

УДК 663.283

Коваль О.В.,

Максименко І.Д.

Юхно М.І., к.т.н.

Костюк В.С., к.т.н.

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

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОБНИЦТВА ШАМПАНСЬКОГО

У сучасному виробництві в умовах економічної кризи актуальним завданням є впровадження енергозберігаючих технологій, однією із важливих складових яких є ощадне використання енергетичних ресурсів. Концепція енергозбереження – це проведення аналізу енерговитрат, пошук, розробка та впровадження сучасного енергозберігаючого устаткування, автоматизація управління технологічними процесами, можливості застосування рекуперативного енергозбереження, виявлення і ретельна теплоізоляція ділянок та технологічного обладнання виробництва, застосування теплообмінних апаратів, що працюють при малому температурному перепаді тощо.

Часткове повернення енергії, що витрачається під час проведення технологічного процесу, з метою вторинного використання в тому ж процесі можливе за рахунок рекуперації і є одним із заходів енергозбереження. Ефективність рекуперації теоретично може сягати до 90 %. Наприклад, за використання пластинчастих теплообмінників досягаються високі коефіцієнти теплопередачі, що значною мірою інтенсифікує процес теплообміну, дає змогу зменшити розміри та матеріаломісткість апаратів, досягти малого внутрішнього об'єму при відносно великій поверхні теплообміну. За рахунок високого коефіцієнта корисної дії, що є перевагою такого обладнання, створюється можливість досягнення зменшення робочого об'єму холодоагенту, а це в свою чергу веде до зменшення витрати холодоносія.

Процеси, в яких використовується теплова енергія, найбільш ефективно можливо застосовувати для обробки шампанізованого вина холодом. Згідно до технологічної інструкції шампанізоване вино через теплообмінний апарат направляють до термос-резервуару для витримки на холоді, яку проводять у потоці за температури $-3\text{ }^{\circ}\text{C} \dots -4\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом 24 годин. Інструкція дозволяє здійснювати фасування шампанського при температурі до $+14\text{ }^{\circ}\text{C}$ за наявності необхідного обладнання. Згадані технологічні параметри може забезпечити відповідне енергоощадне технологічне устаткування.

Вторинне бродіння резервуарного шампанського в безперервному потоці проходить в послідовно з'єднаних бродильних акратофорах – у так званій бродильній батареї. У ній протягом бродіння поступово знижується температура в кожному наступному акратофорі і доводиться до $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ в останньому. До технологічної схеми входять останній акратофор бродильної батареї, рекуперативний теплообмінник, термос-резервуар з наповнювачем, фільтрпреси, змішувач лікеру та акратофор-збірник. Виброджене ігристе вино, що поступає із останнього акратофора бродильної батареї безперервної шампанізації, системою трубопроводів направляється до секції рекуперації рекуперативного теплообмінника, де воно охолоджується до температури $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, потім на витримку до термос-резервуару з наповнювачем, обладнаним термоізоляцією. У термос-резервуарі вино витримується впродовж доби відповідно до технологічної інструкції. При правильно виконаній термоізоляції можливо забезпечити температурний режим витримки $-3\text{ }^{\circ}\text{C} \dots -4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Далі ігристе вино через пластинчастий фільтрпрес потрапляє до секції рекуперації теплообмінника, де нагрівається до температури бродіння. Після рекуперативного теплообмінника матеріал надходить до змішувача потоків, в який дозується експедиційний лікер. Потік ігристого вина, доведений до необхідної кондиції та однорідності, в подальшому поступає через фільтрпрес на витримку до акратофора-збірника. Коли в подальшому ігристе вино контактує із вуглекислим газом, що застосовують для створення протитиску в

акратофорі-збірнику, останній не розчиняється в ігристому вині. Підігрівання вина до температури, що відповідає кінцевій стадії шампанізації, сприяє підтриманню рівноважної концентрації вуглекислого газу ендogenous походження та запобіганню його дешампанізації. У результаті ігристе вино зберігає ендogenous ігристі та пінисті властивості.

Ефективне функціонування схеми обробки холодом шампанізованого вина забезпечує вірний підбір технологічного обладнання, вибір технологічних параметрів та характеристик гідродинамічних параметрів потоку. По-перше необхідно забезпечити параметри, регламентовані технологією: це температура витримки вина на холоді від $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$, час витримки – 24 години, коефіцієнт потоку – не більше 0,00245, температура бродіння – не вище $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Вихідні дані для підбору рекуперативного теплообмінника зведено у таблиці.

Таблиця - Вихідні дані для підбору обладнання

Секція рекуперації	Дані
Витрати охолоджуваного шампанського	$V_0, \text{ м}^3/\text{год};$
Витрати шампанського, що нагрівається	$V_0, \text{ м}^3/\text{год};$
Температура початкова охолоджуваного шампанського	$+10\text{ }^{\circ}\text{C}$
Температура початкова шампанського, що нагрівається	$-3\text{ }^{\circ}\text{C}$
Секція охолодження	
Витрати охолоджуваного шампанського	$V_0, \text{ м}^3/\text{год}$
Температура охолоджуваного шампанського	$-5\text{ }^{\circ}\text{C}$
Секція нагрівання	
Витрати шампанського, що нагрівається	$V_0, \text{ м}^3/\text{год}$
Температура кінцева шампанського, що нагрівається	$+10\text{ }^{\circ}\text{C}$
Інше	
Охолодження конденсатора	повітряне

Найбільш ефективно здійснювати термообробку шампанського в одному трьохсекційному розбірному пластинчастому теплообмінному апараті. Такі апарати мають низку істотних переваг. Вони служать для здійснення процесів теплопередачі між різноманітними робочими середовищами, працюють при тиску від 0,002 до 1,6 МПа і температурі робочих середовищ від $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$. Використання у пластинчастих теплообмінних апаратах тонких листових матеріалів з високим коефіцієнтом теплопередачі ($K = 1900 \dots 5000 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{K}$ при відносно невеликій різниці тисків, приблизно у 2...4 рази більше, ніж у кожухотрубних теплообмінниках) спонукає до зменшення розмірів апаратів, що в свою чергу значно скорочує капітальні витрати. Відносно малий поперечний переріз каналів дозволяє досягати відносно обмеженого робочого об'єму холодоагенту та холодоносіїв. Це призводить до зменшення витрат холодоагенту та холодоносіїв майже у три рази порівняно з кожухотрубними теплообмінниками та до застосування насосів меншої потужності. Окрім того, малий внутрішній об'єм виключає інерційність, поліпшує температурний контроль, обмежує масу апарата. Мінімальний перепад температур між теплоносіями може сягати $1 \dots 20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Простим додаванням пластин можливо, за необхідності, підвищити продуктивність теплообмінника. Пластинчасті теплообмінні апарати зручні в експлуатації та довговічні, їх використання скорочує капітальні і експлуатаційні витрати, подовжує термін експлуатації, сприяє економії енергоресурсів до 30 ... 40 %. Висока швидкість охолодження в пластинчастих теплообмінниках крім поліпшення економічних показників виключає таке небажане явище як гістерезис.

Схема рекуперативного теплообмінника включає три секції, перша секція теплообмінного апарату – секція рекуперації теплоти. Тут використовується потенціал холодного шампанського, що поступає після «холодної фільтрації», для охолодження теплого шампанського, що по трубопроводах надходить із останнього акратофора

бродильної батареї безперервної шампанізації. Друга секція теплообмінного апарату – секція охолодження. Охолодження вина здійснюється холодним потоком 35 % -го водного розчину пропіленгліколю. Третя секція теплообмінного апарату – секція нагрівання. Тут нагрівання шампанського здійснюється гарячою водою, підтримання температури якої забезпечується електронагрівачем. Циркуляцію водного розчину пропіленгліколю через секцію охолодження теплообмінного апарату, а також циркуляцію теплоносія через секцію нагрівання теплообмінного апарату здійснюють насоси, змонтовані в насосному агрегаті. У насосний агрегат вмонтовано буферний бак холодоносія (35 % розчин пропіленгліколю), зовні теплоізований, для забезпечення роботи насосів «під залив» та компенсації коливань теплового навантаження на холодильне обладнання (мінімально допустима кількість пусків компресора за годину).

Для ефективної роботи установки слід укомплектувати її системою керування, яка представляє собою повністю автоматичний модуль з локальною панеллю керування. Для охолодження водного розчину пропіленгліколю слід передбачати використання холодильної системи охолодження на базі поршневого компресора та виносного конденсатора повітряного охолодження (чилера).

У результаті система охолодження має складатися з трьохсекційного розбірного пластинчастого теплообмінного апарату, насосного агрегату з двома робочими насосами та термоізованим буферним баком, комплекту приборів автоматичного регулювання для підтримки температури охолоджуваного та шампанського, що нагрівається, системи охолодження на базі поршневого компресора і виносного конденсатора повітряного охолодження.

Якщо за об'єктивних причин неможливо забезпечити температурні параметри в термос-резервуарах, то в якості термос-резервуарів слід застосовувати апарати з оболонкою для охолодження, в які із автономного холодильного агрегату подається холодоносія для підтримки необхідної температури витримки. Для цього систему слід доукомплектувати компресорно-ресиверним агрегатом з шафою управління, конденсатором повітряного охолодження, насосним агрегатом з шафами управління та теплоізованою буферно-змішувальною ємністю (з двома насосами, що забезпечують циркуляцію холодоносія через випарник чилера і через «оболонки для охолодження акратофорів»).

Висновки. 1. Підігрівання ігристого вина до температури, що відповідає кінцевій стадії шампанізації, сприяє підтриманню рівноважної концентрації вуглекислого газу ендогенного походження та запобігає його дешампанізації. У результаті ігристе вино зберігає ендогенні ігристі та піністі властивості. 2. Найбільш ефективно здійснювати термообробку шампанського в одному трьохсекційному розбірному пластинчастому теплообмінному апараті. Переваги пластинчастих теплообмінних апаратів призводять до скорочення як капітальних, так і експлуатаційних витрат, значному подовженню терміну експлуатації, економії енергоресурсів до 30...40 %. 3. Висока швидкість охолодження в пластинчастих теплообмінниках крім поліпшення економічних показників виключає таке небажане явище як гістерезис. 4. Система керування автоматично підтримує роботу установки для нагрівання та охолодження шампанського без втручання персоналу та забезпечує автоматичну підтримку заданої кінцевої температури охолоджуваного та шампанського, що нагрівається, на виході із теплообмінного апарату з точністю до 0,5 °С.

Література

1. Технологічна інструкція на виробництво шампанського України ТІ У 00011050-15.93.11-4:2009 / Затверджено заступником міністра аграрної політики А.Ф. Скорченко, 21 липня 2009, 38 с.
2. Технологічна інструкція на виробництво вин ігристих ТІ У 00011050-15.93.11-3:2009 / Затверджено заступником міністра аграрної політики А.Ф. Скорченко, 21 липня 2009, 42 с.
3. Валуйко Г.Г. Справочник по виноделию / Г.Г. Валуйко, В.Т. Косюра. – Симферополь.: Таврида. 2000. – 624 с.