

## ШЛЯХИ ЕКОНОМІЇ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ПИВНОГО СУСЛА

**Вступ.** На сьогоднішній день ринок пива в Україні є досить потужним і насиченим. Тому, останнім часом, пивоварні підприємства здійснюють інвестиції не тільки у розширення асортименту та покращення якості напоїв, але й у підвищення ефективності виробництва.

**Актуальність теми.** Витрати теплової енергії на підприємствах пивоварної промисловості складають значну частину виробничих витрат. Загальні витрати енергії на повний цикл виробництва пива складають в середньому 130 – 200 МДж теплоти та 10-12 кВт•год електроенергії на гектолітр товарного пива [1].

При цьому варильне відділення споживає найбільшу кількість теплової енергії [1], питомі витрати якої становлять до 60 % від загальних питомих витрат. Все це свідчить про актуальність і важливість вирішення проблеми скорочення витрат теплової енергії в пивоварному виробництві і, в першу чергу, на стадії виробництва пивного сусла.

**Матеріали і методи.** Споживання теплової енергії розподіляється наступним чином (рис.1): приготування гарячої води; нагрівання затору (сусла); нагрівання й кип'ятіння сусла; миття тари; пастеризації пива; роботи станції СІР; пропарювання фільтрів, розливних пристроїв і трубопроводів тощо.



Діаграма 1 - Середнє споживання теплової енергії

Для економії теплової енергії у варильному відділенні існують різні технічні можливості та способи. Розглянемо останні відповідно до технологічних процесів, що відбуваються при виробництві пивного сусла, а саме: затирання солода та зернопродуктів; підігрівання сусла; кип'ятіння пивного сусла; охолодження сусла.

**Результати і обговорення.** Одним із головних критеріїв, що дає можливість зменшити споживання теплової енергії, являється в основному кількість варок, що здійснюються за добу.

Можливість економії енергії залежить також не тільки від режимних показників, але й від насиченості технологічного обладнання, яке використовується при цьому. Для варильного агрегату, що складається з двох апаратів – заторно-сусловарильного та фільтраційного, технічні можливості для економії енергії більш обмежені порівняно з варильним агрегатом, що складається з чотирьох апаратів – двох заторних, фільтраційного та сусловарильного. Підвищення технічного рівня обладнання варильного відділення, тобто його технічне переоснащення, сприяє досягненню більш високої продуктивності при зменшенні витрат енергії.

Для зменшення споживання енергії при приготуванні пивного затору режим затирання солоду та зернопродуктів доцільно проводити наступними способами: короткочасного затирання з високою температурою затирання; інфузійний (настійний) спосіб затирання; спосіб затирання за допомогою гарячої води. Використання декокційного (відварного) способу є більш енергоємним порівняно з вищеописаними через тривалість процесу та багатократність, що призводить до збільшення споживання теплової енергії. У разі використання даного способу пропонується використовувати конденсатор для зменшення

випаровування при кип'ятінні частини затору та, по можливості, повторно використовувати гарячу воду для обігрівання заторних апаратів. Також, необхідно враховувати гідромодуль затору. Отже, обираючи процес та спосіб затирання, можливо значно зменшити витрати енергії.

Процес кип'ятіння пивного сусла, на який витрачається найбільша кількість теплової енергії, що споживається у варильному відділенні на стадії приготування пивного сусла, являється основним об'єктом для проведення заходів щодо зменшення споживання енергії при виробництві пивного сусла.

При кип'ятінні пивного сусла випарюється (залежно від конструкцій сусловарильних апаратів) від 4 до 12 % води у вигляді водяної пари температурою близько 100 °С. При використанні класичних сусловарильних апаратів теплота вторинної пари видаляється в атмосферу через витяжну трубу, що при сьгоднішній високій вартості на енергію є абсолютно недоцільним. Окрім цього, з водяною парою викидаються також ароматичні летючі компоненти сусла, що є також неприйнятним. Ці основні причини стали основою для розробки та удосконалення обладнання, методів та систем збереження енергії, які забезпечують не лише рекуперацію теплової енергії, але й значне зниження викидів у навколишнє середовище.

Найбільш прогресивною та розповсюдженою конструкцією сусловарильного апарату є апарат, оснащений внутрішнім кип'ятильником у вигляді кожухотрубного теплообмінника. З метою покращення теплопередачі в останньому, шляхом збільшення швидкості потоку, встановлюють циркуляційний насос, що подає сусло безпосередньо під нагрівач. Ще одним із способів економії є динамічне кип'ятіння при низькому надлишковому тиску. Така технологія була розроблена для забезпечення летючих з'єднань при зниженні загального ступеня випаровування вологи та економії енергії. В даній системі тиск підвищується та знижується в діапазоні 1,0 – 1,2 бар (що відповідає відповідно температурам 100-102 та 104-105 °С) 6 разів на годину. При кожному такому скиданні тиску місткість апарату миттєво закипає з викидом пари одночасно з леткими з'єднаннями. Вважається, що при використанні даної системи відгонка летючих з'єднань досягається при загальному випаровуванні у 4 – 5 %.[3]

Інша конструкція внутрішнього кип'ятильника, що заслуговує уваги, представляє собою тонкоплівковий випаровувач [1]. Сусло при цьому кип'ятиться та випаровується у тонкому шарі, проходячи через конус, який обігривається парою у верхній частині двосекційного сусловарильного апарату, нижня частина якого виконує функцію гідроциклонного апарату. Загалом сусло, що підлягає кип'ятінню, проходить через конус декілька разів, повертаючись у гідроциклонний апарат через боковий патрубок. При цьому завислі речовини гарячого сусла постійно видаляються. Вважається, що така конструкція дозволяє отримати якісний продукт при ступені випаровування 4 – 5 %.

Використовувати вторинну пару безпосередньо для кип'ятіння сусла неможливо, оскільки її енергетичний потенціал є недостатнім. Однак при його підвищенні з'являється можливість повторного використання вторинної пари для кип'ятіння сусла, тим самим зменшуючи витрати первинної теплової енергії на даний процес. Це технічне рішення досягається шляхом встановлення теплових насосів, які досить поширені у різних галузях промисловості, а віднедавна їх почали використовувати при приготуванні пивного сусла [3]. Неодмінною умовою зниження споживання теплової енергії також є постійне контролювання технологічних параметрів в основному виробництві та системах тепло- і водопостачання, вентиляції, кондиціонування і т.д. Це дає можливість визначити навантаження того чи іншого обладнання та оцінити ефективність тепло-та енергозберігаючих заходів.

**Висновок.** Слід зазначити, що максимальний ефект всі описані вище заходи дають при впровадженні їх у виробництво комплексно, хоча і окремо вони вносять значний вклад у тепло-, енерго- та ресурсозбереження.

#### Література

1. Кунце, В. Технология солода и пива / В.Кунце. – С-Пб.: Профессия, 2008. – 1100 с.
2. Нарцисс, Л. Краткий курс пивоварения. / Л. Нарцисс. – СПб.: Профессия, 2007. – 640 с.
3. Бемфорт, У. Новое в пивоварении / У. Бемфорт. – С-Пб.: Профессия, 2007.– 520с.