

РОЗРОБКА РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЕТИЛОВОГО СПИРТУ-СИРЦЮ

Буряков В. Г.

РАЗРАБОТКА РЕКТИФИКАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭТИЛОВОГО СПИРТА-СЫРЦА

Буряков В. Г.

DESIGN OF DISTILLATION UNIT FOR PRODUCTION OF RAW ETHYL ALCOHOL

Buriakov V.

Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова
Національної академії наук України
Київ, Україна
volbur@ukr.net

На основі комп'ютерного моделювання визначено конструктивні та технологічні параметри ректифікаційної установки для виробництва етилового спирту-сирцю з мелясної та зернової бражки.

Ключові слова: ректифікація, ректифікаційна установка, колона, фазова рівновага, етиловий спирт, спирт-сирець, дистилят, відгонка, концентрація, витрата пари

На основе компьютерного моделирования определены конструктивные и технологические параметры ректификационной установки для производства этилового спирта-сырца из мелассной и зерновой бражки.

Ключевые слова: ректификация, ректификационная установка, колонна, фазовое равновесие, этиловый спирт, спирт-сырец, дистилят, отгонка, концентрация, расход пара

On the basis of computer modeling the design and technological parameters of the distillation unit for production of raw ethyl alcohol from molasses and grain mash. are determined.

Keywords: distillation, distillation unit, column, phase equilibrium, ethyl alcohol, raw alcohol, distillate, stripping, concentration, steam flow rate

Робота виконана в рамках участі у конкурсі, оголошеному Державним підприємством «Укрспирт», а саме «Виробництво спирту етилового-сирцю з мелясної бражки на підприємствах Тернопільської та Львівської області» (два підприємства) та «Виробництво спирту етилового-сирцю з крохмалевмісної (зернової) бражки на підприємствах Тернопільської та Львівської області» (вісім підприємств). За умовами конкурсу, витрата гріючої пари на ділянці виробництва спирту етилового-сирцю з мелясної бражки з вмістом спирту 12 % об. не повинна перевищувати 20 кг/дал; витрата гріючої пари на ділянці виробництва спирту етилового-сирцю з крохмалевмісної бражки з вмістом спирту 15 % об. не повинна перевищувати 20

кг/дал, об'ємна частка етилового спирту в спирті-сирці за температури 20°C не повинна бути менше 78,0 % об.

Нами була поставлена задача – розробити ректифікаційну установку для виробництва етилового спирту-сирцю з мелясної бражки, а також з зернової бражки, яка потребує найменших капітальних вкладень та забезпечує мінімальні поточні витрати, зокрема питому витрату пари на процес ректифікації.

В Інституті кібернетики імені В.М. Глушкова Національної академії наук України розроблено математичну модель процесу ректифікації багатокомпонентних сумішей, зокрема спиртового виробництва [1]. Складовою частиною моделі ректифікації є математична модель фазової рівноваги рідина – пара. В якості моделі для розрахунку коефіцієнтів активності використовувалась модель УНІКВАК [2]. Параметри молекулярної взаємодії компонентів розраховувались на основі експериментальних даних фазової рівноваги рідина – пара, за їх відсутності – за допомогою метода групових внесків УНІФАК.

Параметри молекулярної взаємодії компонентів визначались шляхом обробки експериментальних даних фазової рівноваги рідина – пара методом максимальної правдоподібності. Функція мінімізації містила експериментальні та розрахункові дані концентрацій компонентів в рідкій та паровій фазах, тиску та температури, а також похибки експериментальних вимірювань всіх змінних. Особливістю фазової рівноваги системи етиловий спирт – вода є те, що коефіцієнт випаровування (відношення концентрації компонента в паровій та рідкій фазах) для етилового спирту в діапазоні низьких концентрацій (від 0 до 1 % мас.) складає близько 12, при концентрації 10 % мас. дорівнює 7, а при концентрації 70 % мас. – 1,3. Значна похибка у розрахунках фазової рівноваги у діапазоні низьких концентрацій етанолу може призвести до значних помилок у визначенні конструктивних та технологічних параметрів ректифікаційної колони. Тому важливо, щоб модель якомога точно описувала фазову рівновагу насамперед в низькому діапазоні концентрацій етилового спирту, оскільки процес відгонки спирту з бражки відбувається за концентрації спирту на тарілках колони від 0 до 12–15 % об. В результаті було оброблено значну кількість експериментальних даних і знайдено параметри моделі, які забезпечують найвищу точність опису фазової рівноваги в діапазоні концентрацій від 0 до 78 % об.

Головним завданням було визначити оптимальну кількість тарілок в ректифікаційній колоні для забезпечення мінімальних капітальних і поточних (експлуатаційних) витрат.

За допомогою комп'ютерного моделювання було проведено дослідження залежності питомої витрати пари від кількості робочих тарілок у відгінній та концентраційній частинах колони при ефективності тарілок за Мерфі 0,5 (див. рис. 1).

При збільшенні кількості тарілок у відгінній частині питома витрата пари знижується, причому при кількості тарілок понад 30 це зниження несуттєве. Так, при міцності бражки 12 % об. при збільшенні кількості тарілок з 30 до 33 (на 10 %) зниження пари становить менше 1 %. Оптимальна кількість тарілок у відгінній частині колони становить 30–33.

Визначено оптимальну кількість тарілок у концентраційній частині колони, що становить 5–7.

Суттєвий вплив на питому витрату пари має температура бражки, яка подається в колону. Так, зниження температури бражки з 85 до 75 °C призводить до збільшення витрати пари на 5,3 %.

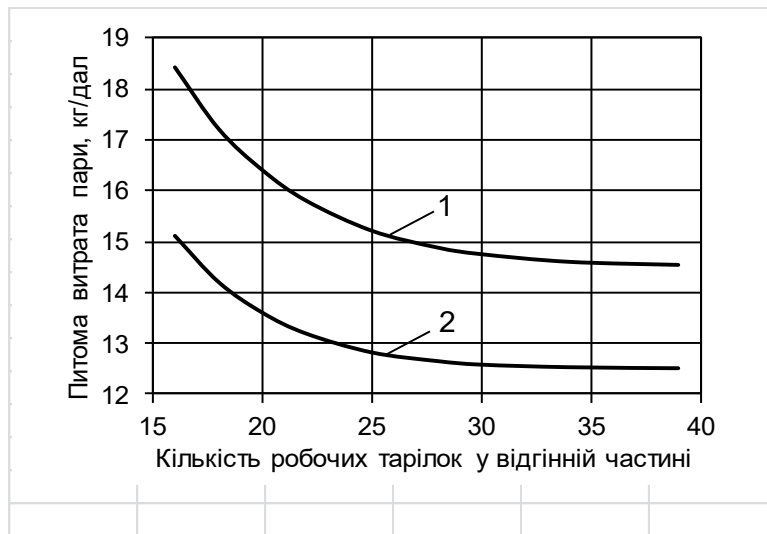


Рис. 1. Залежність питомої витрати пари від кількості тарілок у відгінній частині колонії: міцність бражки % об.: 1 – 12; 2 – 15

Зменшення ефективності тарілок з 0,5 до 0,4 призводить до збільшення питомої витрати пари на 4,5 %.

Таким чином, визначено оптимальні конструктивні та технологічні параметри ректифікаційної установки для виробництва етилового спирту-сирцю з мелясної та зернової бражки.

Література

1. *Буряков В.* Математична модель процесу ректифікації багатокомпонентних сумішей / В. Буряков, І. Сергієнко, О. Ходзінський // Харчова і переробна промисловість. – 2008. – № 2. – С. 16–17.
2. *Створення математичної моделі фазової рівноваги рідина – пара багатокомпонентних сумішей виробництва етилового спирту* / В. І. Артеменко, В. Г. Буряков, В. М. Головченко та ін. // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – 2008. – № 1. – С. 135–139.