

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В БУРЯКОЦУКРОВІЙ ГАЛУЗІ. РЕАЛЬНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Філоненко В.М. – Директор інституту проблем енергетики в харчовій промисловості НУХТ, к.т.н.

Прядко М.О. – Зав. кафедрою теплоенергетики та холодильної техніки НУХТ, д.т.н.

Із щорічних інформаційних звітів асоціації цукровиків України, із галузевої літератури [1-11] та із власного досвіду фахівцям бурякоцукрової галузі відомий незадовільний стан з енергозбереженням в ній, відомі також фактори, що обумовлюють перевитрату палива, [6].

На нашу думку, на сьогодні для структур, зацікавлених в реалізації заходів з енергозбереження, існує достатня науково-технічна та інформаційна база для вирішення проблем енергозбереження в цукровій галузі,

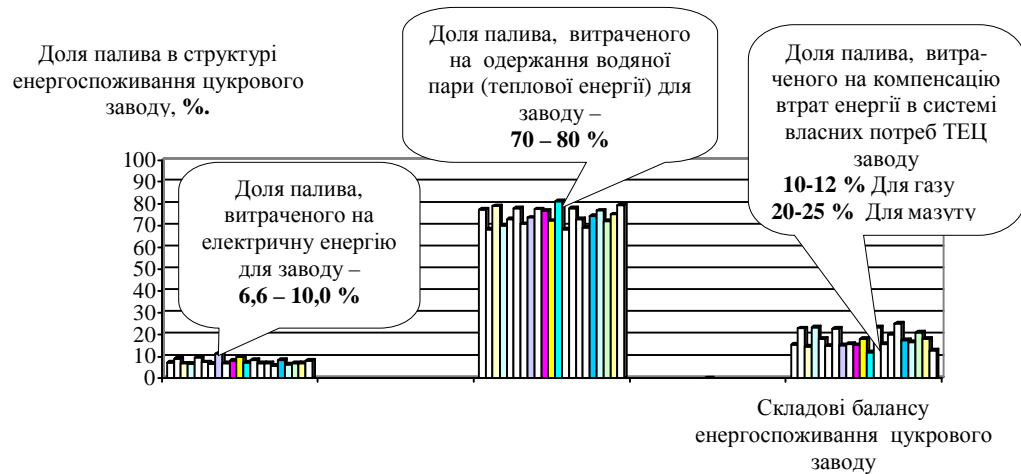


Рис. 1 Структура енергоспоживання цукрових заводів України (за даними обстеження у 2001-2004 р.р. 22 цукрових заводів)

Інститутом проблем енергетики в харчовій промисловості НУХТ за участю фахівців кафедри теплоенергетики НУХТ за завданням Державного комітету з енергозбереження за період 2001-2004 р.р. проведено теплоенергетичне обстеження практично всіх (112 підприємств) цукрових заводів України.

Одним з результатів роботи є визначення структури енергоємності цукрової промисловості.

Встановлено, що цукровими заводами витрачається від **70 до 80 %** палива на вироблення пари для технологічних потреб, від **7 до 10 %** - на вироблення електричної енергії та від **10 до 12 %** - на компенсацію втрат енергії в системі власних потреб ТЕЦ заводу, рис. 1.

Як засвідчує структура балансу енергоспоживання, визначальним видом енергії, що споживає завод, є теплова енергія і, незаперечно, що саме в економії теплової енергії в заводу лежить шлях до суттєвої економії палива.

Як відомо, показником ефективності теплоспоживання цукрозаводу є заводська питома витрата теплової енергії на перероблення буряку – $Q_{\text{завод}}$, Мкал/т буряку.

За цим показником наші цукрові заводи значно відстають від рівня енергозберігаючих заводів Білорусі, Прибалтики, Європи, рівень тепло споживання яких становить **190 – 207** Мкал/т буряку, в той час як наші цукрозаводи споживають теплову енергію на рівні **256 - 330** Мкал/т буряку, тобто на **30...60 %** вище.

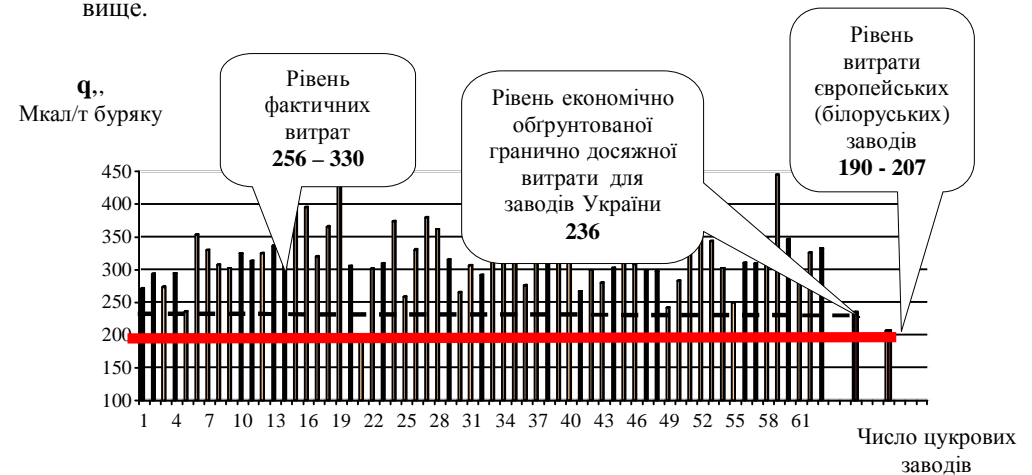


Рис. 2. Фактичні значення питомих витрат теплової енергії на перероблення буряку для цукрозаводів України за період 2001-2004 р.р.

Слід зауважити, що цукрова галузь України має кілька цукрових заводів, що працюють на європейському рівні енергоощадливості – це Чортківський (222,9 Мкал/т буряку), Теофіпільський (257,1 Мкал/т буряку), Оржицький (262,0 Мкал/т буряку), Радехівський (266,4 Мкал/т буряку).

Вище, на рис. 2, наводимо виборку питомих витрат теплової енергії для 61-го обстеженого цукрового заводу, визначених в періоди їх нормальної експлуатації.

Зрозуміло, що такі показники не можуть бути нормою для кожного заводу України. Занадто великі кошти, великий інженерний, науковий потенціали та енергія інженерно-технічних служб цих заводів вкладені в їх досягнення.

Частка заводів від загальної кількості. %

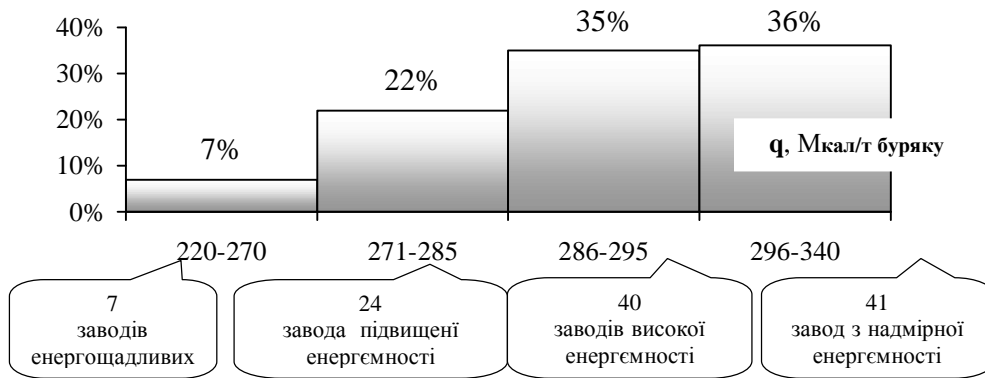


Рис. 1 Діаграма розподілу цукрозаводів України за питомою витратою теплової енергії на перероблення буряку (За результатами обстеження 2001-2004 р.)

Ми згрупували цукрові заводи галузі у чотири групи за рівнем фактичного “загальнозаводського” споживання теплової енергії, а саме:

№	Найменування групи заводів	Ознака за рівнем теплоспоживання
1	Енергоощадливі	з питомим споживанням теплової енергії 220-270 Мкал/тонну буряку
2	З підвищеною енергоємністю	з питомим споживанням теплової енергії 271-285 Мкал/тонну буряку
3	З високою енергоємністю	з питомим споживанням теплової енергії 286-295 Мкал/тонну буряку

4	З надмірною енергоємністю	з питомим споживанням теплової енергії 296-340 Мкал/тонну буряку
---	---------------------------	---

Картина розподілу цукрових заводів України за питомими витратами теплової енергії– q , Мкал/тонну буряку, сформувалася наступним чином, рис. 3.

На сьогодні, лише 7% українських цукрозаводів галузі за своїм потенціалом реалізованих технічних рішень, що містять їх теплові та технологічні схеми, можуть розглядатися як **енергоощадливі** із наближеним до європейського рівня споживанням теплової енергії і палива.

Як свідчить рис. 3, в галузі домінують заводи з високою та надмірною енергоємністю. Їх не менше 71 %.

Перспектива енергозбереження (економії теплової енергії та палива) до економічно обґрунтованого для України гранично досяжного рівня у 240 Мкал/т буряку, [2], для них становить 25-33 %.

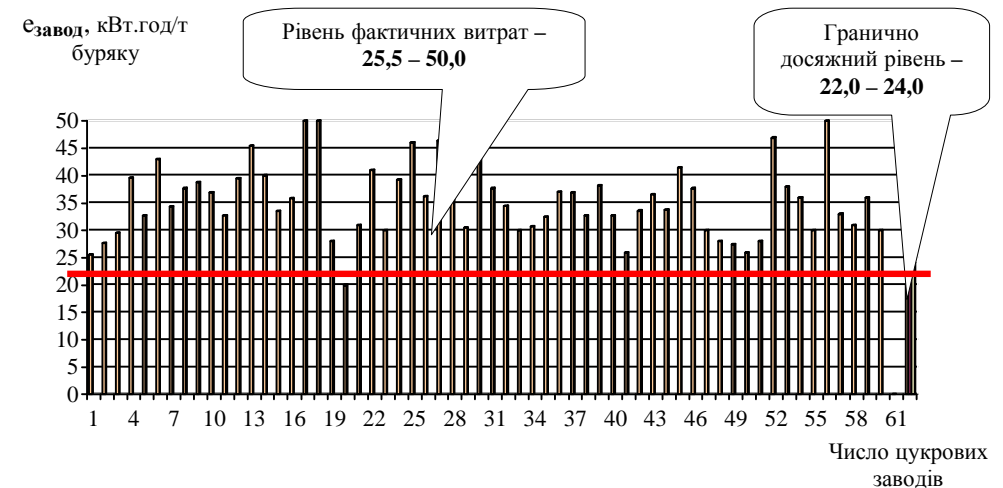


Рис. 4. Фактичні питомі витрати електричної енергії на перероблення буряку для цукрозаводів (За результатами обстеження 2001-2004 р.)

Фактичний стан питомого споживання електричної енергії наших цукро заводів відносно енергоощадливого рівня 24-26 кВт.год. на тонну переробленого буряку аналогічний.

Вище, на рис. 4, наводимо виборку питомих витрат електроенергії – $e_{\text{завод}}$ кВт.год/т буряку, визначених для 61 заводу, визначених в періоди їх нормальної експлуатації.

Перевищення енергоємності заводів над оощадливим рівнем не обумовлені марнотратним використанням енергії. Як засвідчили безпосередні обстеження, на заводах існує належний рівень технологічної та енергетичної дисципліни.

На наше переконання, перааеодбаòè енергоресурсів викликана іауаіістю аóçè³â (від 8 до 18) оаіеіоаòііеі³-ііç, іааіññііаеіñò³ і³аіде°іñòаа, обумовлених стратегічною відсталістю теплотехнічних рішень в системі виробництва цукру. Вони, іаа³òù çà оііаè аіаòіñіа³ñііç, аèñіеòаòàò³ç, обмежують çааіа а аіаòаіñіааèèаості.

Виробництво цукру сформовано на технічних рішеннях 60...70 – х років:

- ü з вкрай низьким рівнем використанням вторинних енергоресурсів (ВЕР);
- ü з не ефективними конструкціями випарних апаратів та підігрівників соку
- ü з не ефективними системами конденсатного господарства
- ü з не ефективною системою паровіборів з випарної установки (ВУ).
- ü з не ефективними системами продуктових відділень

Основна причина такого стану - відсутність у інженерних служб заводів коштів на технічне переоснащення в напрямку енергоощадливості.

Слід визнати, що “потяг” до енергоощадливості у фінансових структурах цукрових заводів, до сьогодні, недостатній. Недостатня економічна “вага” палива в структурі собівартості цукру-піску не стимулює, на сьогодні, рух капіталовкладень в напрямку енергозбереження. Можливо посилення впливу “адміністративного ресурсу” через нормування енергоспоживання в цукровій галузі започаткує роботи з економії палива. В 2004 р. пройшла апробацію ме-

тодика державного нормування всього комплексу енергоресурсів в цукровій промисловості [11].

Справа у тому, що для власника цукрового заводу вартість палива становила в структурі заводської собівартості перероблення цукрового буряку близько **8,3 – 10,5 %**, рис. 5.

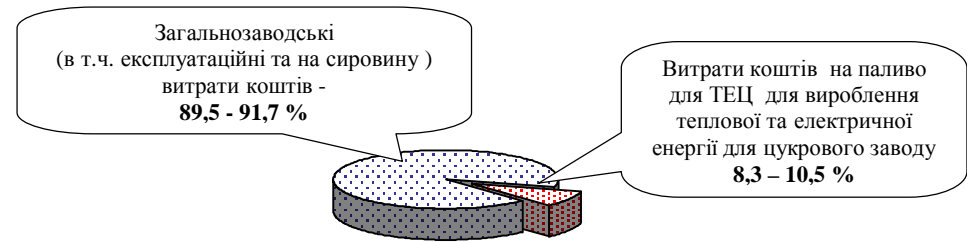


Рис. 5. Типова структура долі енергоресурсів в структурі заводської собівартості перероблення цукрових буряків на цукрозаводі. (За розрахунками авторів статті)

Ця цифра “впливає” з того, що заводська собівартість цукру була не нижча за 2400 грн за тонну, вартість палива до цього часу не перевищувала 515 грн (102 USD) на 1000 м³ природного газу (основного палива цукрової галузі), питома витрата умовного палива становила 5,5–7,0 % до маси буряка, а вихід товарного цукру – на рівні 12,5 % до маси буряку.

Цей факт **не стимулював** власників заводу вкладати відповідні кошти у суттєві кроки до енергозбереження. Заходи з маркетингу забезпечували прибуток більший за заходи в напрямку енергозбереження.

До сьогодні, на жаль, більшість власників заводу задовольняли мало кошторисні організаційно-експлуатаційні заходи, що здійснювали налагоджувальні підприємства.

Але, зважаючи на “консервативність” решти складових собівартості цукру та загроза в перспективі подорожчання палива до європейського рівня, саме стаття “Витрати на паливо” стає для виробничого персоналу заводу основним інструментом для зменшення собівартість продукції.

Як засвідчив аналіз результатів обстежень цукрові заводи мають типовий набір вузлів теплотехнологічної недосконалості виробництва, найсуттєвіші з яких наступні:

1. Низький рівень використання ВЕР – утфельної пари та конденсатів. А їх потенціал використання становить **27 %** від споживаної заводом теплової енергії.
2. Недосконалу систему паровідборів ВУ. Коефіцієнт випарувальної здатності якої $K_{ВУ}$ становив 2,0 – 2,4, проти енергозберігаючого рівня – 2,8. Низькі значення $K_{ВУ}$ обумовлюють низьку концентрацію сиропу навіть при нормативній відкачці соку із дифузії.
3. Високі «втрати» температури соку по тракту від дифузії до ВУ, що становили 14...20 °С, проти енергозберігаючого рівня – 8...9 °С.
4. Не використаний конденсат для живлення дифузійної установки, внаслідок відсутності установок деамонізації конденсату.
5. Високу, вище 30...35 °С, температуру соку із дифузійних установок, що не дозволяє використати теплоту найсуттєвішого за обсягом ВЕР – низькотемпературної утфельної пари вакуум-апаратів.
6. Високу (вище 120 % до маси буряку) відкачку соку із дифузійної установки. «Розрив - 1» між дигестією бурякової стружки та СР дифузійного соку становить більше 1,0 % СР, проти енергоощадливого рівня - 0,5 % СР.
7. Значне розжиження соку вапняковим молоком на станціях дефекосатурації та водою на фільтрації. Зниження %СР соку від дифузії до ВУ – «розрив-2» досягає 1,2 – 1,5 %СР, проти енергоощадливого рівня - 0,5 % СР,
8. Недостатній рівень автоматизації продуктового отделення, дифузійної установки, конденсатного господарства, парових котлів;
9. Високе - 32...40 кВт.год/т буряку споживання електричної енергії проти енергозберігаючого рівня - 26,0.

Оскільки енергозбереження - це комплексна задача, то перед працівниками, відповідальними за її розв'язання, стоїть задача вибору того чи іншого порядку впровадження необхідних технічних рішень

Метод проб та помилок для українських заводів на цьому шляху перейшов вже у 3-тє тисячоліття.

Статистика робіт по зниженню витрати палива на цукрових заводах знає багато варіантів початку робіт, але не багато їх результативного завершення.

Накопичений нами досвід обстеження та моделювання цукрових заводів, досвід їх реконструкції дозволяє сформувати раціональний, на наше переконання, порядок впровадження енергозберігаючих технічних рішень.

В якості **першочергової** повинна бути розв'язана задача зниження надходження води в соковий потік на дифузійній установці, на станціях дефекосатурації та фільтрації.

Для розв'язання задачі **першого етапу** необхідно:

- Знизити відкачку соку до рівня 120,0 % до маси буряку, забезпечивши “розрив-1” не вище 0,5 %СР.
- Забезпечити зниження концентрації соку від дифузії до ВУ – “розрив-2” не вище 0,8 %СВ, для чого:
 - знизити кількість промоїв на фільтрації до рівня 1-2 % до маси буряку,
 - знизити витрату вапна до 2,5...2,7 % до маси буряку,
 - забезпечити активність вапнякового молока не нижче 95 %.

На **другому етапі** належить виконати роботи по використанню трьох ВЕР в тепловій схемі заводу, а саме:

1. Використати теплоту утфельної пари, що складає **22...25 %** від теплоти, одержаної заводом від ТЕЦ.
2. Використати теплоту конденсату головних (1-го и 2-го) корпусів ВУ, що складає **22...27 %** від теплоти, одержаної заводом від ТЕЦ.
3. Використати теплоту конденсату останніх корпусів ВУ, що становить **12...17 %** від теплоти, одержаної заводом від ТЕЦ.

Для розв'язання задачі **другого етапу** необхідно:

- Впровадити установку по деамонізації конденсату останніх корпусів ВУ зі степінню видалення аміаку не менше 90 %. Як варіант – розробку НВП “Енерготехнологія” – установку десорбційного типу. Використати в якості живильної води для дифузії до 50 % деамонізованого конденсату.
- Забезпечити температуру дифузійного соку не вище 40 °С.
- Впровадити підігрівник дифузійного соку, що обігривається утфельною парою, з нагріванням соку на **10-15** °С . На нашу думку слід надати перевагу трубчастій конструкції поверхні теплообміну, що забезпечить високу швидкість соку в трубках и мінімізацію відкладень на внутрішній поверхні трубок.
- Впровадити систему 3...4-х каскадного самовипаровування и охолодження до 100...103 °С конденсату головних корпусів ВУ в збірниках-випарниках перед поверненням в ТЕЦ.
- Впровадити підігрівник соку перед гарячою дефекацією з обігрівом його потоком конденсату останніх корпусів ВУ, з нагріванням його на 6...9 °С, виключивши відкачку гарячого (93-95 °С) конденсату із останнього збірника на аміачний ящик.

На **третьому етапі** належить виконати роботи по збільшенню продуктивності ВУ і досягти значення коефіцієнту випарювальної здатності ВУ – $K_{\text{ВУ}}$ 2,65-2,70 .

Для розв’язання задачі третього етапу необхідно:

- Впровадити пароконтактний підігрівник живильної води, здатний нагріти до регламентної температури 68...70 °С вторинною парою 5-го корпусу ВУ.
- Впровадити поверхневий (трубчастий або пластинчастий) підігрівник соку перед гарячою дефекацією, здатний нагріти сік на 4-6 °С вторинною парою 5-го корпусу ВУ.
- Експлуатувати ВУ в режимі 5-корпусної, здійснивши відбори пари із 5-го корпусу (бувшого концентратора) на вказані вище підігрівники.

- Перевести обігрів вакуум-апаратів 1-го продукту на обігрів вторинною парою 3-го корпусу, здійснивши збільшення поверхні нагрівання 3-го корпусу ВУ та відповідних паропроводів.
- Впровадити пластинчасті або трубчасті підігрівники соку перед основною дефекацією, з нагріванням:
 - на 16...18 °С вторинною парою 4-го корпусу,
 - на 9...10 °С вторинною парою 3-го корпусу.
- Впровадити пластинчасті або трубчасті підігрівники соку перед ВУ, з нагріванням:
 - на 8... 10 °С вторинною парою 3-го корпусу ВУ.
 - на 10...12 °С вторинною парою 2-го корпусу ВУ
 - на 10...12 °С вторинною парою 1-го корпусу ВУ,
 виключивши з теплової схеми підігрівник, що обігривався парою від ТЕЦ.

Результатом третього етапу робіт буде одержання густого «енергоощадливого», з концентрацією 65...66 % СВ сиропу із ВУ.

Досягнення гранично високої (70-72 %СВ) концентрації сиропу із ВУ обумовить, за нашими розрахунками, незначний, на рівні 3-4 %, приріст зекономленого палива, а проблем з його уварюванням на існуючих вакуум-апаратах без належної автоматики високого рівня та реконструкції самих вакуум апаратів або їх заміни створить суттєві проблеми.

По всім перерахованим технічним рішенням інформація є в чисельних пропозиціях як вітчизняних так і закордонних фірм, інститутів, підприємств.

При формуванні та реалізації плану робіт слід мати на увазі, що:

- Рішення **1-го** етапу можуть впроваджуватись незалежно від робіт 2-го и 3-го етапів.
- Рішення **3-го** етапу можуть впроваджуватись незалежно від робіт 1-го и 2-го етапів.
- Рішення **2-го** етапу по використанню ВЕР повинні обов’язково доповнюватись роботами 3-го етапу. У разі невиконання цієї умови очікуваного зниження витрати пари та палива не відбудеться, оскільки рішення 2-го етапу, скоротивши паровідбори ВУ, зменшать її продуктивність,

підвищить витрату пари на вакуум-апарати 1-го продукту і на завод в цілому.

На сьогодні, із врахуванням доступу промисловості до сучасних методів розрахунку теплових схем, до технічних рішень з енергозбереження та зразків обладнання у цих напрямках вважаємо за можливе визначити нову гранично-

досягну витрату палива на сокодобування для цукрозаводів України, а саме **3,6 %** до маси буряку.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Економія паливно-енергетичних ресурсів в цукровій промисловості.- // Цукор України.- 1994.- №1.- с. 5-7
2. Князев А.О. та інш. Витрати тепла і палива на виробництво цукру: перспективні, проектні, реальні. – Цукор України. - № 2.- 1994.- с. 8-13.
3. Украина. Энергосбережение в пищевой промышленности. – Energy Centre. - Kiev/-1996.- 200с.
4. Філоненко В.М. // Енергетичний аудит у цукровій галузі. – Харчова і переробна промисловість. - № 7.– 1998. – с. 32-33
5. Філоненко В.М. Енергетичний аудит. // Харчова і переробна промисловість.-1999.-№ 1.- С.4-5
6. Філоненко В.М. // Енергозбереження та експлуатаційні фактори в цукровому заводі.- Цукор України, - №2, 2000.- с. 17-19
7. Філоненко В.М. // Рациональна послідовність етапів енергозбереження для цукрозаводу.- В зб.: Матеріали семінару головних спеціалістів цукрових заводів “Шляхи підвищення ефективності бурякоцукрового виробництва”.- Україна, Київ, 3-5.04.2001 г. с. 113.
8. Філоненко В.Н. // Енергозбереження в цукровій галузі. Проблеми й перспективи.- Харчова і переробна промисловість.- № 1, 2002, с. 24-26.
9. Кравчук А.Ф. // Мероприяття по сбереженію електроенергии на сахарном заводе – В зб.: Матеріали семінару головних спеціалістів цукрових заводів “Шляхи підвищення ефективності бурякоцукрового виробництва”.- Україна, Київ, 3-5.04.2001 г. с.103-108
10. Маркитан С.В. и др. // Пути повышения технико-экономических показателей тепловых схем сахарных заводов.- Цукор України, - № 5 (29), 2002.- с.5

11. Методики з нормування ПЕР у цукровій промисловості. - Київ.– 2004.– 144 с.