва високоякісного спирту категорії „Люкс”, а також для моделювання якісних показників спирту під умови замовника необхідно визначити рух органічних домішок по колонах БРУ, зони їх максимального концентрування та вилучення з циклу брагоректифікації.

Органічні домішки спирту вилучаються та концентруються, в основному, в епюраційній та спиртовій колонах, а також в додаткових колонах (сивушній, кінцевої очистки та розгінній) при їх наявності.

Для покращення якості спирту рекомендовано збільшувати кількість тарілок в колонах БРУ в залежності від конструкції самих тарілок та фізико-хімічних властивостей ключових домішок спирту (Патент України на винахід № 64255 від 18.04.03).

Основна кількість головних і кінцевих домішок концентрується і вилучається в епюраційній колоні (ЕК).

Для визначення оптимальних технологічних параметрів процесу епюрації під тиском, нижчим за атмосферний, досліджувалась епюраційна колона діаметром 1600 мм з 50 багатоковпачковими тарілками, встановлена в системі вакуумної БРУ Козлівського спиртового заводу ( Рис. 1).

В контрольних точках колони були встановлені термометри для опосередкованого визначення концентрації спирту.

В ЕК крім бражного дистилату подаються фракції, збагачені органічними домішками – непастеризований спирт (48 тарілка); сивушний спирт (42 тарілка). Для інтенсифікації процесу епюрації була забезпечена можливість подачі води на гідроселекцію на 25, 42, 48 тарілки та безпосередньо в комунікацію бражного дистилату. Бражний дистилат подавався на 34 та 36 тарілки, рахуючи знизу колони.

За результатами досліджень епюрації при тиску, нижчому за атмосферний, було встановлено, що ступінь очистки спирту від головних домішок збільшується при збільшенні кількості гріючої пари до визначеної величини, після чого залишається незмінною або навіть дещо знижується.

При дослідженні ЕК, яка експлуатується під розрідженням – 2,5 м вод. ст. витрата пари не перевищувала 6 кг/дал а. а., що забезпечувало отримання епюрату із концентрацією альдегідів в межах 0,8...1,2 мг/л і стабільне вироблення спирту „Люкс”.

При збільшенні витрати гріючої пари до 10 кг/дал і більше спостерігалось збільшення концентрації альдегідів в епюраті до 1,2...2,4 мг/л а. а., що може бути пов'язано із збільшенням концентрації спирту по тарілках колони та зменшенням коефіцієнту ректифікації домішок.

Експериментальним шляхом була виявлена зона концентрації проміжних домішок, які відбиралися з 38 тарілки ЕК в паровому стані в кількості 1 - 2 % від а.а. і відводилися на розгінну колону.

Було встановлено, що високі органолептичні показники ректифікованого спирту досягаються при концентрації бражного дистиляту в межах 45 % об. Це досягається подачею води (конденсату пари) безпосередньо в комунікацію бражного дистиляту.

В таблиці 1 наведений склад матеріальних потоків епюраційної колони, а в таблиці 2 – технологічні параметри роботи ЕК та концентрація альдегідів в епюраті.

### **Концентрація органічних домішок в матеріальних потоках епюраційної колони**

Таблиця 1

Назва домішки і одиниця виміру	Місце відбору проб						
	Бражний дистилят	Непастеризований спирт РК	Непастеризований спирт МК	Головна фракція	Домішки з спиртовловлювача ЕК	Епюрат	Проміжна фракція з ЕК

Етанол, % об.	55,0	96,7	96,7	96,7	87,0	39,0	85,5
Ацетальдегід, мг/л	30,236	1,46	3,951	105,453	185,7	13,52	0,99
Метилацетат, мг/л	2,222	0,38		9,474	29,67	0,589	
Акролеїн		1,97			0,62		
Етилацетат, мг/л	20,4		0,294	96,188	758,2		
Метанол, % об.	0,002	0,018	0,00358	0,008	0,052	0,000	0,00045
2-бутанол				0,128	0,58		
2-пропанол, мг/л	0,78	0,92	0,759	1,482		0,414	0,82
Ізобутилацетат		0,49		1,265	5,16		
Етилбутират		0,63		0,219	45,86		
1-пропанол, мг/л	285,951					124,011	19,98
Ізобутиловий спирт, мг/л	383,586					140,795	6,283
Ізоамілацетат, мг/л	2,578						5,006
1-бутанол, мг/л	16,612					6,638	0,689
Ізоаміловий спирт, мг/л	3656,46	0,17				1300,53	4,982
1-пентанол, мг/л	0,859	0,28				0,608	
1-гексанол, мг/л	2,742					0,824	
Оцтова кислота, мг/л	3,380					1,290	
Пропіонова кислота, мг/л	0,771					0,497	
Ізомасляна кислота, мг/л	1,325					0,496	
Масляна кислота, мг/л	5,734			0,377		1,646	
Валеріанова кислота, мг/л	1,389			1,930		0,264	
Капронова кислота, мг/л	8,520			3,058		3,801	
2-фенілетанол, мг/л	163,553					84,527	
<b>Розрахунок домішок по групах</b>							
Альдегіди, мг/л	30,236	1,46	3,951	105,453	186,3	13,523	0,990
Естери, мг/л	25,526	3,49	0,294	107,147	838,9	0,589	5,006
Кислоти, мг/л	21,099			6,951		7,984	
Метанол, % об.	0,002	0,018	0,00358	0,008	0,052	0,00	0,0005
Інші	163,553			0,128	0,58	64,527	
Сивушне масло, мг/л	4346,988	1,37	0,759	1,482		1573,82	32,76

### Технологічні параметри роботи ЕК

Таблиця 2

Параметри	Тривалість експерименту, хв.					
	0 - 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	80 - 100	100 - 120
Температура парів між конденсато-	67,5	67,0	66,9	67,1	67,0	67,2

ром і дефлегматором, °С						
Тиск (вакуум) у верху колони, м.вод.ст.	- 2,50	- 2,48	- 2,46	- 2,46	- 2,47	- 2,48
Витрата ГФ % ротаметра середня, (л/год)	75-50 % (100)	50-40 (72)	40-25 (52)	25-5% (24)	5-10% (12)	10-75 (68)
Температура на тарілці живлення, °С	73,0	72,5	72,0	72,3	72,6	72,8
Міцність епюрату, % об.	38,0	37,8	37,6	37,0	37,2	37,8
Вміст альдегідів в епюраті, мг/л	1,4	1,1	0,9	1,0	3,8	1,8
Тиск (вакуум) в кубовій частині колони, м.вод.ст.	- 1,29	- 1,28	- 1,28	- 1,28	- 1,28	- 1,29

З таблиці 2 можна побачити, що незважаючи на стабільний тиск в ЕК, (що є визначальним технологічним параметром при стабільному живленні колони), технологічні параметри епюрації коливалися в часі. Так, витрата головної фракції коливалась від 12 до 100 л/год. Це може бути пов'язано з необхідністю запобігання втрат спирту з несконденсованими газами через повітряник спиртоуловлювача ЕК, в зв'язку з тим, що при роботі колони під вакуумом леткість спирту та органічних домішок збільшується і для їх максимальної конденсації необхідно збільшувати кількість охолоджуючої води на дефлегматори і конденсатори ЕК, а це викликає охолодження флегми до температури нижчої, ніж на верхній тарілці колони і частина пари витрачається на догрів флегми до температури кипіння. В результаті кількість пари, яка поступає в дефлегматор і конденсатор змінюється в часі, що і призводить до коливань у відборі головної фракції та періодичного збільшення альдегідів в епюраті (табл.2).

Для стабільної роботи ЕК по вилученню домішок під вакуумом кількість гріючої пари повинна компенсувати недогрів флегми до температури кипіння.

Зона введення води на гідроселекцію та її кількість залежить від коефіцієнту ректифікації ключових домішок спирту.

Для підвищення вилучення кінцевих домішок (метанол) воду на гідроселекцію доцільно подавати в зону нижче тарілки живлення.

При вилученні головних і проміжних домішок воду на гідроселекцію необхідно подавати у верхню частину колони, при цьому над тарілкою живлення утворюється зона концентрування верхніх проміжних домішок, звідки їх доцільно відводити в кількості 1,0...2,0 % від абсолютного алкоголю бражки.

Диференційований ввід води на гідроселекцію дозволяє моделювати якісні показники ректифікованого спирту в залежності від вимог замовника.

Дослідження роботи епюраційної колони під тиском, нижчим за атмосферний у виробничих умовах довели можливість не тільки зменшити витрати гріючої пари з 10 – 12 кг/дал до 6,0 кг/дал, а і стабільно отримувати ректифікований спирт підвищеної якості „Люкс”.

---

Технічні рішення, наведені в статті, захищені патентами на винаходи, їх використання дозволяється із дотриманням чинного Законодавства України.



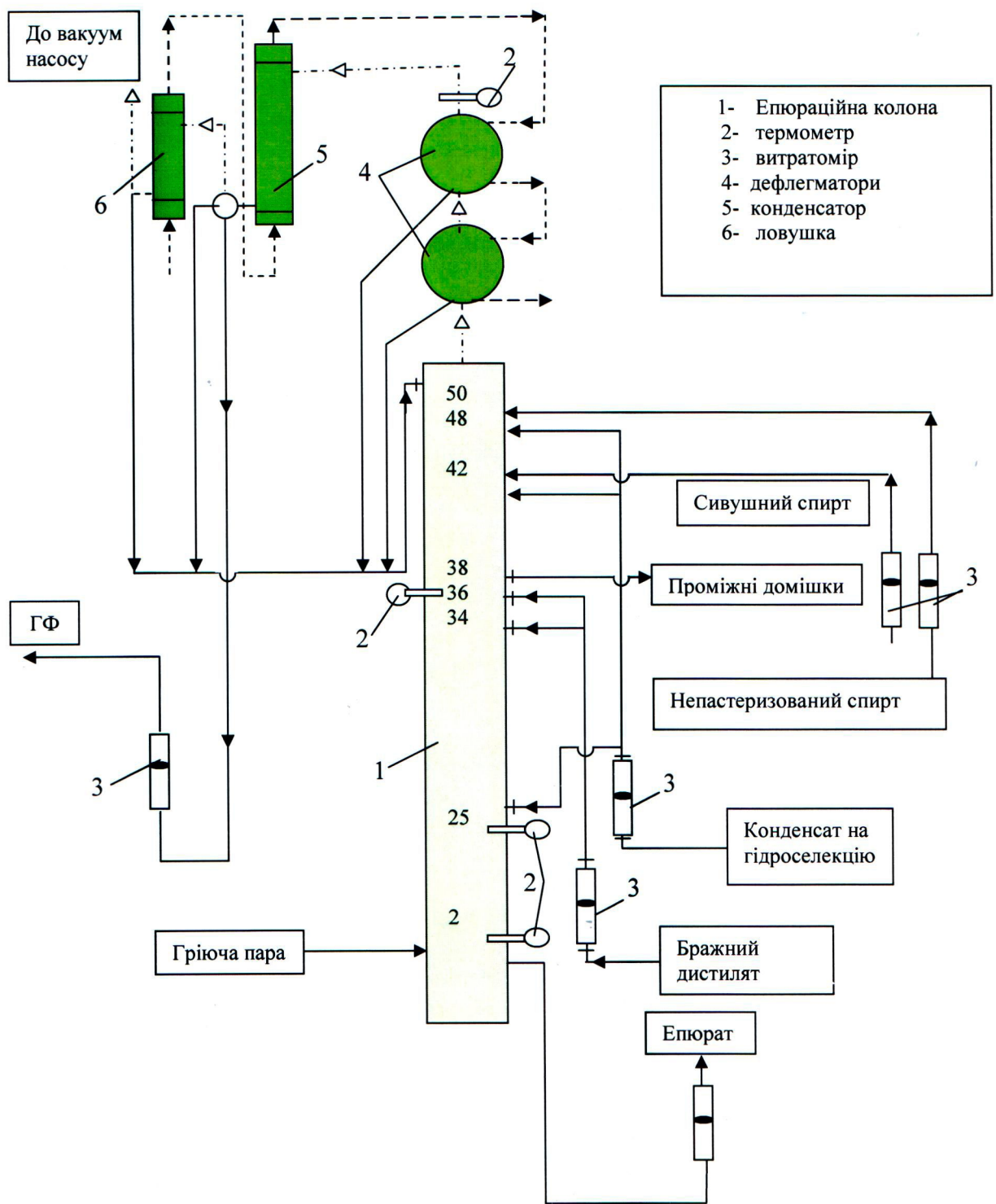


Рис. 1. Апаратурно-технологічна схема елюрації при тиску нижче за атмосферний