

DETERMINATION OF THE AMOUNT OF CONDENSATES DEPENDING ON THE TECHNICAL LEVEL OF THE SUGAR PLANT

A. Sorokin

Institute of Post-Diploma Training of the National University of Food Technologies

Key words:

*Secondary steam condensates
Rational use of condensates for technology
Heat engineering processes
Dependence of the amount of condensate on the technical level of production*

Article history:

Received 14.05.2019
Received in revised form 05.06.2019
Accepted 20.06.2019

Corresponding author:

A. Sorokin
E-mail:
npnuht@ukr.net

ABSTRACT

Data on the amount of condensate that are formed in beet sugar production is of great importance in calculating and planning the costs of these condensates for the technological processes of production and the rational use of their heat, as well as the rational use of water for sugar production. The amount of condensate generated in production depends on the main parameters of the technological and heat engineering process that are used in production, namely: on the amount of pumping of diffusion juice and dry substances (PS) of the syrup, which goes to boiling the massecuite in vacuum machines, parameters of the evaporative unit.

Recently, the sugar industry began to introduce intensively new technologies that were aimed at improving production efficiency, reducing fuel consumption and reducing sugar losses in production. These technologies include the diffusion-press method of obtaining diffusion juice, which provides for a significant reduction in the pumping of diffusion juice. This technology allows not only to reduce fuel consumption when boiling juice, but also to reduce sugar losses in the diffusion process, to improve its quality and to increase the processing capacity of beets. The technologies that reduce the costs of heat in production should also include technologies for boiling massecuite from highly concentrated syrups when using vacuum apparatus with a circulating pump.

The study showed that the improvement of heat use makes it possible to significantly reduce steam consumption for technological needs.

Comprehensive improvement of technological and heat engineering processes makes it possible not only to further reduce the steam consumption for the technological process, but also significantly reduce the amount of condensate in the plant, and the discharge of excess condensates into the ammonia box and, accordingly, in category 1 water decreases by almost 2 times.

ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ КОНДЕНСАТІВ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНІЧНОГО РІВНЯ ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ

А. І. Сорокін

Інститут післядипломної освіти Національного університету харчових технологій

Дані про кількість конденсатів, які утворюються в бурякоцукровому виробництві, мають велике значення при розрахунках і плануванні витрат цих конденсатів на технологічні процеси виробництва та раціональне використання їх тепла, а також на раціональне використання води у виробництві цукру. Кількість конденсатів, які утворюються у виробництві, залежать від основних параметрів технологічного й теплотехнічного процесів, зокрема: від величини відкачки дифузійного соку, сухих речовин сиропу, який поступає на уварювання утфелів у вакуум-апаратах і параметрів роботи випарної установки.

Останнім часом у цукровій галузі почали інтенсивно впроваджувати новітні технології, які були направлені на підвищення ефективності виробництва, зниження витрат палива та зменшення втрат цукру у виробництві. До цих технологій слід віднести дифузійно-пресовий метод одержання дифузійного соку, який передбачає значне зменшення відкачки дифузійного соку. Ця технологія надає можливість не тільки знизити витрати палива при випарюванні соку, але й зменшити втрати цукру в дифузійному процесі, підвищити його якість та збільшити продуктивність переробки буряків. До технологій, які дають змогу знизити витрати тепла у виробництві, слід також віднести технології уварювання утфелів з висококонцентрованих сиропів при застосуванні вакуум-апаратів з механічними циркуляторами.

Як показує досвід ряду бурякоцукрових заводів, які впровадили вищезазначені технології, витрати пари на технологічні потреби у виробництві суттєво зменшились, відповідно, практично вдвічі зменшились і кількість конденсатів, які поступають як у збірник аміачної води, так і в оборотну систему вод I категорії головного корпусу, або в поверхневу водойму при прямоточній системі водопостачання.

Ключові слова: *конденсати вторинної пари, раціональне використання конденсатів, теплотехнічні процеси, залежність кількості конденсатів від технічного рівня виробництва.*

Постановка проблеми. В бурякоцукровому виробництві утворюється значна кількість конденсатів вторинної пари, так званої аміачної води. Конденсати, що утворюються у виробництві, можна розділити на дві частини: перша із них повторно використовується у виробництві, а друга — це конденсати, які втрачаються і виводяться із заводу. Ця частина конденсатів поступає в оборотну систему вод I категорії головного корпусу або безпосередньо у водойму при прямоточному водопостачанні.

Для типової технології, яка використовувалась на наших цукрових заводах раніше, нормативна величина відкачки дифузійного соку становила 120% до маси буряків, а сухі речовини (СР) сиропу із випарної установки, що направлявся на уварювання у вакуум-апарати, складала 65% СР. Конденсат, що утворився при згущенні соку у випарній установці, може використовуватися повторно в технологічних процесах, а конденсат з утфельної пари, який утворювався у вакуум-конденсаційній установці, виводився із заводу в суміші із свіжою або оборотною водою. Можливостей його використовувати повторно в технологічних процесах не існує, за винятком невеликої частини конденсату, що утворювався в предконденсаторі і направлявся в суміші із свіжою технічною водою (барометричною водою) для живлення дифузійної установки.

Кількість конденсатів, які утворюються в бурякоцукровому виробництві, залежать від основних параметрів технологічного й теплотехнічного процесу, які використовуються у виробництві, зокрема: від величини відкачки дифузійного соку та СР сиропу, що поступає на уварювання утфелю у вакуум-апаратах і параметрів роботи випарної установки.

Починаючи із середини 90-х років ХХ ст. в українській бурякоцукровій галузі почали інтенсивно впроваджувати новітні технології, які були направлені на підвищення ефективності виробництва, зниження витрат палива та зменшення втрат цукру у виробництві. До цих технологій слід віднести дифузійно-пресовий метод одержання дифузійного соку, який передбачає значне зменшення відкачки дифузійного соку з 120—130% до величини 98—110% до маси буряків. Ця технологія надає можливість не тільки знизити витрати палива при випарюванні соку, але й зменшити втрати цукру в дифузійному процесі, підвищити його якість і збільшити продуктивність переробки буряків. До технологій, які дають змогу знизити витрати тепла у виробництві, слід також віднести технології уварювання утфелів з висококонцентрованих сиропів при застосуванні вакуум-апаратів з циркуляторами.

Важливим, з точки зору підвищення ефективності бурякоцукрового виробництва, є застосування автоматизованих камерних фільтрпресів замість вакуум-фільтрів. Їх використання в бурякоцукровому виробництві надає можливість як зменшити втрати цукру у фільтраційному осаді, так і зменшити витрати промивних вод, які надходять у фільтрований сік. Це також зменшує витрати гріючої пари із ТЕЦ на одержання сиропу. Окрім вищевикладеного, використання автоматизованих камерних фільтрпресів дає змогу ліквідувати стічні води, які утворювалися при гідротранспортуванні фільтраційного осаду після вакуум-фільтрів на очисні споруди.

При використанні згаданих вище новітніх технологій на цукрових заводах України ефективність бурякоцукрового виробництва значно зросла як з точки зору зменшення витрат теплової енергії, так і з точки зору зниження утворення кількості технологічних вод, до яких належать також і конденсати вторинної пари (аміачна вода), кількість яких необхідно враховувати на кожному цукровому заводі.

Мета дослідження: визначення кількості конденсатів, які утворюються у бурякоцукровому виробництві, залежно від основних параметрів роботи новітніх технологій, впроваджених на цукровому заводі.

Викладення основних результатів дослідження. Раціональне використання конденсатів у виробництві з урахуванням їх якості надає можливість додатково підвищити ефективність підприємства як за рахунок теплоти, яку вони утримують, так і за рахунок зниження витрат свіжої технічної води на технологічні потреби.

Нижче розглядаються питання утворення кількості конденсатів вторинної пари в бурякоцукровому виробництві залежно від основних параметрів переробки буряків, а також їх раціональне використання у виробництві на основі порівняння основних показників переробки буряків.

Розглянуто три варіанти схем. Так, варіант А — базова, схема з технічним рівнем заводів 80—90-х років ХХ сторіччя, з типовими основними технологічними і теплотехнічними показниками. Варіант Б — умовна схема, в якій основні технологічні показники тотожні варіанту А, а теплотехнічні показники, передусім робота випарної установки, максимально наближена до кращих сучасних вітчизняних показників. Варіант В — варіант з найбільш ефективними на сьогодні рішеннями в технології та енергоспоживанні бурякоцукрового заводу.

У табл. 1 наведені вихідні дані показників бурякової стружки для перероблення на бурякоцукрових заводах з різним технічним рівнем виробництва

Таблиця 1. Основні параметри роботи дифузійної установки

Бурякова стружка			
Показники	А	Б	В
Стружка, % дмб*	100	100	100
Дигестія, %	17,5	17,5	17,5
Клітковина, % дмб	4	4	3,5
Дб нормального соку, %	86	86	88
Нецукри нормального соку, %	2,85	2,85	2,39
Зв'язана вода, % дмб	3	3	3
Соковий коефіцієнт, %	93	93	93,5
СР нормального соку, %	20,35	20,35	19,89
Кількість води в стружці, % дмб	72,65	72,65	73,61

* — тут і надалі скорочення дмб — до маси буряків.

Для варіантів А і Б технологічні показники бурякової стружки однакові. Для варіанта В вони дещо змінені, враховуючи, що в Україні останнім часом використовується насіння цукрових буряків західноєвропейської селекції. Цукрові буряки такої селекції мають менший вміст клітковини, тобто тонші стінки клітин. За рахунок цього вони мають більш високий соковий коефіцієнт, але при цьому гірше зберігаються, сильніше травмуються та мають менший вихід сушеного жому. В табл. 2 наведені показники балансу дифузійних установок для бурякоцукрових заводів з різним технічним рівнем виробництва.

Із даних табл. 2 випливає, що баланси дифузійних установок розраховувалися з використанням методик, викладених у [1—3]. Для варіантів А і Б живлення дифузійних установок передбачалось тільки барометричною водою, для варіанта В — тільки жомопресовою водою і надлишковими (аміачними) конденсатами.

Таблиця 2. Показники балансу роботи дифузійних установок для цукрових заводів різного технічного рівня

Баланс дифузійної установки			
Показники	А	Б	В
Кількість дифузійного соку, % дмб	120	120	105
Вміст цукру в жомі, % дмб	0,35	0,35	0,35
Невраховані втрати, % дмб	0,1	0,1	0,1
Ефект очистки на дифузії, %	15	15	15
Цукор дифузійного соку, % дмб	17,05	17,05	17,05
Нецукри дифузійного соку, % дмб	2,42	2,42	2,03
Сухі речовини дифузійного соку, % дмб	19,47	19,47	19,08
СР дифузійного соку, %	16,23	16,23	18,17
Дб дифузійного соку, %	87,56	87,56	89,37
Води в дифузійному соці, % дмб	100,53	100,53	85,92

У табл. 3 наведені дані щодо живильної води, яка використовується в дифузійному процесі залежно від технічного рівня цукрового заводу.

Таблиця 3. Вид і кількість живильної води для дифузійних установок цукрових заводів різного технічного рівня виробництва

Живильна вода			
Показники	А	Б	В
Всього живильної води, % дмб	105	105	90
Барометрична вода, % дмб	105,00	105,00	0,00
Конденсати (аміачна вода), % дмб	0	0	33,83
Жомопресова вода, % дмб	0,00	0,00	56,17

У табл. 4 приведені розрахунки показників при очищенні дифузійного соку, які виконувалися для типової схеми з холодною (теплою) прогресивною попередньою дефекацією. Вказані розрахунки виконані на основі даних, наведених у [4; 5].

Таблиця 4. Показники ефективності очищення дифузійного соку по типовій схемі для заводів різного технічного рівня

Очищення дифузійного соку			
Показники	А	Б	В
I	2	3	4
Ефект очищення, %	35	35	35
Витрата СаО, % дмб	2,5	2,5	1,8
Густина вапняного молока, г/мл	1,18	1,18	1,18
Активність вапняного молока, %	90	90	90
Витрата вапняного молока, % дмб	14,48	14,48	10,42
Кількість води з вапняним молоком, % дмб	11,98	11,98	8,62
Вода на промив осаду, % дмб	16,30	16,30	4,68
Втрати води на I сатурації, % дмб	1,53	1,53	1,08
Втрати води на II сатурації, % дмб	0,36	0,36	0,35
Видалено нецукрів, % дмб	0,85	0,85	0,71
Втрати води в ВФ, % дмб	0,2	0,2	0
Кількість бруду в СР, % дмб	3,35	3,35	2,51

Продовження табл. 4

1	2	3	4
Вода в бруді, % дмб	3,35	3,35	1,51
Промії в сік, % дмб	10,04	10,04	0,00
Втрати цукру при очищенні, % дмб	0,1	0,1	0,1
Всього сухих речовин в очищеному соці, % дмб	18,52	18,52	18,27
Вода в очищеному соці, % дмб	120,46	120,46	93,11
Витрата очищеного соку, % дмб	138,98	138,98	111,38
СР очищеного соку, %	13,33	13,33	16,40
Дб очищеного соку, %	91,50	91,50	92,78

Із даних, наведених у табл. 4, видно, що за рахунок зменшення відкачки отримується дифузійний сік більш вищої чистоти і більш високої концентрації по СР. При цьому, для одержання соку високої якості, знижуються відчутно витрати вапна.

Використання камерних фільтрпресів і технології гашення вапна промিয়াми зменшує розбавлення соку водою при очищенні, що позитивно впливає на витрати палива в бурякоцукровому виробництві.

Відомо, що основним показником теплової ефективності випарної установки є кратність випаровування: тобто відношення кількості випареної води до кількості пари, що подається в першій корпус. Показники роботи випарних установок залежно від технічного рівня виробництва наведені в табл. 5.

Таблиця 5. Теплова ефективність випарних установок залежно від технічного рівня бурякоцукрового виробництва

Показники	А	Б	В
Випарна установка			
Кратність випаровування ВУ	2	3,5	3,5
СР сиропу, %	65	65	72
Випарено води в ВУ, % дмб	105,09	105,09	82,89
Витрати пари з ТЕЦ на ВУ, % дмб	52,55	30,03	23,68
Витрати пари з ТЕЦ на нагрів до кип., % дмб	2,40	2,40	1,92
Всього пари з ТЕЦ на технол. потреби, % дмб	54,95	32,43	25,61
Витрата пари на конденсатор із ВУ, % дмб	1,5	1,5	0,5
Всього конденсату, % дмб	158,54	136,02	108,00
Повернення конденсату в ТЕЦ, % дмб	60,44	35,67	28,17

Як видно з даних (табл. 5), теплова ефективність випарних установок залежно від технічного рівня виробництва найбільш висока у варіанті В. У цьому варіанті кратність випаровування складає 3,5. Сухі речовини сиропу із випарної установки складають 72%, що надає можливість значно знизити кількість води, яку необхідно випарити на вакуум-апаратах і знизити втрати тепла при конденсації утфельної пари. Також варіант В забезпечує зниження загальної кількості конденсату 108,00% до маси буряків, якщо порівняти з варіантом Б і А, в яких цей показник, відповідно, складає 136,02 і 158,54% до маси буряків.

Показники продуктового відділення розраховувалися виходячи із три-продуктової схеми з централізованим клеруванням цукру II та III кристалі-

зації очищеним соком. Розрахунки проводились з використанням [4—6]. Результати розрахунків основних показників роботи продуктивних відділень цукрових заводів різного технічного рівня приведені в табл. 6.

Таблиця 6. Показники роботи продуктивних відділень залежно від технічного рівня бурякоцукрового виробництва

Показники	А	Б	В
Продуктове відділення			
ДБ меляси, %	57	57	57
Цукор в мелясі, % дмб	2,76	2,76	2,31
СР меляси, %	83,00	83,00	83,00
Вихід меляси, % дмб	5,22	5,22	4,38
Втрати цукру в продуктовому відділенні, % дмб	0,05	0,05	0,05
Вихід цукру, % дмб	14,14	14,14	14,59
Жовтий цукор, % дмб	8,00	8,00	8,00
Витрата соку на клерування ЖЦ, % дмб	4,80	4,80	3,45
Витрата соку на розкачки ВА, % дмб	1,98	1,98	0,58
Вода на пробілку цукру, % дмб	0,60	0,60	0,62
Пропарка, % дмб	1,00	1,00	1,00
Вода в сиропі, % дмб	9,49	9,49	6,85
Вода в соці в прод, % дмб	5,88	5,88	3,37
Пара на ВКУ, % дмб	16,47	16,47	11,34
Витрати пари в продуктове, % дмб	1,4	1,4	1,4

Із даних, наведених у табл. 6, видно, що показники роботи продуктового відділення цукрового заводу з високим технічним рівнем більш економічно привабливі, ніж показники роботи продуктивних відділень цукрових заводів, технічний рівень яких не відповідає сучасним вимогам. Такий основний показник, як витрати пари на вакуум-конденсаційну установку для продуктового відділення цукрового заводу з високим технічним рівнем (варіант В), складає 11,34% до маси буряків, тоді як для цукрових заводів зі старим технічним рівнем цей показник складає 16,47% до маси буряків. Тобто втрати тепла з цією парою для заводів з високим технічним рівнем на 5,13% до маси буряків менші.

У табл. 7 наведені дані щодо балансу конденсатів вторинної пари для цукрових заводів різного технічного рівня: варіанти А, Б і В.

Таблиця 7. Баланс конденсатів вторинної пари цукрових заводів з різним технічним рівнем виробництва

Показники	А	Б	В
1	2	3	4
Надходження			
Конденсат пари із ТЕЦ, % дмб	54,95	32,43	25,61
Конденсати вторинної пари ВУ, % дмб	103,59	103,59	82,39
Всього	158,54	136,02	108,00
Споживання			
Конденсату в ТЕЦ, % дмб	60,44	35,67	28,17
Конденсат на живлення дифузії, % дмб	0,00	0,00	33,83

Продовження табл. 7

1	2	3	4
Конденсат у вапняне відділення	11,98	11,98	5,45
Конденсат на промив осаду, % дмб	16,30	16,30	4,68
Всього, % дмб	88,71	63,94	72,13
Конденсат надлишковий, % дмб	69,83	72,08	35,87

Висновки

Отже, удосконалення тепловикористання надає можливість суттєво зменшити витрати пари на технологічні потреби (варіант Б порівняно з варіантом А): з 54,95% дмб до 32,43% дмб, але загальна кількість конденсатів при цьому практично не змінюється, кількість конденсатів (аміачної води), що скидається в оборотну систему вод I категорії головного корпусу також залишається високою.

Комплексне удосконалення технологічного й теплотехнічного процесів дає змогу не тільки додатково зменшити витрати пари на технологічний процес (до 25,6% дмб), але й значно зменшити кількість конденсатів, утворених на цукровому заводі, також практично вдвічі зменшується кількість надлишкових конденсатів.

Література

1. Силян П. М. *Технология сахара*. 2-е изд., перераб. и доп. М: «Пищевая промышленность», 1967. 625 с.
2. Инструкция по химико-техническому контролю и учету сахарного производства. Киев: ВНИИСП, 1983. 475 с.
3. Инструкция з питань водного господарства цукрових заводів. Київ: УкрНДЦП, 1994. 114 с.
4. Скорик К. Д. *Промислова кристалізація цукру: навч. посіб.* Київ: ПДО НУХТ, 2004. 202 с.
5. Штангесв К. О., Василенко С. М. *Довідник з теплотехнічних розрахунків у цукровій промисловості*. Київ: ПДО НУХТ, 2012. 138 с.
6. *Правила ведення технологічного процесу виробництва цукру з цукрових буряків. Правила усталеної практики 15.83-37-106:2007*. Київ: ТОВ «Інформаційно-аналітичний Центр «Цукор України», 2007. 420 с.