

УДК 663.551

Булій Ю.В., к.т.н., Шиян П.Л., д.т.н., Куц А.М., к.т.н.

Національний університет харчових технологій (НУХТ), м. Київ, Україна

ІННОВАЦІЙНА ТА ЕНЕРГООЩАДНА ТЕХНОЛОГІЯ РЕКТИФІКАЦІЇ ЕТИЛОВОГО СПИРТУ

Вступ. В умовах зростаючих цін на енергоносії розробка енергозберігаючих технологій відноситься до першочергових та актуальних завдань спиртової промисловості. Ефективність роботи контактних пристроїв брагоректифікаційних установок (БРУ) знижують недостатній час контакту пари та рідини, а також перемішування рідини на суміжних тарілках. Використання тарілок з частковою компенсацією прямогоку не вирішує проблему. Для повного оновлення міжфазової поверхні на ступенях контакту, ідеального витіснення по парі та рідині, забезпечення ефективного масопереносу летких компонентів та виключення можливості перемішування рідини необхідною умовою є затримка рідини на тарілках до моменту, близького до рівноважного стану фаз. Час рідинної затримки визначається дослідним шляхом. У вищевказаних умовах зростає рушійна сила процесу масообміну через збільшення градієнту концентрацій летких компонентів, покращуються дифузійні характеристики тарілок, ефективність їх роботи, завдяки чому зменшуються загальні витрати гріючої пари на брагоректифікацію [1].

Актуальність теми обумовлена дослідженням ефективності технології ректифікації етилового спирту в режимі контрольованих циклів затримки і переливу рідини в процесі розгонки спиртовмісних фракцій, розподілення різних груп летких домішок по висоті розгінної колони та встановлення питомої витрати гріючої пари в розгінній колоні.

Матеріали та методи. Методи досліджень – аналітичні, хімічні, фізико-хімічні з використанням приладів та методик досліджень, що застосовуються у виробництві ректифікованого етилового спирту. Визначення концентрації летких домішок спирту здійснювали на газовому хроматографі з колонкою HP FFAP 50 m×0,32 m. Аналіз виконували згідно ДСТУ 4222:2003 «Горілки, спирт етиловий та водно-спиртові розчини. Газохроматографічний метод визначення вмісту мікрокомпонентів».

Результати та обговорення. Авторами запропонована технологія ректифікації з контрольованими циклами затримки рідини на ступенях контакту [2]. Для реалізації способу співробітниками ТОВ «ТІСЕР» в співпраці з науковцями кафедри біотехнології продуктів бродіння і виноробства НУХТ була виготовлена експериментальна розгінна колона (РК). Дослідження ефективності вилучення етилового спирту із головної фракції (ГФ) та спиртовмісних напівпродуктів брагоректифікації. проводились у виробничих умовах ДП «Лопатинський спиртовий завод». РК була оснащена рухомими переливними пристроями, з'єднаними з приводними механізмами, дія яких відбувалася відповідно до програми контролера, та лускоподібними тарілками з коаксіальним розташуванням лусок, що виключало односпрямованість руху рідини [3,4]. Робочий цикл включав час рідинної затримки та час переливу рідини. В кожному робочому циклі відбувалася зміна живого перерізу тарілок на 50 % в момент переливу рідини з верхніх тарілок на нижні. Під час відкриття переливних отворів миттєво зменшувалась швидкість пари в щілинах лусок, що призводило до проливу рідини.

Згідно технологічної схеми ГФ етилового спирту, погони із конденсаторів бражної колони, сепаратора CO₂, сивушний та непастеризований спирт надходили через відповідні витратоміри в передаточний збірник, в якому вони підігрівались теплом кубової рідини, і далі відцентровим насосом подавались на тарілку живлення РК. При цьому кубова рідина РК охолоджувалась до температури 89-90 °С і подавалась на верхню тарілку епюраційної колони для проведення гідроселекції. Для епюрації домішок в РК на її верхню тарілку

надходила гаряча пом'якшена вода із розрахунку, щоб концентрація етилового спирту в кубовій рідині становила 5...6 % об. Загальні витрати спиртовмісних фракцій становили 195 дм³/год, міцність погонів – 82,0 % об. З них: ГФ етилового спирту – 40 дм³/год (6,4 % від кількості ректифікованого спирту), погону із конденсатора бражної колони – 90 дм³/год (14,5 %), із конденсатора сепаратора CO₂ – 25 дм³/год (4,0 %), сивушного спирту – 40 дм³/год (6,4 %). Витрати гріючої пари не перевищували 220 кг/год, час затримки рідини на тарілках дорівнював 20 сек., час переливу – 2 сек. Тиск в кубовій частині колони становив 17,5 кПа, у верхній частині – 2...5 кПа. Температура у нижній частині колони коливалась в межах 101...103 °С, у верхній її частині – 90...91 °С. Концентрат естери-сивушний (КЕС) відбирали в кількості 0,24 % (1,5 дм³/год) із конденсатора РК. Після хроматографічного аналізу дослідних проб були побудовані графіки розподілення альдегідів, естерів, спиртів сивушного масла, етилового та ізопропілового спиртів по висоті РК (рис. 1, 2, 3).



Рисунок 1 – Розподілення головних домішок по висоті РК

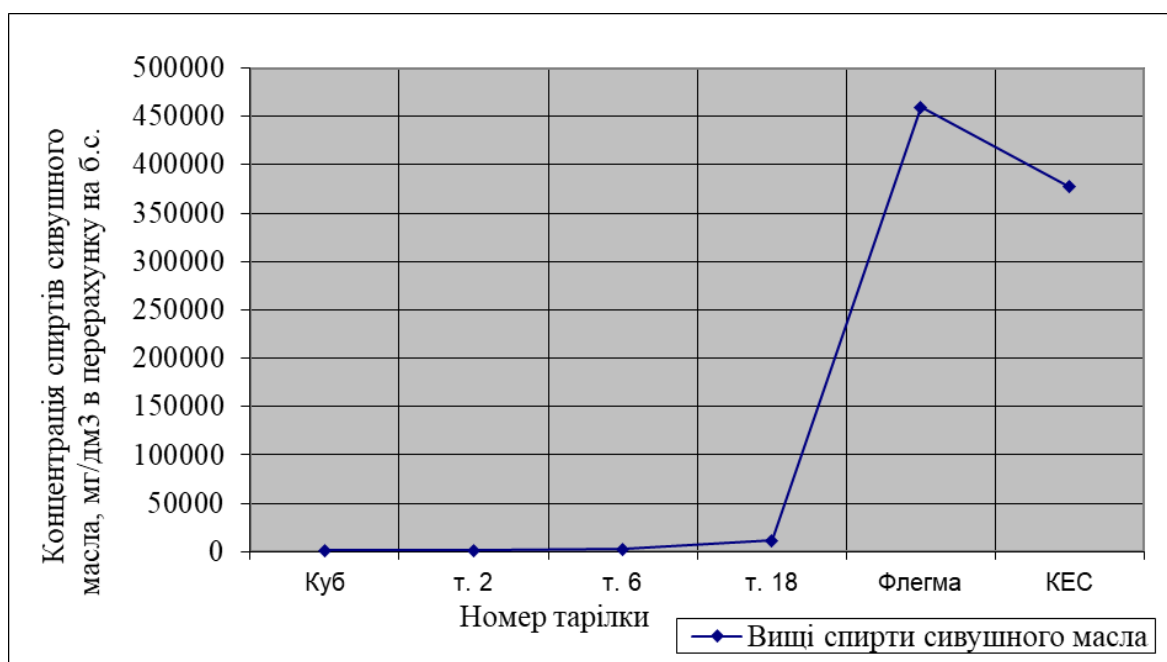


Рисунок 2 – Розподілення вищих спиртів сивушного масла по висоті РК

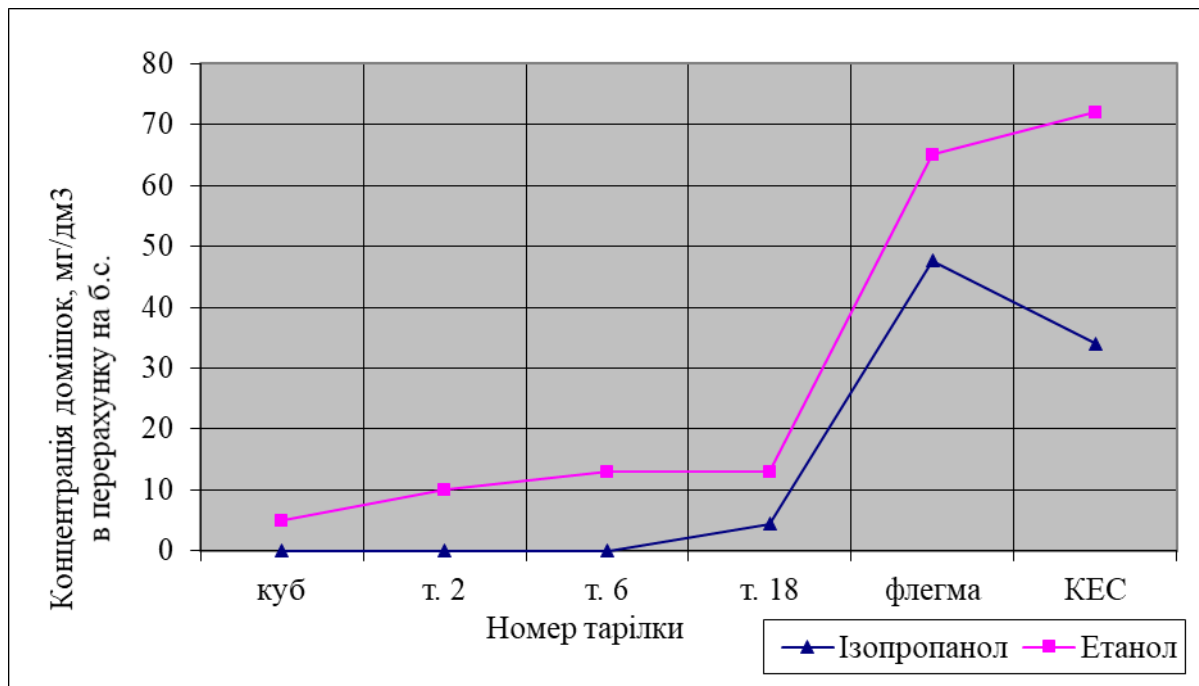


Рисунок 3 – Розподілення етилового та ізопропілового спиртів по висоті РК

Аналіз отриманих результатів показав, що при подовженні часу перебування рідини на тарілках РК до 20 сек. разом з головними ефективно вилучаються і проміжні домішки, а також ізопропіловий спирт, присутність якого навіть в мізерних кількостях приводить до суттєвого погіршення якості спирту етилового ректифікованого. Альдегіди та етиловий спирт максимально концентрувались в конденсаторі РК, тоді як естери, вищі спирти сивушного масла та ізопропіловий спирт – в дефлегматорі колони. Для забезпечення ефективного видалення різних груп летких органічних домішок із зон їх найбільшого концентрування доцільним є включення в технологічну схему декантатора.

Практично доведено, що при вилученні етилового спирту із побічних продуктів та напівпродуктів брагоректифікації в режимі контрольованих циклів затримки та переливу рідини витрати гріючої пари зменшуються майже на 30 % порівняно з типовими БРУ – до 14 кг/дал безводного спирту, введеного на тарілку живлення РК.

Висновок. Запропонована авторами технологія ректифікації етилового спирту в режимі контрольованих циклів затримки і переливу рідини є інноваційною і енергоощадною. Її використання дозволяє під час розгонки спиртовмісних побічних продуктів та напівпродуктів брагоректифікації ефективно видаляти разом з головними і проміжні домішки та ізопропіловий спирт із зменшенням питомих витрат гріючої пари майже на 30 %.

Література.

1. A.A. Kiss A.A. A control perspective on process intensification in dividing-wall columns / A.A. Kiss, C.S. Bildea. – Chemical Engineering and Processing: Process Intensification, 2011. – № 50. – P. 281-292.
 2. Патент України 89874 С2. Спосіб переливу рідини по тарілках колонного апарата у процесі масообміну між парою та рідиною / Дмитрук А.П., Черняхівський Й.Б., Дмитрук П.А., Булій Ю.В. – Заявлено 06.06.08; Опубл. 10.03.10, Бюл. № 5.– 4 с.
 3. Патент України 116565. Ректифікаційна колона з керованими циклами / Булій Ю.В., Шиян П.Л., Дмитрук А.П., Дмитрук П.А. – Заявлено 12.12.16; Опубл. 25.05.17, Бюл. № 10. – 5 с.
 4. Buliy Y. From experience of using mechatronics subsystems in rectification technology / Y. Buliy, P. Shiyan, A. Kuts A. // 8th Central European Congress on food 2016. – Food Science for Well-being (CEFood 2016): Book of Abstracts. – 23-26 May 2016. - К.: NUFT, 2016. – P. 237.
- Булій Ю.В., Шиян П.Л., Куц А.М., НУХТ, м. Київ, Україна
Інноваційна та енергоощадна технологія ректифікації етилового спирту.