

І. Гулий, А. Українець, П. Шиян, В. Сизько, І. Жолнер, В. Сосницький, В. Артюхов  
А. Михайлів

И. Гулий, А. Украинец, П. Шиян, В. Сизько, И. Жолнер, В. Сосницький, В.  
Артюхов, А. Михайлов

Hyliy Ivan, Ukrainecs Anatoliy, Shiyany Peter, Zholner Ivan, Sosnickiy Vitaliy, Artychov  
Vladimir, Michayliv Andriy

## **Шляхи підвищення якості ректифікованого спирту в процесі брагоректифікації**

Пути повышения качества ректификованного спирта в процессе  
брагоректификации

Ways of improvement of quality rectified spirit during rectification

Запропоновані схеми ректифікаційної установки з цільовим вилученням верхніх проміжних домішок та концентруванням нижніх проміжних домішок, які дозволяють суттєво підвищити якість спирту на діючих брагоректифікаційних установках.

Предложены схемы ректификационной установки с целевым извлечением верхних промежуточных примесей и концентрированием нижних промежуточных примесей, позволяющие существенно повысить качество спирта на действующих брагоректификационных установках.

Schemes of distiller with target extraction of the heads intermediate fraction and concentrate the bottom intermediate fraction are offered, allowing essentially to raise quality of spirit on operating distiller.

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

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

**Key words:** distiller, heads fraction, intermediate fraction, fusel fraction.

Для отримання високоякісних спиртів типу “Люкс” або “Абсолют” в країнах заходу використовують 4-х, 5-ти або 6-ти колонні брагоректифікаційні установки (БРУ).

На вітчизняних спиртових заводах в переважній більшості експлуатуються 3-колонні БРУ, потужність яких зменшується на 40-50%, а в деяких випадках навіть і більше при стабільному виробництві спирту підвищеної якості. Це потребує збільшення питомої витрати енергоносіїв та інших складових собівартості продукції.

Останнім часом науковцями і виробничниками запропоновані заходи, які дозволяють суттєво підвищити якість спирту на діючих БРУ [1]. Головне в цих заходах, це:

- збільшення тарілок в епюраційній колоні з 39-41 до 50-52 з перерозподілом кількості тарілок у відгонній та концентраційній частині;
- подача бражного дистиляту в епюраційну колону в зони з відповідною концентрацією спирту;
- поглиблена гідроселекція домішок в епюраційній колоні з одночасною дефлегмацією в бражній колоні;
- збільшення кількості тарілок в концентраційній частині спиртової колони, в тому числі і пастеризаційній частині;
- виробництво ВКДС.

Збільшення кількості тарілок в концентраційній частині спиртової колони залежить від того, яку групу домішок необхідно вилучити. Кількість тарілок в зоні пастеризації розраховується за методикою, запропонованою в НУХТ.

$$\text{Ефект пастеризації: } \lambda = \frac{\alpha_e - \alpha_n}{\alpha_e} = 1 - \frac{1}{R \cdot (K^1 - 1) + K^1}$$

де  $\alpha_e$  та  $\alpha_n$  – вміст ключової домішки відповідно в епюраті та пастеризованому спирті;

$R$  – флегмове число спиртової колони;

$K^1$  – коефіцієнт ректифікації ключової домішки.

Необхідний мінімум теоретичних тарілок (т.т.) в зоні пастеризації визначають за рівнянням:

$$n = \frac{\lg \left\{ \frac{D}{H} [R(K^1 - 1) + K^1 - 1] \right\}}{\lg K^1},$$

де  $D$  та  $H$  – кількість дистиляту та непастеризованого спирту у відсотках.

В разі, коли ключовою домішкою спирту є оцтовоетиловий ефір, коефіцієнт ректифікації якого в зоні концентрованого спирту дорівнює 2,0, при  $R=3,5$  та кількості непастеризованого спирту 1% від ректифікованого, необхідна кількість теоретичних тарілок в зоні пастеризації розраховується за формулою:

$$n = \frac{\lg \left\{ \frac{100}{1} [3,5(2 - 1) + 2 - 1] \right\}}{\lg 2} = 8,8 \text{ теоретичних тарілок (т.т.).}$$

В зв'язку з тим, що ефект концентрування в дефлегматорі та конденсаторі дорівнює приблизно 2 т.т., мінімальна кількість тарілок вище зони відбору ректифікованого спирту повинна бути 6,6, що при ККД тарілки 0,5 відповідає 13 реальним тарілкам.

Коли денатуруючою домішкою є метиловий спирт ( $K^1=1,6$ ), кількість реальних тарілок для тих же умов повинна дорівнювати 20.

При збільшенні відбору непастеризованого спирту до 3 % кількість тарілок в зоні пастеризації для оцтовоетилового ефіру та метанолу складає відповідно 10 та 14.

При відборі непастеризованого спирту 5% кількість тарілок в зоні пастеризації зменшується до 9 - для оцтовоетилового ефіру і до 10 - для метанолу.

Збільшення відбору непастеризованого спирту знижує концентрацію ректифікату та потужність установки в цілому.

Для зменшення кількості проміжних домішок, особливо верхніх (сивушний спирт), необхідно максимально збільшити відстань від зони накопичення сивушного спирту до зони відбору ректифікату, для чого перенести відбір пастеризованого спирту на 4-8 тарілок вище.

Збільшення відстані від зони накопичення цих домішок до тарілок відбору ректифікованого спирту за рахунок збільшення загальної кількості тарілок в спиртовій колоні, в тому числі і в зоні пастеризації, дозволяє суттєво підвищити якість спирту за рахунок зменшення вмісту проміжних і головних домішок.

На рис.1 наведена ректифікаційна установка з цільовим вилученням верхніх проміжних домішок.

При регламентному режимі роботи спиртової колони верхні проміжні домішки, перш за все н.пропіловий спирт, складні ефіри спиртів та органічних кислот, що мають температуру кипіння в межах 90-95<sup>0</sup>С, а їх азеатроп з водою – 86-90<sup>0</sup>С, накопичуються у відповідній цим температурам зоні 17-23 тарілок. При недостатньому виведенні цих домішок з колони їх концентрація збільшується, зона накопичення розтягується і досягає тарілок відбору готового продукту.

Для запобігання проникнення верхніх проміжних домішок до зони відбору ректифікованого спирту в установці передбачено їх відбір в кількості 5-10% від абсолютного алкоголю з подальшим концентруванням в розгонній колоні за рахунок глибокої гідроселекції.

Установка працює наступним чином.

Верхні проміжні домішки (сивушний спирт) відбираються із зони їх максимального накопичення – 17-23 тарілки спиртової колони. Сивушний спирт відбирається в паровому стані, його відбір регулюється відповідними кранами.

Пари сивушного спирту проходять через паросепаратор 7 і конденсуються у конденсаторі 8. Рідина, яка відділяється від пари в сепараторі 7 повертається на 16-17 тарілки спиртової колони 1.

Конденсат сивушного спирту подається на тарілку живлення (18-20) розгонної колони, яка має 30-40 тарілок.

До розгонної колони подається гаряча лютерна вода у кількості 8-12 об'ємів до кількості сивушного спирту.

В розгонній колоні застосовано принцип екстрактивної ректифікації. Етиловий спирт екстрагується водою, яка подається на верхню тарілку колони 4 і разом з нею поступає до її кубової частини. Проміжні домішки в зоні низьких концентрацій етанолу мають більший коефіцієнт ректифікації, ніж етиловий спирт, тому вони прямують до верхніх тарілок розгонної колони, звідки через дефлегматор 5 та конденсатор 6 відводяться з установки у кількості 0,1-0,3% від абсолютного алкоголю.

Установка обладнана вузлом відбору нижніх проміжних домішок - сивушного масла, яке відбирається з 5-11 тарілок спиртової колони.

Конденсат пари сивушного масла подається через змішувач 12 та екстрактор 13 в маслопромивач 14. Підсивушна водно-спиртова рідина з маслопромивача відводиться паровим ежектором на 25-27 тарілку розгонної колони, що сприяє процесу гідроселекції етилового спирту.

Водно-спиртова рідина з концентрацією 5-8%об. етанолу подається на 12-14 тарілку спиртової колони.

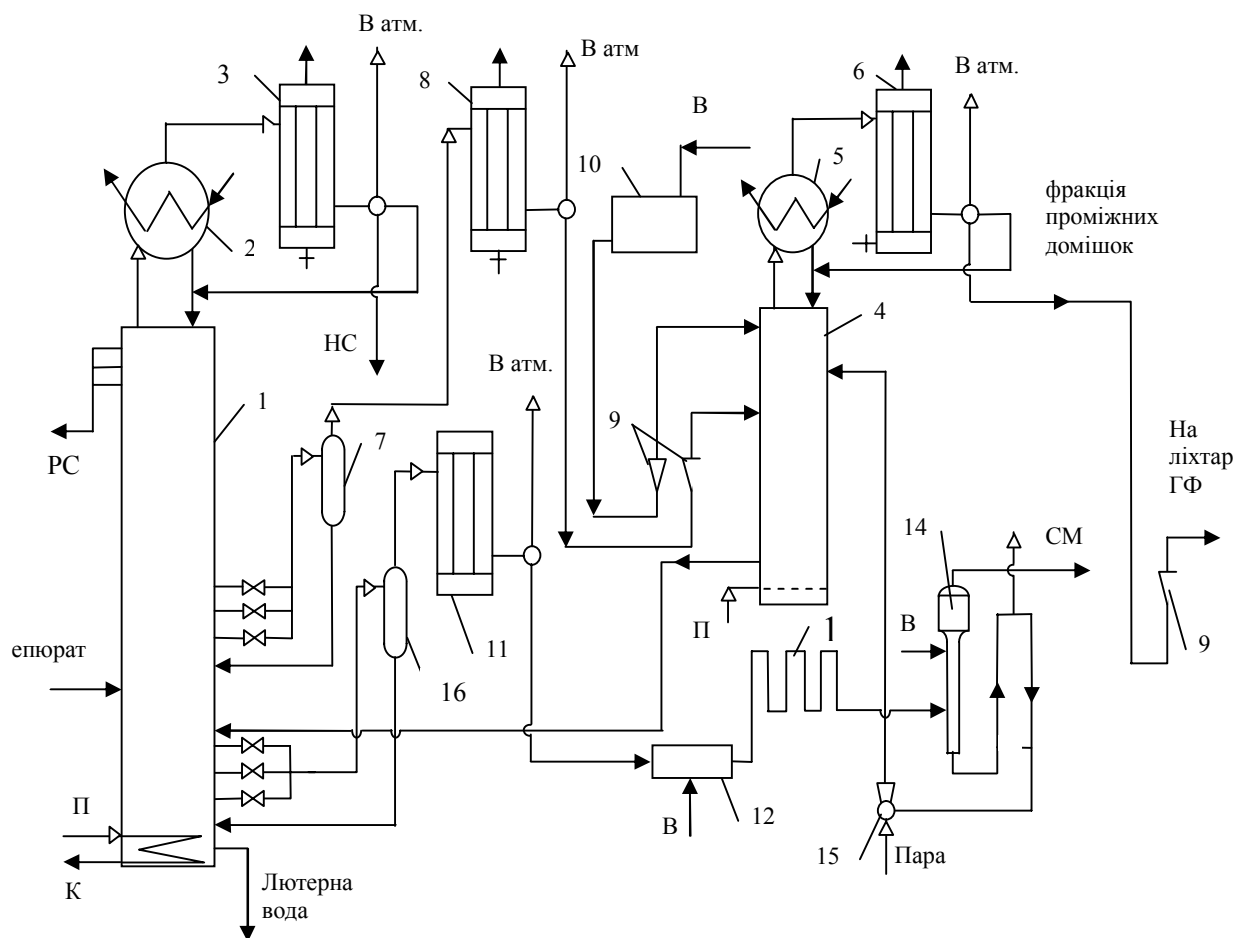


Рис. 1 Ректифікаційна установка з цільовим вилученням верхніх проміжних домішок.

1-спиртова колона; 2- дефлегматор спиртової колони; 3-конденсатор спиртової колони; 4- розгонна колона; 5-дефлегматор розгонної колони; 6-конденсатор розгонної колони; 7,16 -паросепаратор; 8-конденсатор сивушного спирту; 9-витратомір; 10-збірник води; 11-конденсатор сивушного масла; 12-змішувач; 13-екстрактор; 14- маслопромивач; 15-паровий ежектор.

Проміжні домішки з конденсатору 6 направляють через витратомір в головну фракцію. Таке технічне рішення дозволяє більш повно вилучити та зконцентрувати верхні проміжні домішки в процесі ректифікації та підвищити аналітичні та органолептичні показники якості спирту.

Якість спирту як за аналітичними, так і за органолептичними показниками, залежить також від організації відбору нижніх проміжних домішок – сивушного масла, конструкції та ефективності роботи сивухопромивача.

На рис.2 наведена схема вилучення та концентрування нижніх проміжних домішок.

Сивушна фракція в паровому стані відводиться із спиртової колони з зони накопичення сивушного масла. Температура пари сивушного масла

на вході до конденсатору-випаровувача знаходиться у межах 98-100<sup>0</sup>С. Для конденсації парів сивушної фракції використовується водно-спиртова рідина температурою 84-86<sup>0</sup>С, що надходить до нижньої частини трубного простору конденсатору-випаровувача з однієї з середніх тарілок спиртової колони. За рахунок теплоти конденсації парів сивушної фракції водно-спиртова рідина в міжтрубному просторі конденсатору-випаровувача закипає, а водно-спиртова пара, що виділилася, повертається до парової зони однієї з вищележачих тарілок. **Такий захід дозволяє повернути теплоту конденсації парів сивушної фракції до циклу ректифікації, а не відводити її з охолоджуючою водою, що дозволяє знизити як витрату пари на спиртову колону, так і витрату охолоджуючої води на процес.**

Емульгуючий пристрій 2 виконано у вигляді вертикального змішувача, в якому відбувається розділення сивушної фракції на легкий (збагачений сивушним маслом) шар та важкий (збагачений водою). Легкий шар (сивушне масло) “зависає” у секціях, в яких потік прямує зверху до низу, а важкий підсивушний шар розташовується у секціях, в яких потік рухається з низу до гори батареї (як це показано на рис.2). При такому розташуванні компонентів сивушної фракції у змішувачу в період імпульсного виносу з колони фракції, збідненої сивушним маслом (збагаченої водою), відбувається активна промивка завислого легкого шару водно-спиртовою рідиною; в період імпульсного викиду з колони фракції, збагаченої сивушним маслом, крізь шари важкої (водної) фракції у верхніх секціях батареї буде проходити легка (сивушна фракція). **В тому та інших випадках у вертикальному змішувачу буде відбуватися активне перемішування фракцій (емульгування), в результаті чого відбувається екстрагування етилового спирту та інших органічних домішок водою з сивушного масла.** По мірі накопичення сивушне масло буде переходити з однієї секції змішувача до іншої до тих пір, поки не потрапить до протиточно-екстракційної колонки 3, в якій відбувається остаточна екстракція спирту пом'якшеною або охолодженою лютерною водою, що поступає через ротаметр 7 та форсунку 4. Промивна вода з нижньої частини колонки 3 по трубопроводу поступає до ліхтаря-регулятора рівня 6. Ліхтар служить для регулювання шару рівня сивушного масла в протиточно-екстракційній колонці 3. Промивна вода виводиться з ліхтаря 6 по трубопроводу до спиртової колони 7. У декантаторі-відстійнику 5 промивне сивушне масло відстоюється, звільнюючись від завислих часток (крапель води). За рівнем сивушного масла спостерігають крізь оглядове вікно в декантаторі-відстійнику 5. Повітря, що знаходиться в установці, виводиться крізь відповідні повітряники.

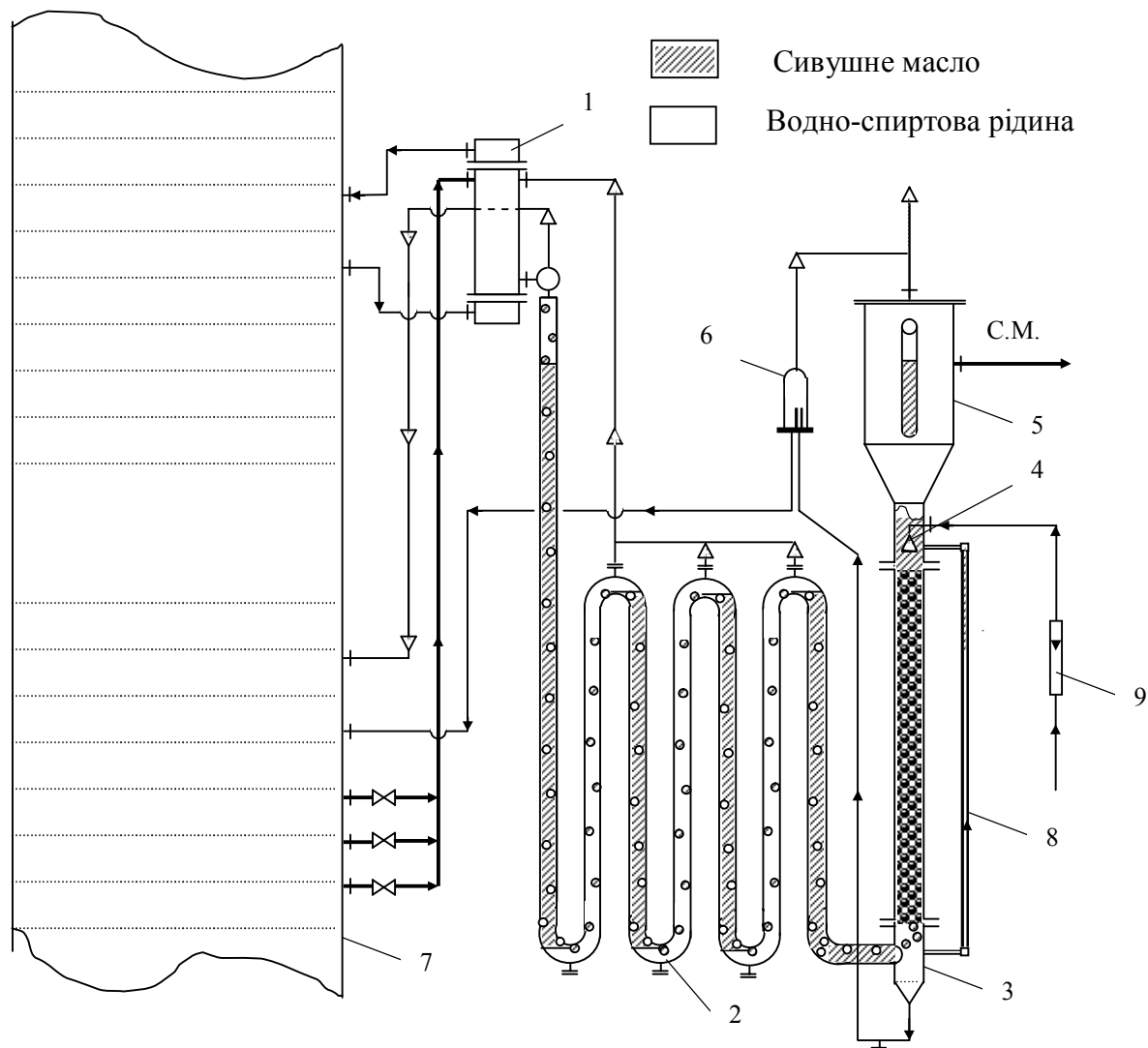


Рис. 2 Установа для виділення сивушного масла  
 1-конденсатор-випаровувач; 2-емульгатор; 3-протипливно екстракційна  
 колона; 4-форсунка; 5- декантатор-відстійник; 6-ліхтар; 7-спиртова колона;  
 8-водомірне скло; 9-ротаметр.

**Отримане в даній установці сивушне масло має підвищену якість при значному скороченні витрати пари та води.**

Більш детально прийоми підвищення якості спирту відображені в технологічному регламенті [2] і захищені патентами України на винаходи. Їх використання повинно здійснюватися за згодою авторів згідно закону України “Про авторські та суміжні права”.

## Література.

1. Технологія спирту /В.О.Марінченко, В.А. Домарецький, П.Л.Шиян, П.С. Циганков, В.М.Швець, І.Д.Жолнер. Під ред. проф. В.О.Марінченка.- Вінниця: Поділля-2000, -2003.-530 с.
2. Технологічний регламент енерго- та ресурсозберігаючої технології спирту етилового ректифікованого. Частина II.  
Брагоректифікація ТР У 00032744 - 2003р.
3. Циганков П.С. Ректификационные установки спиртовой промышленности.- М.: Легкая и пищ. пр-сть, 1984.- 336с.