

## ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ТА ВИХІДНИХ ВИМОГ ДО ТЕПЛООБМІННОГО АПАРАТА МАЛОГО ПИВОВАРНОГО ВИРОБНИЦТВА

**Ковальов С.В.**, канд. хім. наук, доц.

**Зибайло С.М.**, канд. техн. наук, доц.

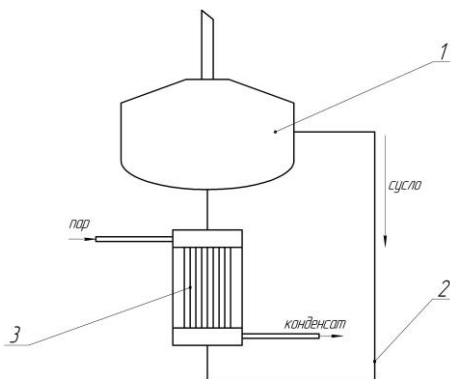
**Банник Н.Г.**, канд. техн. наук, доц.

**Панібудьласка А.С.**, магістрант

Державний вищий навчальний заклад «Український державний хіміко-технологічний університет», м. Дніпро

Пиво – це слабоалкогольний напій, уживання якого в певних дозах приводить до покращення настрою, тонуусу організму та здоров'я людини в цілому. Виробництво пива в Україні дуже поширене, але якість багатьох торговельних марок невисока. Через це в Україні почали відкриватися малі пивоварні-кафе, в яких пиво виготовляють і одразу реалізують, що дозволяє економити кошти на тарі й реалізовувати якісний товар, виготовлений без консервантів та пастеризації. Але обладнання малих пивоварень повинно мати високі технологічні характеристики, низьке енергоспоживання та привабливий зовнішній вигляд, оскільки часто основні технологічні апарати розташовують у приміщеннях кафе або біля нього.

Одним із напрямів модернізації пивоварного виробництва є використання для нагрівання суслу зовнішнього теплообмінника, що розташований біля суслотварильного апарата. Принципову схему розташування цього апарата наведено на рис. 1.



**Рис. 1.** Схема підігріву суслу самопливом за допомогою кожухотрубчастого теплообмінника: 1 – суслотварильний апарат; 2 – трубопровід для суслу; 3 – кожухотрубчастий теплообмінник

Запропоновано застосовувати для нагрівання суслу кожухотрубчастий теплообмінник із компенсатором на корпусі. Використання цього апарата обумовлене такими чинниками:

1. Конструкція теплообмінника дозволяє оптимально нагрівати сусло в певному температурному режимі для одержання якісного пива.

2. У зв'язку з невеликим тиском і корозійною стійкістю рекомендуємо використовувати мідь як матеріал для виготовлення трубок і корпусу теплообмінника.

3. За нашими розрахунками можливе застосування мідних трубок із малою товщиною стінки (від 0,2 мм до 0,5 мм), що дозволяє до п'яти разів зменшити товщину стінок апарата порівняно зі сталлю та в стільки ж разів поліпшити теплообмін.

4. Для збільшення мікротвердості й міцності трубок малої товщини та запобігання їх механічному зносу обов'язково наносити гальванічний шар міді в магнітному полі малої індукції за спеціальною методикою.

5. Нанесення гальванічного шару міді дозволяє збільшити шорсткість (геометричні розміри) поверхні, що покращує теплообмін.

6. Застосування міді замість легованої сталі збільшує коефіцієнт теплопередачі у вісім разів за невеликого підвищення вартості теплообмінного апарата.

7. Застосування мідних трубок зменшеної товщини приводить до зменшення загальної маси теплообмінника від трьох до п'яти разів, що дозволяє здійснювати його монтаж та за необхідності ремонт силами декількох монтажників.

8. Запропоновано нову конструкцію кріплення труб у трубних решітках, яка виключає використання операції зварювання трубок із трубною решіткою, що є найбільш складною і високовартісною операцією під час виготовлення кожухотрубчастого теплообмінника.

9. Запропонована схема дозволяє суслу самопливом перетікати в теплообмінник та виключити з технологічної схеми насос для його перекачування, який часто забивається та виходить із ладу.

10. Виготовлення теплообмінника з міді є доцільнішим, оскільки пиво має найкращий смак, якщо воно зварене в апараті з міді (на думку споживачів).

11. Запропонована конструкція кожухотрубчастого теплообмінника може використовуватися не тільки в пивоварному виробництві, але й для підігрівання води й опалення приміщень за допомогою геліосистем на інших харчових та хімічних виробництвах, де є потреба в теплообміні.