

2. <http://www.uabio.org> – Стан та перспективи виробництва біогазу в Україні. Презентація Міністерства аграрної політики та продовольства України

3. Лісничий В. М. Сучасний стан та перспективи розвитку отримання біогазу в Україні: матеріали Четвертої міжнародної конференції [„Енергія із біомаси”], (Київ, 22–24 вересня 2008 р.) / В. М. Лісничий, Ю. О. Цаплін. – К. : ІТТФ НАНУ 2008. – С. 299–300.

Голуб М.А.

студент;

Шовкалюк М.М.

кандидат технічних наук, доцент,

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА СУСЛА

Промислові підприємства є найбільшими споживачами енергоресурсів, тому проведення заходів щодо їх ефективного використання має велике значення як для підвищення ефективності їх діяльності, так і для створення більш конкурентоздатної продукції. Але в умовах постійного зменшення запасів первинних енергоресурсів та зростання цін на них, загострення конкурентної боротьби питання впровадження енергозберігаючих технологій та зниження енергоємності продукції набуває своєї актуальності в усіх галузях національного господарства.

Енергоємність продукції в Україні є надзвичайно високою, тому актуальною задачею є підвищення енергетичної ефективності промислових підприємств та удосконалення методів її оцінювання і контролю. Енерго- та ресурсозбереження є одним із шляхів зниження питомих виробничих витрат.

Виробництво, зберігання та розлив пива у великих обсягах являють собою надзвичайно енергоємні процеси, тому для їх мінімізації потрібно як можна більш раціональне використання енергії та ресурсів (води, тепла, стисненого повітря і т.д.).

Ефективне використання паливно-енергетичних ресурсів на підприємстві передбачає чітке нормування їх витрат. З метою об'єктивної оцінки ефективного використання енергоресурсів ці нормативи повинні розроблятися окремо для кожного об'єкта, враховуючи особливості кожного.

Мета і завдання дослідження: визначити питомі показники теплоспоживання на виробничі потреби за видами продукції для моніторингу і контролю.

Об'єкт дослідження: варильне відділення та цех розливу Київського пивоварного заводу.

Предмет дослідження: технологічні процеси виробництва пива.

На початку дослідження проведено ознайомлення з технологією виробництва, технічними характеристиками обладнання та видами продукції. Принципова технологічна схема виробництва суслу приведена на рис. 1.

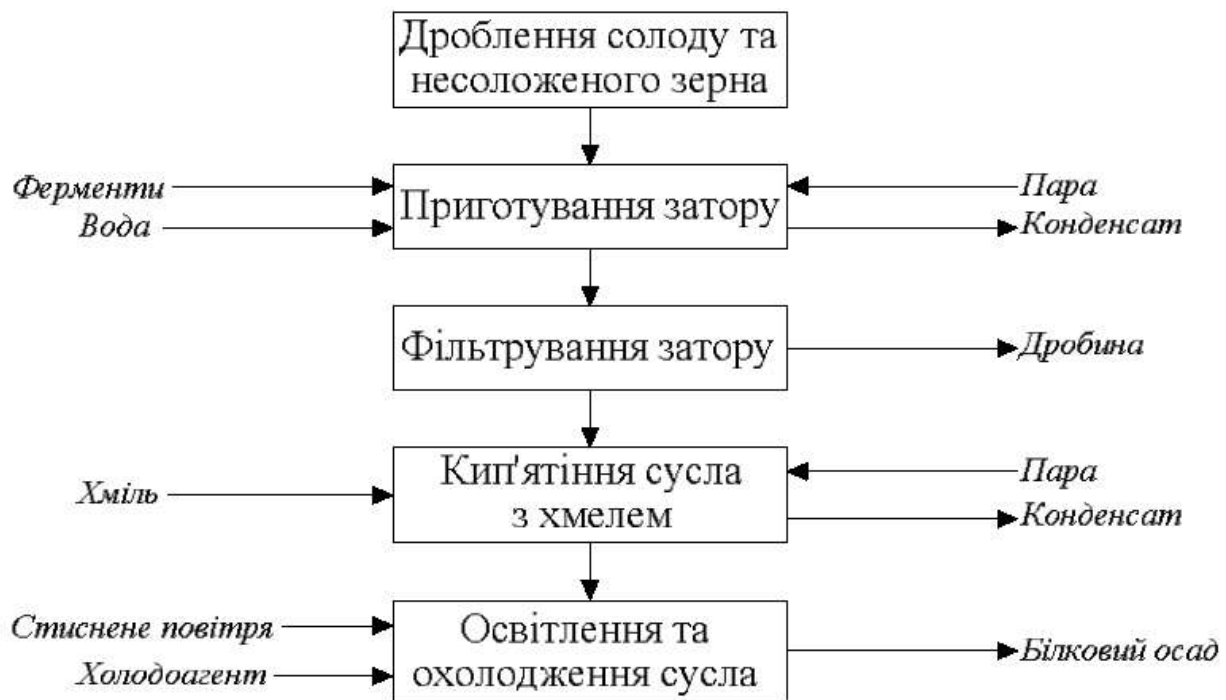


Рис. 1. Принципова технологічна схема виробництва суслу

Джерело: розробка авторів

Був проведений аналіз енергетичних і масових потоків на підприємстві. За даними 2012 року найбільшим споживачем води та теплової енергії є цех пивовиробництва (67 % та 44 % відповідно), а вуглекислого газу – цех розливу (52%). Саме тут зосереджений основний потенціал мінімізації енергоспоживання шляхом підвищення енергоефективності. Для технологічних процесів пивоварного виробництва характерно значне споживання теплової енергії. Теплова енергія використовується головним чином для варіння суслу і нагрівання води в варильному відділенні і в цеху розливу. На першому етапі проведено аналіз теплоспоживання варильного відділення. У якості вхідних даних досліджувалися наступні складові: масові та енергетичні потоки (рис. 2).



Рис. 2. Вхідні та вихідні потоки

Джерело: розробка авторів

Вхідними даними були: маса зернопродуктів, об'єм води, температура води, сусла та ін. Вихідні дані: об'єм та температура нагрітого сусла, витрата пари та ін.

Вони обиралися з технологічних листів варок, а також з програмного продукту «Meura Montelektro», який відображає у реальному часі хід процесу. На другому етапі було складання теплових і масових балансів обладнання варильного відділення: відварочного, заторного та сусловарочного чанів.

Кількість теплоти, яка затрачена на підігрів відварки, знайдемо за формулою, МДж:

$$Q_1 = c_{\text{від}} m_{\text{від}} (t'_{\text{від}} - t_{\text{від}}) / 1000,$$

де $c_{\text{від}}$ – питома теплоємність відварки, кДж/(кг·°С);

$m_{\text{від}}$ – маса відварки, кг;

$t_{\text{від}}$ – фактична температура відварки, °С;

$t'_{\text{від}}$ – температура нагрітої відварки, °С.

Кількість теплоти, затрачена на підігрів сусла у заторному котлі (Q_2) дорівнює, МДж:

$$Q_2 = c_{\text{сус}} m_{\text{сус}} (t'_{\text{сус}} - t_{\text{сус}}) / 1000,$$

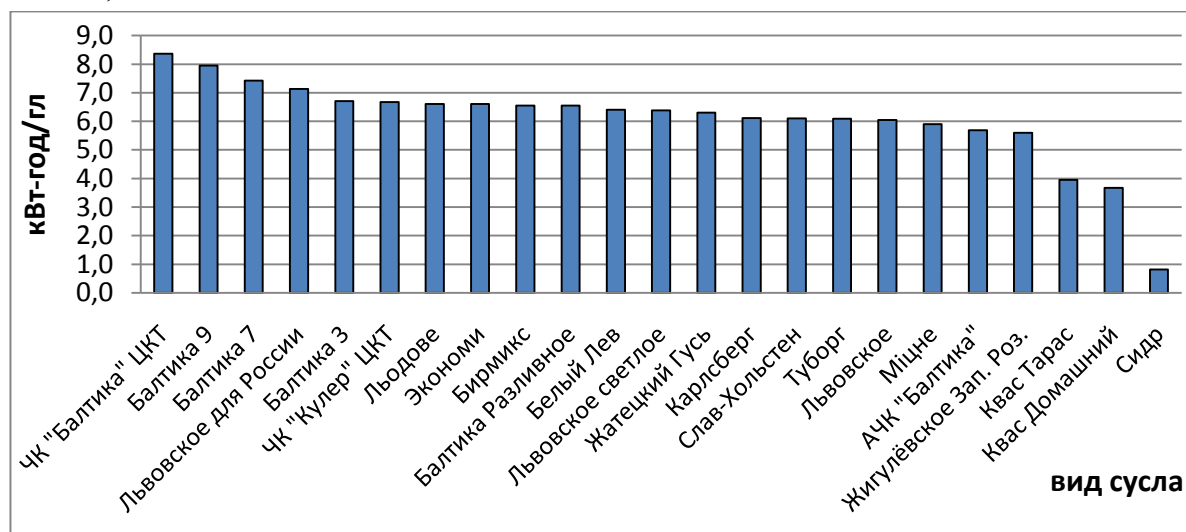
де $c_{\text{сус}}$ – питома теплоємність суміші затору і відварки, кДж/(кг·°С);

$m_{\text{сус}}$ – маса суміші затору і відварки, кг;

$t_{\text{сус}}$ – температура суміші затору і відварки, °С;

$t'_{\text{сус}}$ – температура нагрітого сусла, °С.

Дослідження проводилися для різних видів сусла, виконано щонайменше по 20 експериментів для кожного з них. В результаті було визначено питоме споживання теплоенергії для 21 виду алкогольних напоїв та 2 безалкогольних на один технологічний цикл виробництва (рис. 3).



**Рис. 3. Питоме споживання теплової енергії
для різних видів сусла**

Джерело: розробка авторів

Подібний аналіз надає можливості для перспективного прогнозування споживання енергоресурсів. На наступному етапі дослідження будуть визначені найбільш впливові фактори на споживання теплової енергії. Розроблено рекомендації для підприємства щодо побудови ефективної системи енергоменеджменту.