

Таблиця 3

Хімічний склад столового виноградного вина, отриманого на виробничій та експериментальній лініях

Найменування компонентів	Виробнича лінія	Експериментальна лінія
Об'ємна частка етилового спирту, %	10,8-11,3	10,5-11,5
Масова концентрація титрованих кислот, г/л	9,0-9,4	8,8-9,2
Летучі кислоти, г/л	0,53-0,62	0,51-0,60
H ₂ SO ₄ (вільна), мг/л	10,52-11,2	10,3-11,0
H ₂ SO ₄ (загальна), мг/л	100,3-104,5	95-101
Альдегіди загальні, мг/л	151,2-163,0	142-151
Фенольні речовини, г/л	0,220-0,240	0,128-0,139
Активна кислотність, од. рН	3,1-3,2	3,2-3,3
Загальний азот, мг/л	316,0-350,0	271,0-280,0
Амінний азот, мг/л	198,0-211,0	159,0-181,0
Аміачний азот, мг/л	2,8-2,9	2,1-2,4

Сусло заводської лінії знаходилося у контакті з твердими частинами винограду довше, ніж у експериментальній лінії, тому в першому випадку вміст фенольних речовин у вині більший, ніж у зразку вина дослідної лінії.

Поряд з технологічними показниками було досліджено фізико-механічні властивості сировини при деформуванні та встановлено зв'язок між інтенсивністю деформування та якістю суслу.

Питома потужність та масова концентрація часточок, зважених у суслі, залежить від частоти коливань щоки.

Великий масив досліджень проведено у лабораторних та промислових умовах з процесів остаточного відбору суслу у шнекових пресах.

Створено методику досліджень. Розроблено ал-

горитми розрахунків комп'ютерної моделі процесів, які відбуваються у пресі. Винайдено гідрорегулятори до шнекових пресів та нові конструкції пресів. Застосовано методику досліджень за питомою потужністю. Отримано формули зміни тиску у початковому витку шнекового преса, проміжному та кінцевому витках, що дає змогу аналізувати та удосконалювати цей тип пресів.

У науково-дослідному інституті "Магарач" проведено значні роботи з розробки нових типів технологічного обладнання. Необхідно створити нову концепцію розвитку прогресивних технологій та обладнання, яка має базуватися на науковому підґрунті нашої країни та закордонному досвіді. Це робота перспективна та необхідна для розвитку науки та практики первинної переробки винограду.

Висновки.

1. Проаналізовано наукові та практичні здобутки у нашій країні за минулі роки.

2. Проаналізовано досвід переробки винограду у провідних країнах світу.

Доведено необхідність та актуальність подальших теоретичних та практичних досліджень технологій та обладнання первинної переробки винограду.

Поступила 09.2011

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Іваненко, А.В. Виноград – вино та інші перетворення [Текст] / А. В. Іваненко, К. М. Тенюх – О.: Астропринт, 2007-808с.
2. Іваненко, А.В. Технологическая механика переработки винограда [Текст] / А.В. Іваненко, К.М. Тенюх, Ю.Н. Ртишев – О.: Астропринт, 2000-304с.

УДК663.551.2:66.011

БУРЯКОВ В.Г. головний інженер-програміст

Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова Національної академії наук України

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ БРАЖНОЇ КОЛОНИ

Проведено математичне моделювання роботи бражної колони з відгінною та концентраційною частинами. Визначено оптимальні параметри роботи колони. Досліджено вплив ефективності тарілок на питому витрату пари та міцність бражного дистилату.

Ключові слова: етиловий спирт, оптимальні параметри, відгінна та концентраційна частини, тарілка.

Mathematical modeling of the operation of mash column with stripping and concentrating parts is executed. Optimal parameters of the column are calculated. Influence of plate efficiencies on specific expense of steam and concentration of distilled product is discarded.

Keywords: ethylalcohol, optimal parameters, stripping and concentrating parts, plate.

Бражна колона призначена для виділення з бражки етилового спирту. Оптимальні конструктивні і технологічні параметри бражної колони впливають на економічність роботи брагоректифікаційної установки. Хоча основне очищення спирту від домішок здійснюється в інших колонах, в бражній колоні можуть бути створені передумови для ефективного виділення домішок в епюраційній та інших колонах.

Бражна колона має відгінну частину для видалення з бражки етилового спирту. Бражна колона може мати ще й концентраційну частину для зміцнення

бражного дистилату. В цьому випадку частина рідинного потоку з підігрівача бражки та (або) конденсатору повертається на верхню тарілку. Нами розглянуто роботу бражної колони як лише з відгінною, так і з концентраційною частиною. Проведено дослідження впливу кількості робочих тарілок у відгінній частині бражної колони на питому витрату пари і концентрацію спирту в бражному дистилаті.

Розрахунки проводилися за допомогою розробленої нами математичної моделі ректифікаційних колон [1, 2]. Модель дозволяє проводити розрахунки при будь-якій кількості тарілок та компонентів, при будь-якому числі живлень та відборів з рідкої та парової фаз, враховує ефективність реальних тарілок. В моделі передбачено як закритий обігрів, так і відкритий обігрів колони. Розрахунок коефіцієнта випаровування проводився на основі умови фазової рівноваги рідина – пара [4]. Для розрахунку коефіцієнтів активності було використано рівняння УНІКВАК. Параметри молекулярної взаємодії розраховувалися шляхом обробки експериментальних даних парорідинної рівноваги [5, 6]. При відсутності експериментальних да-

них параметри взаємодії визначалися за допомогою методу групових внесків УНІФАК [7].

Моделювання проведено при різній міцності бражки: 6,40; 8,01 та 9,64 % мас. (відповідно 8, 10 та 12 % об.). Ефективність тарілок по Мерфрі або коефіцієнт корисної дії (ККД) для етанолу прийнято 0,4, температура бражки, що надходить у колону, – 85 °С, втрати спирту в барді – 0,005 % об.

Результати моделювання для бражної колони лише з відгінною частиною (флегмове число дорівнювало 0) такі. Із збільшенням кількості тарілок зменшується питома витрата пари і одночасно збільшується міцність бражного дистиляту (див. рис.1 та 2).

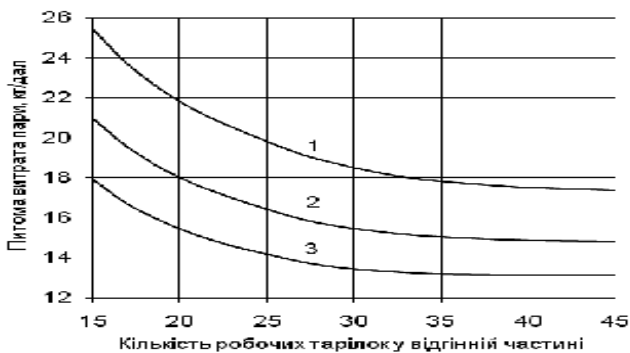


Рис. 1. Залежність питомої витрати пари від числа робочих тарілок у відгінній частині: міцність бражки, % мас.: 1 – 6,40; 2 – 8,01; 3 – 9,64

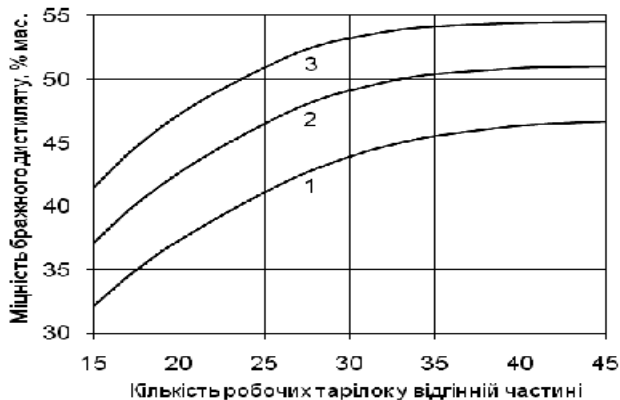


Рис. 2. Залежність міцності бражного дистиляту від числа робочих тарілок у відгінній частині: міцність бражки, % мас.: 1 – 6,40; 2 – 8,01; 3 – 9,64

Так, при міцності бражки 6,40 % мас. при 15 робочих тарілках питома витрата пари складає 25,43 кг/дал безводного спирту в бражці, а при 45 робочих тарілках – 17,39 кг/дал, тобто зменшується на 8,04 кг/дал. Міцність бражного дистиляту при цьому змінюється з 32,14 до 46,68 % мас., тобто підвищується на 14,54 % мас. При збільшенні кількості робочих тарілок понад 30–35 вплив кількості тарілок на питому витрату пари і міцність бражного дистиляту стає менш помітним, особливо при міцній бражці. Таким чином, доцільно збільшити кількість тарілок у відгінній частині бражної колони

до 30–35 (і навіть до 40 при невеликій міцності бражки) проти зазвичай встановлених в бражних колонах 25 тарілках.

При підвищенні міцності бражки суттєво знижується питома витрата пари і збільшується міцність бражного дистиляту.

Так, при 15 робочих тарілках питома витрата пари при міцності бражки 6,40, 8,01 та 9,64 % мас. складає відповідно 25,43; 20,97 та 17,91 кг/дал (в порівнянні з бражкою 6,40 % мас. скорочується на 4,46 і 7,52 кг/дал), а міцність бражного дистиляту – відповідно 32,14; 37,06; 41,42 % мас. (підвищується на 4,92 і 9,28 % мас.). При 45 робочих тарілках зміни менш суттєві: питома витрата пари складає відповідно 17,39; 14,83; 13,11 кг/дал (скорочується на 2,56 і 4,28 кг/дал) а міцність бражного дистиляту – 46,68; 51,05; 54,51 % мас. (підвищується на 4,37 і 7,83 % мас.).

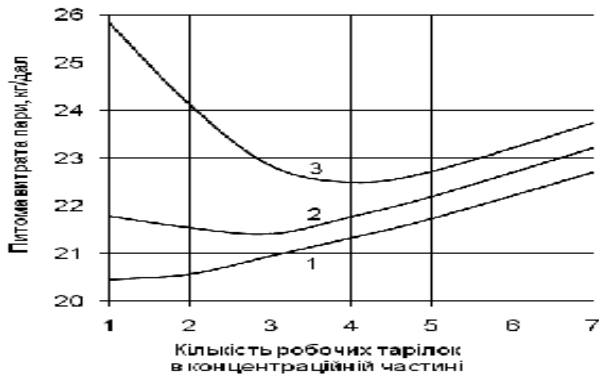
Робота бражної колони, яка має концентраційну частину, з поверненням частини бражного дистиляту на верхню тарілку дає можливість суттєво підвищити міцність бражного дистиляту, що дозволяє застосувати інтенсивну гідроселекцію в епюраційній колоні з метою поліпшення витягання домішок. Ми розглянули роботу колони з поверненням частини бражного дистиляту при числі робочих тарілок 27 і 33, при різному флегмовому числі: 0,5; 1,0 і 2,0. Міцність бражки дорівнювала 6,40 % мас. Для кожного випадку було знайдено оптимальну тарілку живлення. На рис. 3 зображено залежності питомої витрати пари і міцності бражного дистиляту від числа робочих тарілок в концентраційній частині бражної колони при 27 робочих тарілках. Із зростанням флегмового числа оптимальна тарілка живлення зміщується вниз по колоні, число тарілок в концентраційній частині відповідно дорівнює 1, 3, 4. При 33 робочих тарілках в колоні (див. рис. 4) оптимальне число тарілок в концентраційній частині дорівнює відповідно 2, 3, 5. При збільшенні числа робочих тарілок в колоні з 27 до 33 оптимальна тарілка живлення зміщується вниз в середньому на 1 тарілку. При цьому питома витрата пари скорочується відповідно на 1,47; 1,86 і 1,86 кг/дал, а міцність бражного дистиляту підвищується на 3,49; 4,48 і 4,43 % мас.

При розрахунку реальних ректифікаційних колон необхідно враховувати ефективність тарілок. Остання залежить від багатьох чинників: від типу контактних пристроїв, конструкції та діаметру тарілок, гідродинамічних, масообмінних характеристик потоків на тарілці,

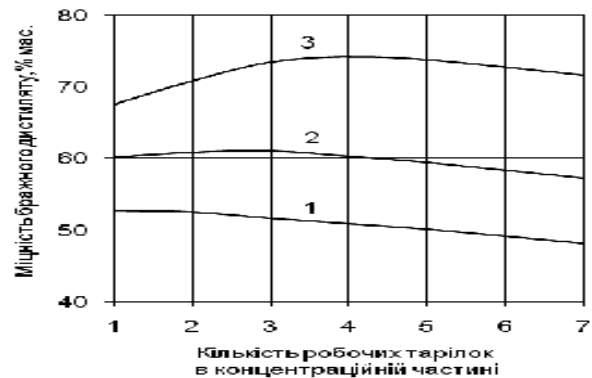
Таблиця 1
Вплив ККД тарілок бражної колони на питому витрату пари і міцність бражного дистиляту

ККД тарілок	Питома витрата пари, кг/дал	Міцність бражного дистиляту, % мас.
0,4	18,70	43,47
0,5	18,00	45,14
0,6	17,56	46,24
0,7	17,39	46,68

фізико-хімічних властивостей суміші, що розділяється тощо. Точне значення ККД тарілок в колоні, як правило, заздалегідь невідомо.

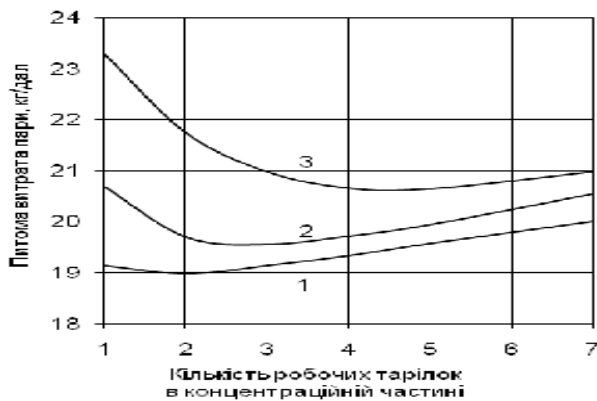


а

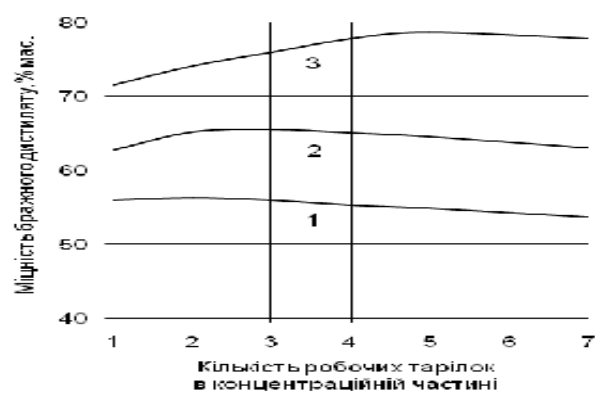


б

Рис. 3. Залежність питомої витрати пари (а) і міцності бражного дистиляту (б) від числа робочих тарілок в концентраційній частині колони при 27 робочих тарілках; флегмове число: 1 – 0,5; 2 – 1,0; 3 – 2,0



а



б

Рис. 4. Залежність питомої витрати пари (а) від міцності бражного дистиляту (б) від числа робочих тарілок в концентраційній частині колони при 33 робочих тарілках; флегмове число: 1 – 0,5; 2 – 1,0; 3 – 2,0

Нами було розглянуто питання, наскільки значення ККД тарілок впливає на параметри роботи бражної колони. Розрахунки виконано при міцності бражки 6,40 % мас., 29 робочих тарілках у відгінній частині, роботі без флегми. З табл. 1 видно, що із збільшенням ККД тарілок з 0,4 до 0,5 питома витрата пари зменшується на 0,70 кг/дал або на 3,74 %, із збільшенням ККД тарілок з 0,4 до 0,6 питома витрата пари зменшується на 1,14 кг/дал або на 6,10 %, а із збільшенням ККД тарілок з 0,4 до 0,7 – зменшується на 1,31 кг/дал або на 7,00 %. Міцність бражного дистиляту при цьому підвищується відповідно на 1,67; 2,77 і 3,21 % мас.

Висновки.

1. Кількість тарілок у відгінній частині бражної колони доцільно збільшити до 30–35, а також максимально підвищити міцність бражки, що дозволяє значно скоротити питому витрату гріючої пари і збільшити міцність бражного дистиляту.

2. При роботі з поверненням частини бражного дистиляту в колону концентраційна частина повинна містити до 5 робочих тарілок.

3. При збільшенні флегмового числа оптимальна тарілка живлення зміщується вниз колони.

4. Незначна помилка у визначенні величини ККД тарілок бражної колони не призводить до істотних похибок в розрахунках показників роботи колони.

Поступила 09.2011

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бураков, В. Математичні моделі ректифікації [Текст] / В. Бураков // Харчова і переробна промисловість. – 2008. – № 12. – С. 28–29.
2. Бураков, В.Г. Разработка одного класса математических моделей ректификации многокомпонентных смесей [Текст] / В.Г. Бураков, А.Н. Ходзинский // Компьютерная математика: сб. науч. трудов. – 2008. – № 2. – С. 13–24.
3. Бураков, В.Г. Комп'ютерне моделювання процесу ректифікації етилового спирту [Текст] / В.Г. Бураков, І.В. Сергієнко, В.М. Головченко // Комп'ютерне моделювання в хімії та технологіях: тези доп. Першої наук.-практ. конф. з міжнар. участю, Черкаси, 12–16 травня 2008 р. – Черкаси: Вид-во «Черкаський ЦНТЕ», 2008 – С. 54–55.
4. Poling, B.E. The Properties of Gases and Liquids [Текст] / B.E. Poling, J.M. Prausnitz, J.M. O'Connell – 5th edition. – Boston: McGraw-Hill Companies, 2001. – 768 p.
5. Артеменко, В.И. Математическая модель фазового равновесия пар – жидкость многокомпонентных систем спиртовых производств [Текст] / В.И. Артеменко, В.Г. Бураков, А.Н. Ходзинский // Перспективы развития технологии и техники бродильных производств : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Воронеж, 2005. – С. 74–80.
6. Артеменко, В.І. Створення математичної моделі фазової рівноваги рідина – пара багатокомпонентних сумішей виробництва етилового спирту [Текст] / В.І. Артеменко, В.Г. Бураков, В.М. Головченко [та ін.] // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – 2008. – № 1. – С. 135–139.
7. Артеменко, В.І. Оцінка точності передбачення фазової рівноваги рідина – пара систем виробництва етилового спирту на основі методів УНІКВАК і УНІФАК [Текст] / В.І. Артеменко, В.Г. Бураков, В.М. Головченко [та ін.] // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – 2007. – № 3–4. – С. 61–65.