

# ЦУКОР УКРАЇНИ

№1(57)'2010 ВЕРЕСЕНЬ

науково-практичний

галузевий журнал

**Засновники:**Національна асоціація  
цукровиків УкраїниНаціональний університет  
харчових технологій,Український НДІ цукрової  
промисловості**Головний редактор –**

Василенко С.М., д. техн.н.

**Редактор –**

Полторак В.В.

**Редакційна колегія:**Бутнік-Сіверський О.Б., д.е.н.  
Гончар А.Ф., д.е.н.  
Заїнчковський А.О., д.е.н.  
Калініченко М.Ф. (заст. гол. ред.)  
Прядко М.О., д.техн.н.  
Рева Л.П., д.техн.н.  
Сінгаєвський І.В., д.е.н.  
Українець А.І., д.техн.н.  
Хоменко М.Д., д.техн.н.  
Ярчук М.М.**Редакція:**Т.В. Стародуб  
Н.О. Лукашенко  
О.В. Коротинський**Верстка:**

М.В. Майданнік

**Адреса редакції:**вул. Б. Грінченка, 1, оф. 522,  
м. Київ, 01001, Україна  
Тел./факс: (044) 279-72-12Матеріали номера розглянуті  
та рекомендовані до публікації  
Науково-технічною радою  
УкрНДЦП - протокол №2  
від 22.06.2010 р.Підписано до друку 12.08.2010 р.  
Формат: 60X84 1/8. Друк офсетний.  
Тираж 500 прим. Заказ №1.Друкарня: ТОВ «Вольф»,  
04073, Україна, м. Київ,  
вул. Сирецька, 28/2**Редакція не несе відповідальності  
за зміст рекламних статей та  
оголошень**Свідетство про реєстрацію  
КВ №6757 від 10.12.2002 р.

© «Цукор України», 2010

## ЗМІСТ

### НОВИНИ

Україна і світ ..... 4

### РИНКИ & СТРАТЕГІЇ

Тенденції внутрішнього та світового ринків цукру  
у 2010/11 маркетинговому році [В.В. Полторак] ..... 12

### ЕКОНОМІКА & УПРАВЛІННЯ

Вплив окремих факторів на формування  
собівартості українського цукру [З.М. Ходаковська] .... 20

### ТЕХНІКА & ТЕХНОЛОГІЇ

Теплоком: відФІЛЬТРУвати по-новому ..... 26

Оцінювання технічного рівня дифузійних установок  
[Л.А. Верхола, М.М. Пушанко] ..... 28Вимоги споживачів цукру до його якості  
[Л.І. Чернявська] ..... 34

### ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ & ІННОВАЦІЇ

Економія енергоресурсів на цукрових заводах  
[К.О. Штангеев, С.М. Василенко] ..... 40До питання організації виробництва  
гранульованого біопалива [Ю.О. Заєць] ..... 44

### СИРОВИННА БАЗА

Застосування регуляторів росту в технологіях  
виращування цукрових буряків [П.Г. Борисюк] ..... 49З питань розміщення реклами звертайтеся до редакції журналу  
Тел. (моб.): +380 91 307-68-21  
Тел./факс: +380 44 279-72-12  
Ел. пошта: ukr.sugar.journal@gmail.com  
valentina\_poltor@mail.ru

# Економія енергоресурсів на цукрових заводах

*С.М. Василенко, доктор технічних наук, директор УкрНДІЦП*

*К.О. Штангесєв, доктор технічних наук, завідувач відділу теплоенергетики УкрНДІЦП*

*Основним напрямом економії енергоресурсів в бурякоцукровому виробництві має бути зменшення витрат теплової енергії (пари) на технологічний процес. У статті розглядаються поточні проблеми раціонального використання теплової енергії на цукрових заводах України.*

*Основным направлением экономии энергоресурсов в свеклосахарном производстве должно быть уменьшение расходов тепловой энергии (пара) на технологический процесс. В статье рассматриваются текущие проблемы рационального использования тепловой энергии на сахарных заводах Украины.*

*The basic direction for energy resources economy in sugar production should be the reduction of thermal energy resources (steam) usage in technological process. In the article current problems of rational usage of thermal energy on sugar mills of Ukraine are considered.*

Виробництво цукру пов'язано зі значними витратами теплової та електричної енергії. За 2009 рік на виробничі потреби цукровими заводами галузі витрачено 450 тис. т умовного палива або біля 390 млн.м<sup>3</sup> природного газу та 312 млн. кВт-год. електроенергії. Через підвищення вартості природного газу останні роки частка палива та енергії в собівартості переробки 1 т цукрових буряків складає 30-32%, а складова частина палива в собівартості цукру досягає 20%, а в окремих випадках і вище. Причому за 2009 р. величина комплексних питомих витрат умовного палива по цукровим заводам України склали 5,17% проти 5,6% в 2008 році та близько 6% в попередні десятиріччя [3].

В умовах постійного зростання цін на енергоносії одним з найважливіших способів підвищення ефективності галузі є зменшення витрат паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) на виробництво цукру з цукрових буряків. Зменшення паливної складової і, відповідно, підвищення рентабельності цукрового виробництва, можливо реалізувати двома шляхами: зменшення питомих витрат ПЕР на техноло-

гічні потреби та використання більш дешевих альтернативних видів енергоносіїв.

При зменшенні витрат ПЕР в бурякоцукровому виробництві слід зосередитися на зменшенні витрат теплової енергії на технологічні потреби, оскільки частка цієї складової перевищує 80% в загальному балансі витрат ПЕР на технологічні потреби й у зменшенні витрат теплоти (технологічної пари з ТЕЦ) мають найбільші резерви економії енергоресурсів у бурякоцукровому виробництві [2].

На кращих вітчизняних цукрових заводах досягнуто величин витрат пари з ТЕЦ на технологічні потреби на рівні 32% до м.б. (питомі витрати теплової енергії 160 Мкал/т.б.). Причому, якщо раніше такі показники стало мав лише Чортківський цукровий завод, то в нинішній час такий рівень енерговитрат мають до десятка цукрових заводів України. Але при цьому кращі західноєвропейські цукрові заводи мають питомі витрати пари з ТЕЦ на рівні 17...23% до м.б. (питомі витрати теплової енергії складають 87...110 Мкал/т.б.).

Основним споживачем пари з ТЕЦ у цукровому заводі є ви-

парна установка. При цьому слід пам'ятати, що випарна установка виконує одночасно кілька функцій: технологічну – згущення соку, та теплотехнічну – забезпечення парою споживачів цукрового заводу (вакуум-апарати, підігрівники й т. ін.), а ТЕЦ конденсатом.

Для зменшення витрат пари на технологічні потреби необхідно забезпечити скорочення сумарної кількості паровідборів із корпусів випарної установки. Але при цьому для запобігання концентрації сиропу потрібно перерозподілити паровідбори з корпусів випарної установки таким чином, щоб забезпечити випаровування необхідної кількості води з соку, або забезпечити зменшення кількості соку, що подається у випарну установку.

**Зменшення витрат пари на технологічний процес забезпечується:**

1. Удосконаленням технологічного процесу та використанням сучасного обладнання.
2. Використанням теплоти вторинних джерел (конденсати, утфельна пара та ін.).
3. Покращенням теплової ізоляції через недосконалість якої зараз втрачається 20-30% теплоти, введеної в завод.

Для забезпечення нормативної (граничної) концентрації стропу необхідне:

1. Підвищення кратності випарування за рахунок перенесення паровідборів та застосування компресії вторинної пари.
2. Зменшення кількості води, що надходить у випарну установку із соком за рахунок пониження відкачки дифузійного соку та ступеню його розбавлення при очистці.

Основними заходами з енергозбереження, які впроваджені на найбільш енергоефективних цукрових заводах України є:

- удосконалення теплової схеми, конденсатного господарства, реконструкція конденсаторів вакуум-апаратів і випарної установки, впровадження прогресивної теплової схеми з деаерізацією конденсатів і використання їх для живлення дифузійних апаратів;
- зменшення відкачки дифузійного соку за рахунок впровадження процесу глибокого віджимання жому та повернення жомопресової води в дифузійний процес з установкою жомових пресів з високим ступенем віджимання (22-32% СР), покращення якості бурякової стружки і живильної води;
- застосування плівкових випарних апаратів на останніх корпусах випарної установки із отриманням концентрованого сиропу з 70-72% СР, забезпечення тривалої роботи випарної установки в оптимальному режимі за рахунок якісної очистки соків, дотримання встановлених регламентів роботи випарної установки, сучасної автоматизації процесів випарування, застосування інгібіторів накипоутворення;
- зменшення величини розбавлення соку водою по верстату

заводу, заміна морально застарілого фільтрувального обладнання на автоматизовані камерні фільтрпреси;

- забезпечення високого рівня використання вторинних енергоресурсів з метою зменшення величин паровідборів з випарної установки;
  - уварювання утфелю із високонцентрованих сиропів з високим виходом кристалічного цукру із звареного утфелю за рахунок використання вакуум-апаратів з циркуляторами та їх оснащення сучасною системою автоматизації;
  - комплексною автоматизацією технологічних і теплотехнічних процесів на всіх ділянках цукрового виробництва на базі мікропроцесорної техніки та комп'ютерно-інтегрованих технологій;
  - широке впровадження тиристорних та частотних електроприводів для автоматичного регулювання швидкості обертання (дифузійні апарати, бурякорізки, центрифуги, насоси тощо).
- Впроваджуючи заходи з енергозбереження в 2009 році підприємствами цукрової промисловості досягнута економія близько 5,0 тис. т умовного палива, 85 тис. Гкал теплоенергії та 3,6 млн. кВт/год. електроенергії.

Слід мати на увазі, що фінансові можливості вітчизняних цукрових заводів не дозволяють широко впроваджувати прогресивне обладнання та технології. Тому в нинішніх умовах особливо важливим є правильний, найбільш раціональний вибір енергозберігаючих заходів і черговість їх впровадження, що особливо складно при реконструкції теплової схеми, яка має значну кількість взаємозв'язаних елементів.

Аналізуючи наявний досвід робіт з енергозбереження можливо стверджувати, що однією з основних умов впровадження енергозберігаючих заходів в теплової схемі цукрового заводу є співставлення величини концентрації сиропу після випарної установки з граничною концентрацією сиропу для конкретного цукрового заводу (рис. 1).

При збільшенні концентрації сиропу витрати пари на уварювання утфелю І-ї кристалізації зменшуються. Але при певній концентрації сиропу з клеровкою уварювання утфелю без збільшення водяних і сокових підкачок для розчинення «муки» стає неможливим. Це призводить до того, що витрати пари на уварювання утфелю зі зростанням концентрації сиропу з кле-

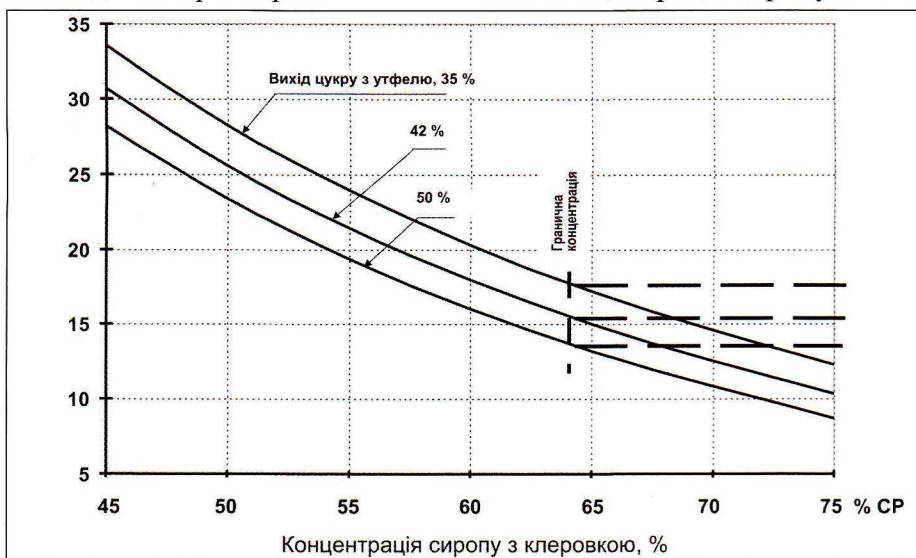


Рис.1. Витрати пари (в % до м.б.) в залежності від концентрації сиропу з клеровкою та виходу цукру із звареного утфелю.

## ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ &amp; ІННОВАЦІЇ

ровкою вже не зменшуються. Величина граничної концентрації індивідуальна для кожного заводу і залежить як від конструкції вакуум-апаратів, рівня їх автоматизації, так і від людського фактору – освіти та кваліфікації апаратників, їхнього вміння та зацікавленості варити утфель з сиропів підвищеної концентрації. Для заводів, укомплектованих вакуум-апаратами з природною циркуляцією утфелю і без сучасної автоматики, гранична концентрація сиропу знаходиться, як правило, в межах 60-65% СР. Для цукрових заводів з більш сучасною технічною базою гранична концентрація сиропу може досягати 70-75% СР.

**Використовуючи поняття граничної концентрації сиропу з клеровкою, енергозберігаючи заходи (далі – заходи) в удосконаленні теплової схеми цукрового заводу можливо розподілити за характером енергозберігаючої дії на три категорії:**

- комплексні заходи;
- компенсуючі заходи (за переліком ті самі, що і комплексні, але при досягненні граничної концентрації сиропу);
- заходи, які створюють потенціал економії пари.

Комплексні енергозберігаючі заходи забезпечують одночасно як зменшення сумарного споживання пари з випарної установки, так і підвищення (або підтримання на попередньому рівні) концентрації сиропу. За рахунок підвищення концентрації сиропу з клеровкою зменшуються витрати пари на уварювання утфелю I-ї кристалізації. Комплексні енергозберігаючі заходи полягають у підвищенні кратності випарювання випарної установки або в зменшенні кількості води, яку необхідно випарювати. Але ефект від їх впровадження буде отримано лише

при роботі з концентраціями сиропу та клеровки нижче граничних.

До цих методів відносяться такі, як зменшення відкачки дифузійного соку та розбавлення соку під час очистки, перенесення обігріву на більш “низькі” корпуси випарної установки, застосування компресії вторинної пари та інші.

Якщо на заводі досягнуто граничну концентрацію сиропу, ці заходи вже не дають ефекту зменшення витрат пари на технологічний процес і можуть виступати лише в ролі компенсуючих.

Ряд енергозберігаючих заходів (використання теплоти конденсатів, утфельної пари, поліпшення теплової ізоляції та ін.) забезпечують зменшення витрат пари на окремі технологічні процеси. Але при цьому має зменшуватися і кількість випареної води в випарній установці. Ці заходи створюють лише потенціал економії пари. Ефект від їх впровадження може бути в залежності від конкретних умов навіть негативний, тобто приводити до збільшення витрат пари на технологічний процес. Але при одночасному впровадженні цих заходів разом з компенсуючими, які забезпечують необхідну концентрацію сиропу, ефективність їх реалізації може досягати величини зменшення паровідбору з випарної установки.

Аналіз роботи цукрових заводів зі зменшення витрат ПЕР та проведені варіантні розрахунки показують, що найбільш раціональним шляхом удосконалення тепловикористання є впровадження комплексних енергозберігаючих заходів. А після досягнення граничної концентрації сиропу з клеровкою необхідно зосередитися на впровадженні заходів, що створюють потенціал економії пари в комп-

лексі з відповідним набором компенсуючих заходів для підтримання концентрації сиропу.

При дотриманні близької до нормативної величини відкачки дифузійного соку найбільші резерви економії пари на технологічні потреби можливі в продуктовому відділенні. По-перше, за рахунок підвищення концентрації сиропу та клеровки. Лише невелика кількість заводів постійно працює з концентрацією цих продуктів вище 65-70% СР. На практиці значна кількість українських заводів працює з концентрацією сиропу після випарної установки менше 55% СР [4]. При таких низьких концентраціях сиропу використання вторинних енергоресурсів (тепла конденсату, утфельної пари та ін.) є неефективним. В таких умовах основним напрямком з поліпшення енергетичної ефективності цукрового виробництва мають бути заходи з підвищення концентрації сиропу, отриманого з випарної установки. В цілому вони мають включати заходи з переведення режиму роботи випарної установки в напрямку більшого навантаження останніх корпусів випарної установки, та зменшення відкачки до раціональних величин, а також розбавлення соку під час очистки для скорочення кількості води, яку необхідно випаровувати в випарній установці.

При досягненні концентрацій сиропу вище 65% СР виникають проблеми з фільтрацією таких сиропів і їх уварюванню, що вимагає впровадження сучасних фільтрів та вакуум-апаратів, а також вискоєфективних систем автоматизованого уварювання утфелю. Впровадження таких заходів вимагає досить значних капіталовкладень, але технологічна ефективність – збільшен-

ня виходу цукру та покращення його якості, а також економія паливно-енергетичних ресурсів забезпечують швидку окупність цих витрат.

В той же час надмірне захоплення енергозберігаючими заходами, що можуть бути віднесені до комплексних, може мати і негативні наслідки через порушення балансу продуктивностей випарної установки та цукрового заводу в цілому. У ряді випадків зменшення відкачки дифузійного соку та його розбавлення при очистці, збільшення кратності випаровування випарної установки за рахунок перенесення паровідборів на хвостові корпуси, застосування інгібіторів накипоутворення не дає очікуваного ефекту через те, що продуктивність випарної установки за даних умов починає значно перевищувати необхідну. В цьому разі відбувається постійне згущення сиропу, випарній установці весь час не вистачає соку. Якщо не передбачено заходів для коригування продуктивності випарної установки, виникає необхідність частішої подачі води в очищений сік або в корпуси випарки. Це призводить до того, що значна частка отриманого ефекту з економії енергоресурсів втрачається.

Можливі методи коригування продуктивності випарної установки та теплотехнічна ефективність розглянуто в статті [1].

При досягненні граничної концентрації найбільш раціонально поєднувати заходи, що створюють потенціал економії теплової енергії (це як правило, використання ВЕР, зменшення витрат теплової енергії на технологічні потреби, поліпшення теплової ізоляції) з комплексними заходами, які в цьому разі виступають як компенсуючі – підтримуючі величину концентрації сиропу з випарної установки.

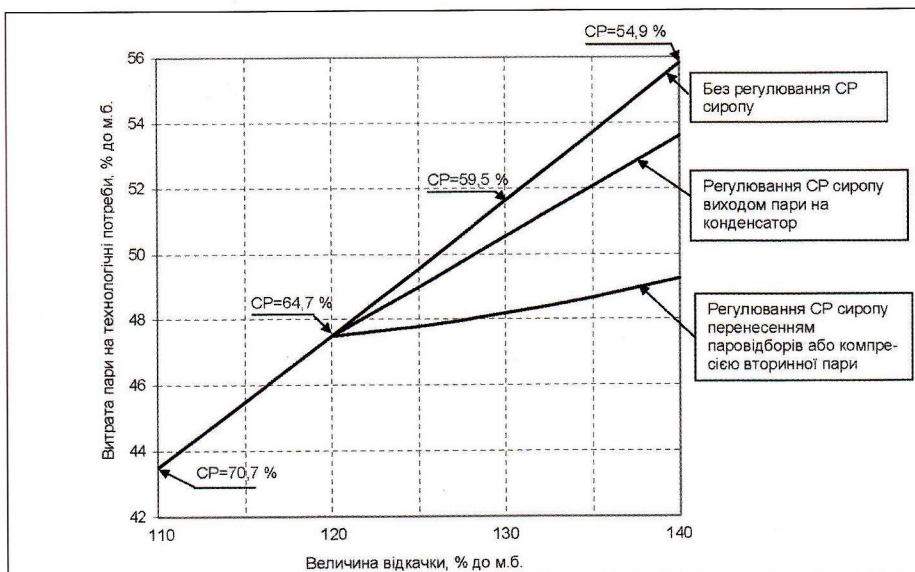
Для ілюстрації на **рисунку 2** представлено розрахункові дані роботи теплової схеми в залежності від величини відкачки дифузійного соку.

Якщо при збільшенні відкачки не коригується робота випарної установки, не коригується концентрація сиропу, то витрати теплової енергії на технологічні потреби зростають практично лінійно. При збільшенні величини відкачки на 10% до м.б. витрати пари зростають на 4% до м.б. Якщо концентрацію сиропу підтримувати постійною за рахунок збільшення виходу пари на конденсатор, темп зростання витрат пари на технологічні потреби буде менший: приблизно, при зростанні відкачки на 10% до м.б. витрати пари зростають на 3% до м.б. Найменший темп зростання витрат пари на технологічні потреби (~1% до м.б. на кожні 10% до м.б. зростання відкачки) буде мати місце при перенесенні паровідборів на «хвіст» або використанні компресії вторинної пари.

При зменшенні відкачки до 110% до м.б. зростає концентрація стропу і зменшуються витрати пари на технологічні потреби. Але це може мати місце, якщо завод може працювати з концентраціями сиропу понад 70% СР. В іншому разі доведеться шукати можливість зменшувати концентрацію сиропу при збереженні теплотехнічного ефекту. В даному випадку при застосуванні ефективного підігрівача дифузійного соку уфельною парою є можливість зменшити концентрацію сиропу до початкової величини і при цьому зберегти досягнутий теплотехнічний ефект. Але це не виключає в подальшому, - в ході технічного удосконалення виробництва, - перехід на уварювання утфелів із висококонцентрованих сиропів.

**Список використаних джерел**

1. Штангеев К.О. Аналіз ефективності методів регулювання концентрації сиропу із випарної установки / К.О. Штангеев // Цукор України. - 2006, № 1-2. - С. 50-54.
2. Христенко В.І., Штангеев К.О. Напрямки енергозбереження в цукровій промисловості України / В.І. Христенко, К.О. Штангеев // Цукор України, - 2003, № 1. - С. 17-19.
3. Ярчук М.М. Аналітична інформація про підсумки роботи Національної асоціації цукровиків України в 2009 році: матеріали наук.-техн. конф. за міжнар. участю, Київ, 23-24 бер. 2010 р. – К. : НАЦУ, 2010. – С.79-111.
4. Анализ теплотребления и энергосбережения на сахарных заводах Украины // Сборник программы Taxis «Украина». К. : EC Energy Center in Kiev, 1996 - С.79-89.



**Рис. 2.** Моделювання впливу відкачки дифузійного соку та методів управління випарною установкою на величину питомих витрат пари на технологічний процес