

Гуцько О.М., Шиян П.Л.

Гуцько А.Н., Шиян П.Л.

Gynko Alexandr, Shiyan Peter

Енергозберігаюча технологія брагоперегонки в спиртовому виробництві

Энергосберегающая технология брагоперегонки в спиртовом производстве

Energy-saving technology of distillation in spirit industry

Одним із основних завдань спиртової галузі є максимальне зниження енергоємності виробництва. Пропонується енергозберігаюча технологія брагоперегонки під вакуумом на типовій брагоректифікаційній установці непрямої дії потужністю 3000 дал/добу.

Одной из основных задач спиртовой промышленности является максимальное снижение энергоемкости производства. Предлагается энергосберегающая технология брагоперегонки под вакуумом на типовой брагоректификационной установке непрямого действия производительностью 3000 дал/сут.

One of the primary goals of spirit industry is the maximal decrease in power consumption of manufacture. The energy-saving technology of distillation under vacuum on typical distillery is offered to installation of indirect action by productivity 3000 dal on the day.

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

Ключевые слова: спирт этиловый, бражной дистилят, брагоректификационная установка, головные примеси, промежуточные примеси, сивушная фракция.

Key words: spirit ethyl, бражной distillate, wash distillate, heads fraction, intermediate fraction, fusel fraction.

У відповідності з Указом Президента України “Про невідкладні заходи щодо забезпечення ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів” №174/2008 від 28.02.2008 року, Кабінету Міністрів України доручено розробити з урахуванням відповідних норм і правил Європейських Співтовариств та внести до 1 жовтня 2008 року на розгляд Верховної Ради України проект загальнодержавної програми ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів в якому передбачити запровадження системи показників енергоефективності та їх моніторингу, визначення таких показників для різних сфер економіки держави та споживачів паливно-енергетичних ресурсів.

Природно, що підприємства з низькою енергоефективністю не витримають конкуренції і будуть усунені з ринку.

Тому одним із основних завдань спиртової галузі, яка є однією із найбільш енерговитратних в Агропромисловому комплексі України, є максимальне зниження енергоємності виробництва.

Основним споживачем енергоносіїв в спиртовому виробництві є брагоперегонка. Бражні колони застосовуються для вилучення спирту із бражки, що надходить до колони. В цих колонах проходить також вивільнення спирту від супутніх хвостових домішок, в основному органічних кислот, які негативно впливають на органолептичні показники готової продукції.

До складу бражного дистиляту, який отримують в процесі брагоперегонки, окрім водно-спиртових конденсатів, що надходять з бражного підігрівача та його водяної секції, входять також конденсати, збагачені органічними домішками із конденсатора сепаратора CO₂, конденсатора бражної колони та спиртовловлювача. В інших колонах брагоректифікаційної установки проводиться концентрування та вилучення органічних домішок, які надходять з бражним дистилятом.

Основним завданням енергетичної оптимізації бражної колони є визначення оптимальної температури на тарілці живлення, витрати гріючої пари в залежності від умов роботи, а також ефективність вилучення спирту, органічних домішок, що надходять із бражкою, підсивушною водою екстрактору сивушного масла, водно-

спиртовою рідиною із спиртовловлювача бродильного відділення, а також з кубовою рідиною розгінної колони, які збагачені органічними сполуками.

При перегонці розведених бражок зі зниженою концентрацією спирту в бражний дистилят переходить більше органічних кислот і менше метанолу, ніж при переробці концентрованих бражок. При цьому зниження температури бражки, що поступає до колони, призводить до збільшення вмісту в бражному дистиляті як органічних кислот, так і метилового спирту.

Якщо брагоперегонка здійснюється при атмосферному тиску, нагрів бражки до температури кипіння може призвести до понаднормативних втрат спирту з бардою. Особливість роботи бражної колони полягає в тому, що сама бражка є флегмою, яка забирає на себе частину тепла, що вводиться в колону. Однак не все тепло, що витрачається на підігрів бражки в колоні до температури кипіння пов'язане із збільшенням питомих енерговитрат на процес брагоперегонки. При підігріві до температури кипіння бражка збагачується спиртом за рахунок конденсації водно-спиртових парів, що піднімаються із нижніх тарілок. Як наслідок, чим більше бражка недогріта до температури кипіння, тим більший вміст спирту в бражному дистиляті.

В типових БРУ обігрів бражних колон здійснюється гострою парою безпосередньо через барботер, в результаті тепловий потік конденсату гріючої пари відводиться з технологічного циклу з бардою, збільшуючи загальну енергоємність виробництва. При цьому необхідні додаткові витрати на підготовку пом'якшеної води для парових котлів та її нагрів до 102-104°C, а також видування шламів солей із котла з температурою 156-174°C.

Змішування барди з конденсатом гріючої пари і кубовою рідиною, яка поступає в бражну колону із розгінної колони збільшує кількість барди у середньому на 20% та зменшує в ній концентрацію сухих речовин, що в свою чергу, вимагає додаткових витрат на концентрування та утилізацію барди.

При відкритому обігріві бражної колони з гріючою парою можуть вноситись леткі органічні домішки, для концентрації і вилучення яких потрібна додаткова витрата пари.

Пропонується енергозберігаюча технологія брагоперегонки під вакуумом (- 3,7 – 4,0 м. вод. ст. у верху колони) на типовій брагоректифікаційній установці непрямої дії (БРУ ВВД) потужністю 3000 дал/добу (рис1).

Підігрів бражки здійснюється водно-спиртовою парою, що виходить із бражної колони в двох підігрівачах бражки ($F = 2 \times 40 \text{ м}^2$) до температури 78 °С. Швидкість бражки в трубах підігрівача становить 1,2 – 1,3 м/с.

В таблиці 1 наведено розрахунок коефіцієнту теплопередачі (К) у верхньому та нижньому барабанах бражного підігрівача.

Таблиця 1

Параметр	Розмірність	Нижній підігрівач	Верхній підігрівач
$\Delta t_{cp} = \Delta t_b - \Delta t_m / (2,3 \lg(\Delta t_b / \Delta t_m))$	°С	$(80-74) - (80,6-78) / 2,3 \lg(80-74) / (80,6-78) = 5,4$	$(77-31,5) - (80-74) / 2,3 \lg(77-31,5) / (80-74) = 19,5$
$Q = G \cdot C \cdot (t_1 - t_2)$	кДж/год	276709	2940033
$K = Q / F \cdot \Delta t_{cp}$	кДж/м ² · град	$276709 / 40 \cdot 5,4 = 1281$	$2940033 / 40 \cdot 19,5 = 3769,2$

Де : К- коефіцієнт теплопередачі, кДж/м² · град;

F - площа робочої поверхні стінки, м²;

Δt_{cp} - середня логарифмічна різниця температур між продуктом і робочою рідиною, °С;

Q – тепловий потік для нагріву бражки, кДж;

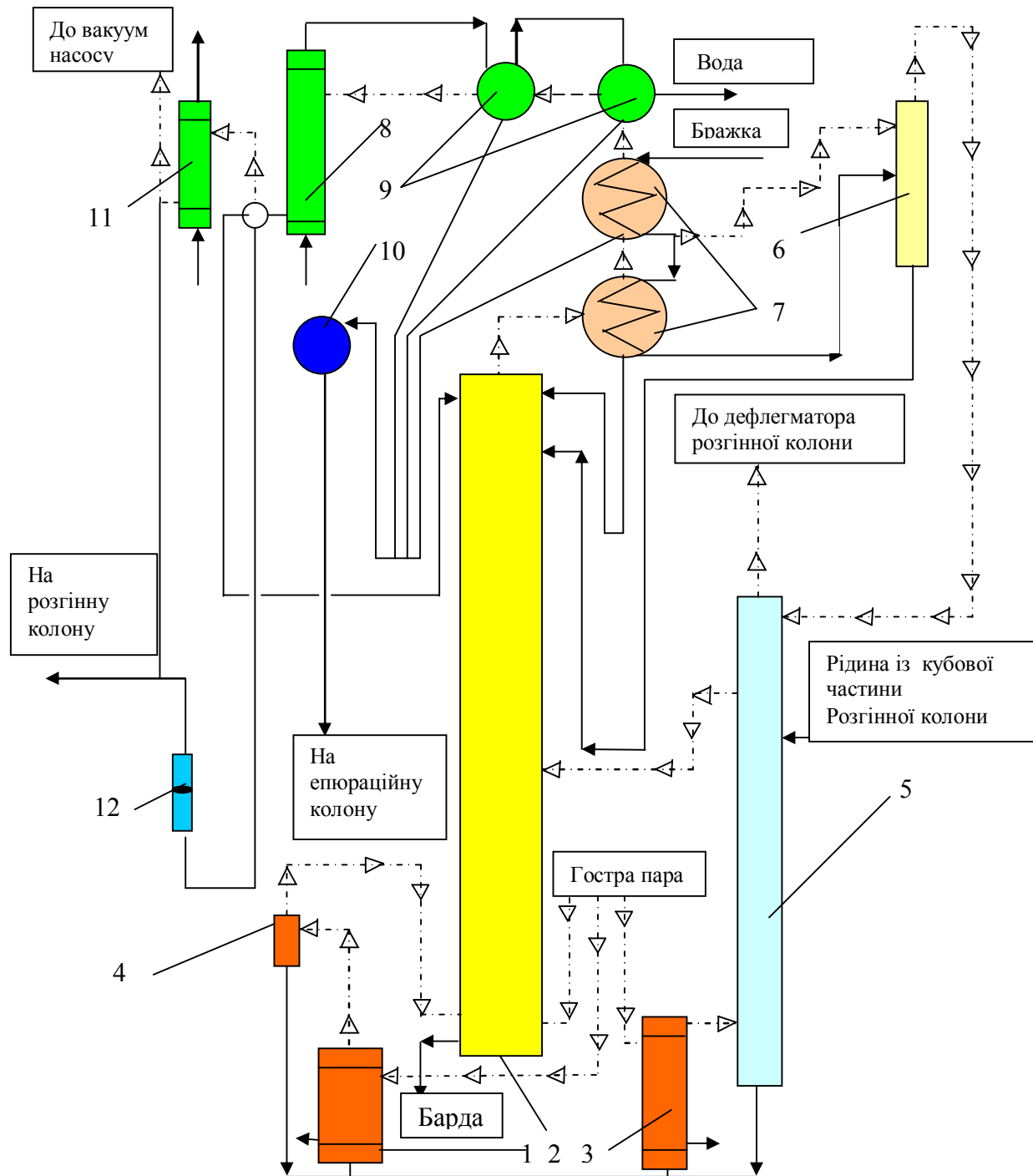
G – кількість бражки – 18000 кг/год;

C – теплоємність бражки, 3,84 кДж/кг·град;

Δt_b – більша різниця температур, °С;

Δt_m - менша різниця температур, °С

Рис.1 Енергозберігаюча технологія брагоперегонки під вакуумом.



. 1- випаровувач БК, 2- бражна колонна 3 - випаровувач концентраційної колони, 4-сепаратор, 5- колона концентраційна, 6- сепаратор CO₂, 7- підігрівачі бражки, 8- конденсатор, 9- водні секції бражного підігрівача, 10-збірник бражного дистилляту, 11- спиртовловлювач, 12- витратомір домішок.

З таблиці 1 видно, що ефективність теплопередачі в нижньому барабані бражного підігрівача майже втричі менша, ніж у верхньому (коефіцієнт теплопередачі 1280 кДж/м²·град та 3769 кДж/м²·град відповідно), що можна пояснити тим, що із бражки, підігрітої до температури, близької до її температури кипіння проходить виділення вуглекислого газу і летких домішок, які вже в другому підігрівачі переходять у паро-газову фазу. В результаті різко погіршується коефіцієнт теплопередачі в нижньому підігрівачі.

Для покращення умов теплообміну доцільно відводити вуглекислий газ з магістралі, по якій рухається бражка, між підігрівачами, тобто в два етапи – після кожного барабану бражного підігрівача.

При визначенні оптимальної витрати пари на бражну колону, яка працює під вакуумом, необхідно враховувати охолодження бражки в сепараторі CO₂ за рахунок часткового самовипаровування, пов'язане з перепадом тиску в сепараторі CO₂ ($P_{\text{абс}} \approx 0,5$ бар) та комунікації бражки ($P_{\text{абс}} \approx 2,0$ бар). При цьому утворюється певна кількість водно-спиртової пари, збагаченої органічними домішками, які негативно впливають на якість спирту.

За рахунок гідравлічного опору, що існує між сепаратором CO₂ і верхом бражної колони, температура бражки, що виходить з сепаратора CO₂ завжди менша, ніж температура на тарілці живлення цієї колони.

Необхідну кількість пари, яка виділяється в сепараторі CO₂ та температуру бражки регулюють визначеним значенням вакууму в ньому.

Водно-спиртова пара, збагачена органічними домішками, відводиться безпосередньо в розгінну колону без попередньої конденсації (як в типових БРУ), що не потребує додаткового тепла на нагрів її конденсату і його випаровування.

З конденсатору та спиртовловлювача бражної колони відбираються фракції, збагачені головними домішками, які відводяться у розгінну колону. Таким чином домішки, які вилучаються під час брагоперегонки, відокремлюються від основної

маси бражного дистиляту. Це дозволяє зменшити витрату гріючої пари на епюрацію та покращити якість товарного спирту.

Введення у бражну колону кубової рідини розгінної колони з незначним вмістом спирту зменшує концентрацію сухих речовин в післяспиртовій барді, що викликає додаткові енергетичні витрати на її концентрування та утилізацію.

Для запобігання зменшенню концентрації сухих речовин в барді до технологічної схеми включено концентраційну колону, в якій відбувається концентрування спирту, що у вигляді водно-спиртової пари вводиться у середню частину бражної колони.

Для рекуперації вторинної теплоти післяспиртової барди вона використовується для обігріву колони кінцевої очистки (Рис. 2). Рециркуляція барди здійснюється за допомогою відцентрового насосу.

Подальша рекуперація теплоти барди здійснюється в рекуперативних теплообмінниках для підігріву бражки, зернового замісу або води для парового котла.

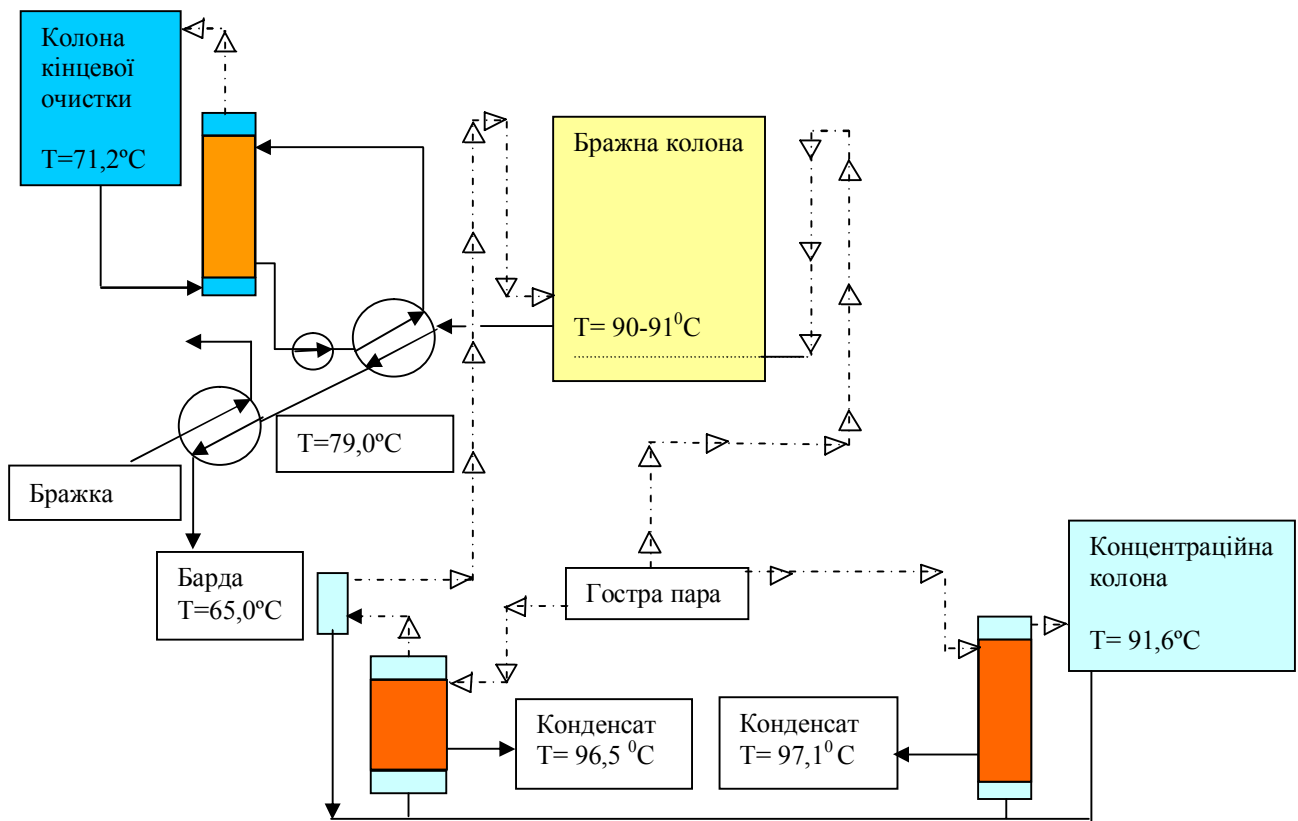


Рис. 2. Параметри рекуперативного обігріву бражної, концентраційної колони та колони кінцевої очистки.

Обігрів бражної та концентраційної колон здійснюється через кип'ятильники-випаровувачі.

З'єднання колон, що працюють під різними тисками паровими та рідкими зонами через кип'ятильники-випаровувачі потребує раціональних технічних рішень. В даному випадку кип'ятильник-випаровувач живиться кубовою рідиною із концентраційної колони. При дефіциті рідини для живлення кип'ятильника-випаровувача бражної колони в автоматичному режимі відкривається клапан на подачу потрібної кількості гострої пари безпосередньо на барботер колони.

Висновки:

- З метою зменшення вмісту хвостових домішок в бражних дистилятах слід уникати перегонки бражок з низькою концентрацією спирту, стабілізувати температуру бражки на вході в бражну колону.
- Для інтенсифікації процесу теплопередачі в бражному підігрівачі необхідно забезпечити додаткове вилучення CO₂ з бражки перед введенням її в другий по ходу бражки барабан.
- Температуру, до якої потрібно підігрівати бражку при роботі бражної колони під вакуумом, величину вакууму в сепараторі вуглекислого газу визначають в залежності від кількості органічних домішок, що необхідно відібрати з сепаратора CO₂.
- Для покращення якості ректифікованого спирту та зменшення енерговитрат на епюрацію органічні домішки, що вилучаються в конденсаторі бражної колони, спиртоуловлювачі та сепараторі CO₂ необхідно відокремлювати від основного потоку бражного дистиляту.
- Використання концентраційної колони виключає зменшення концентрації сухих речовин барди водою, яка подається на гідроселекцію та екстракцію сивушного масла.

Література.

1. Цыганков П.С., Цыганков С.П. Руководство по ректификации спирта. – М.: Пищепромиздат, 2001. - 400 с.
2. Маринченко В.О., Домарецький В.А., Шиян П.Л., Швець В.М., Цыганков П.С., Жолнер І.Д. Технологія спирту. Вінниця; Поділля, 2003. - 496с.