

Гунько Ю.Л., Федорусь Ю.В., Парфенюк А.В.
Луцький національний технічний університет

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ПОХИЛИХ ДИФУЗІЙНИХ АПАРАТІВ ЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА

У статті проаналізовані особливості процесу вилучення цукру з бурякової стружки, розглянуті конструкції дифузійних апаратів, за допомогою яких забезпечується екстрагування, також наведені результати експериментальних досліджень дифузійного процесу, запропоновані можливі шляхи підвищення ефективності двошнекового дифузійного апарата.

Ключові слова: дифузія, сік, ошпарювач, шнек, добування, траєкторія.

Постановка проблеми. Ефективність роботи дифузійних апаратів цукрового виробництва значною мірою залежить від якості бурякової стружки, у якій знаходиться сахароза – цільовий компонент процесу екстрагування. У дифузійному апараті бурякова стружка вступає у контакт з екстрагентом і за певної температури відбувається перенесення сахарози до екстрагенту. Це явище є досить складним тепло- та масообмінним процесом, ефективність якого визначається ступенем вилучення із цукрової стружки сахарози, яка знаходиться у тканинах буряка. Ефективне вилучення цукру з бурякової стружки може досягатись за рахунок інтенсифікації процесів масо- і теплообміну. Одним із напрямків при цьому є удосконалення конструкцій дифузійних апаратів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Результати досліджень якості бурякової стружки висвітлені у публікаціях [4,5,6], а у ряді наукових праць [1,2,3] наводяться особливості процесу вилучення цукру з бурякової стружки за допомогою дифузійних апаратів.

Результати даних досліджень можуть використовуватись для вдосконалення конструкцій дифузійних апаратів, що дозволить підвищити інтенсивність процесу вилучення сахарози з бурякової стружки.

Мета дослідження. Запропонувати шляхи підвищення ефективності процесу теплової обробки бурякової стружки у двошнековому похилому дифузійному апараті

Результати дослідження. Сьогодні використовуються різноманітні конструкції дифузійних апаратів для вилучення сахарози з бурякової стружки – похилі двошнекові, колонні, ротаційні. Зокрема, на Гнідавському цукровому заводі використовуються двошнекові похилі дифузійні апарати (рис.1). На ці апарати поступає стружка, отримана у результаті подрібнення цукрових буряків ножами дискових бурякорізків.

Проведені дослідження [5] показали, що наявність значної кількості браку у деяких пробах бурякової стружки визначається якісними параметрами буряків (значна прив'язаність, підмороженість), а також особливостями роботи та регулювання бурякорізків. Поряд з визначенням якості бурякової стружки контролювались дані щодо втрат цукру. Втрати цукру у жомі визначались за допомогою цукрометра СУ-4. За умови поступання неякісної стружки втрати цукру у жомі перевищували нормативні 0,6% і досягали значень 0,7...0,8%.

Ступінь вилучення сахарози з бурякової стружки залежить від коефіцієнту масопровідності. Коефіцієнт масопровідності визначається внутрішньою геометричною формою стружки, структурою твердого тіла стружки, концентрацією сахарози і температурою процесу.

Температурний плазмоліз стружки проводиться безпосередньо в похилому двошнековому дифузійному апараті, зменшуючи частину об'єму і довжину апарата як екстрактора. А це є значним недоліком, оскільки за такого апаратного оформлення відсутній швидкий плазмоліз стружки.

Тому необхідно розглянути можливість комплектації похилого двошнекового дифузійного апарата, що використовується на Гнідавському цукровому заводі, ошпарювачами [1].

Термічна обробка (плазмоліз) бурякової стружки в короткий термін має свої особливості. Для швидкого нагріву стружки перед надходженням її в екстрактор застосовуються передошпарювачі та ошпарювачі. Ошпарювачі сконструйовані, виходячи з терміну знаходження в них стружки і потенціалу теплоносія. Теоретично необхідний час теплової дії складає 10...12 хвилин за температури 70...75 С°.

Ротаційний ошпарювач призначений для нагрівання бурякової стружки шляхом протитечійного теплообміну з нагрітим дифузійним соком.

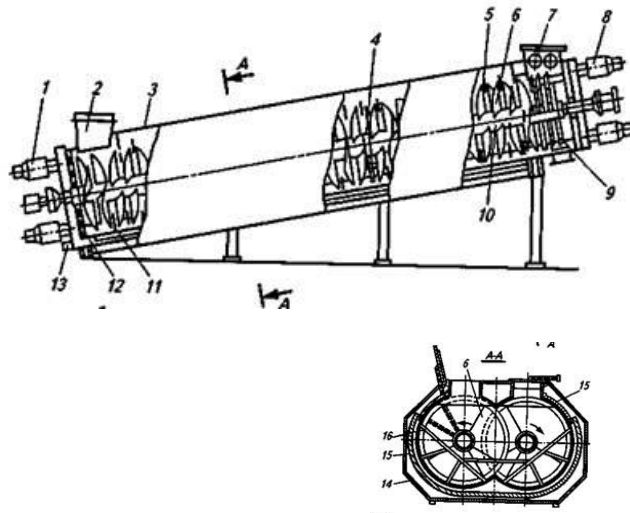


Рис. 1. Похилий двошнековий дифузійний апарат:

1, 8 – електродвигуни; 2 – приймальний бункер; 3 – кришка; 4 – опора; 5 – перегородка; 6, 9 – лопаті; 7 – вивантажувальний шнек; 10 – шнек; 11 – грійоча камера; 12 – сито; 13 – штуцер для виводу дифузійного соку; 14 – ребро; 15 – ізоляція; 16 – контрлопоть.

У такому ошпарювачі рівень соку знаходиться вище осі барабана та виключена неактивна фаза настоювання. У нижній частині апарату стружка повністю занурюється у сік при будь-яких значеннях відкачки та пористості шару стружки. Протитечійний рух соку та стружки зберігається і при значній неритмічності подачі стружки. Механічний вплив на стружку у апараті та, відповідно, її подрібнення є незначними.

В апаратах зрошувального типу відбувається багатоступінчатий процес теплообміну. Бурякова стружка сітчастим конвеєром пересувається безперервним шаром, який по всій ширині на кожному ступені зрошується дифузійним соком. Дифузійний сік фільтрується крізь шар, передаючи при цьому тепло стружці, збирається у піддоні та спрямовується на подальшу ступінь зрошування.

Найшвидше стружка нагрівається у паровому ошпарювачі, найдовше – у протитечійному. Але на 40% довжини корпусу протитечійного ошпарювача відбувається перемішування стружки з соком та видалення піни за допомогою спеціального контуру знепінення. Це необхідно для подальшої стабільної роботи дифузійної установки, особливо для колонного типу.

З протитечійного ошпарювача виходить сокустружкова суміш, яка містить стружку, повністю підготовлену до подальшого процесу екстрагування. У паровому ошпарювачі процеси денатурації клітин не встигають завершитись, але стружка вже досягла потрібної температури, і денатурація завершується вже в дифузійному апараті за 10...15 хвилин.

Апарати ротаційного та зрошувального типів є «передошпарювачами». В них теплова обробка не завершується, стружка подається у циркуляційний прямотечійний контур ошпарювання, де нагрівається остаточно.

Найбільш повно рекуперація тепла дифузійного соку, який відбирається з дифузійної установки, відбувається у протитечійних ошпарювачах. Тому такі ошпарювачі забезпечують можливість застосування енергоощадних теплових схем цукрових заводів із використанням низькопотенційних теплоносіїв — конденсатів та вторинної пари вакуум-апаратів [1,2].

Парові ошпарювачі забезпечують інтенсивне нагрівання стружки та стерильність процесу, але рекуперація тепла дифузійного соку відсутня. З цих причин застосування парових ошпарювачів на сучасних цукрових заводах є неможливим.

Втрати сахарози від розкладання в ошпарювачах усіх типів знаходяться в прийнятних межах. Найбільше сприяють розвитку мікробіологічної інфекції конструкції ошпарювачів ротаційного та зрошувального типів.

У зв'язку з тим, що частки сировини знижують в процесі екстрагування, особливо при температурному впливі, свою пружність, умови омивання частинок рідиною різко погіршуються, оскільки при цьому зменшується активна поверхня частинок, що бере участь у процесі. Це погіршення гідродинамічної обстановки можна запобігти тільки правильним вибором визначального

розміру часток і конструкції транспортного органу, який має сприяти розпушуванню, а не злежуванню шару частинок.

Слід відзначити також, що у двошнекових похилих дифузійних апаратах може спостерігатись значне повздовжнє перемішування фаз, що приводить до зменшення рушійної сили процесу, збільшенню часу перебування твердих частинок в апараті.

На Гнідавському цукровому заводі керування процесом дифузії відбувається у автоматичному режимі. Технологічні процеси відбуваються згідно заданих програм з використанням програмованих контролерів. За проходженням технологічних процесів, які відбуваються у машинах та апаратах можна спостерігати за допомогою моніторів (рис.2).

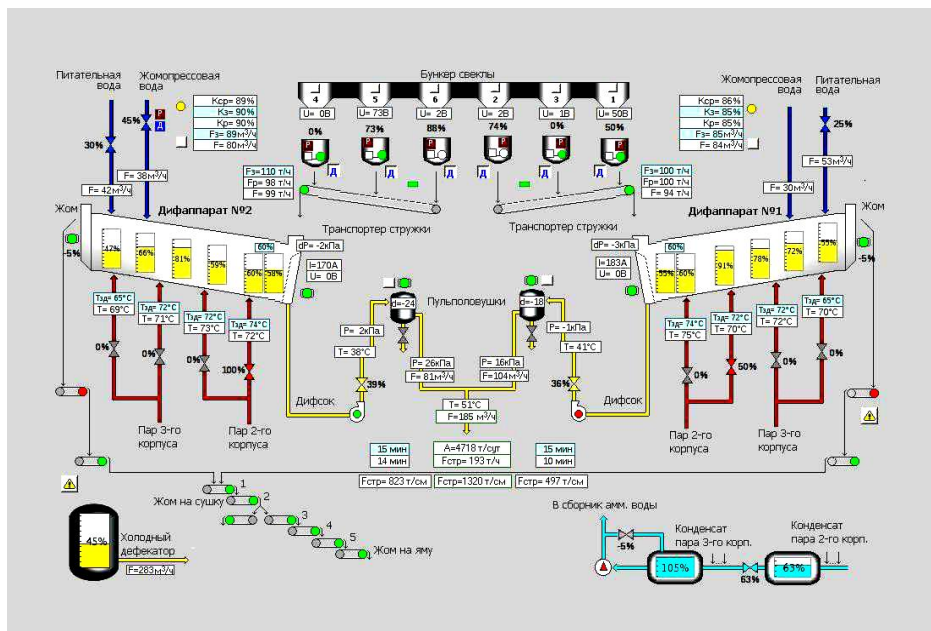


Рис. 2. Показники та параметри дифузійного апарату, які відслідковує система керування

Система керування передбачає:

- облік стружки по стрічковим вагам з формуванням звітів;
- стабілізація потоку стружки в дифузійні апарати шляхом автоматичного управління продуктивністю бурякорізок;
- регулювання температури по зонах дифузійних апаратів;
- регулювання рівня перед ситом дифузійного апарату;
- регулювання витрати живильної води;
- контроль витрати і згладжування потоку дифузійного соку на виробництво;
- управління схемою підготовки живильної води: регулювання рН, температури, рівнів у збірниках;
- управління обертами жомових пресів для досягнення максимальних СР жому;
- згладжування потоку жомопресованої води в дифузійний апарат;
- регулювання рівнів у збірниках конденсату.

Співвідношення витрати мас екстрагента і твердих частинок (бурякової стружки) здійснює істотний вплив на швидкість і ефективність процесу екстрагування, тобто на повноту вилучення цільового компонента. Збільшення маси екстрагента відносно маси твердих частинок сприяє збільшенню рушійної сили процесу, оскільки концентрація цільового компонента в екстрагенті на всьому протязі дифузійного процесу підвищується незначним чином. З іншого боку, чим більше екстрагенту вводиться в дифузійний процес, тим меншою виходить концентрація сахарози в екстрагенті, що ускладнює і здорожує виділення цільового продукту в чистому вигляді. Тому питання про вибір величини співвідношення витрат мас в процесі екстрагування має вирішуватись як оптимізаційна задача. Дані необхідних показників та параметрів, отримані з графіків, які забезпечує розроблена системи керування, можуть бути використані для вирішення цієї оптимізаційної задачі.

Для похилих двошнекових дифузійних апаратів характерним є те, що чим вищий показник поздовжнього перемішування, тим більше процес відхиляється від протитечії, що приводить насамперед до зниження концентрації дифузійного соку. Процес може контролюватися співвідношенням істинного відкачування (отриманого на основі вимірювання витрати дифузійного соку і стружки) і розрахункового (отриманого за величиною концентрацій фаз і виходу жому). Слід мати на увазі, що саме розрахункова відкачка визначає економічну складову процесу і повинна враховуватися при його оптимізації.

Через поздовжнє перемішування бурякової стружки виникає розбіжність значень часу перебування певної маси частинок. Маса частинок, яка залишає апарат раніше оптимального часу перебування, не може повністю знецукрюватись, що збільшує втрати цукру в стружці. З частинок, які затримуються на більший, ніж це потрібно, термін, посилюється перехід в сік нецукрів, що впливає на якість отриманого дифузійного соку.

Для дослідження поздовжнього перемішування стружки в похилих двошнекових апаратах, які використовуються на Гнідавському цукровому заводі, доцільно у систему керування включити автоматичні засоби контролю роботи шнекових транспортуючих пристроїв дифузійного апарату, зокрема, пропонується встановлення додаткових перетворювачів обертів, за допомогою чого можна буде дослідити залежність втрат цукру від кінематичного режиму роботи двошнекового робочого органу, який впливає на процес перемішування стружки.

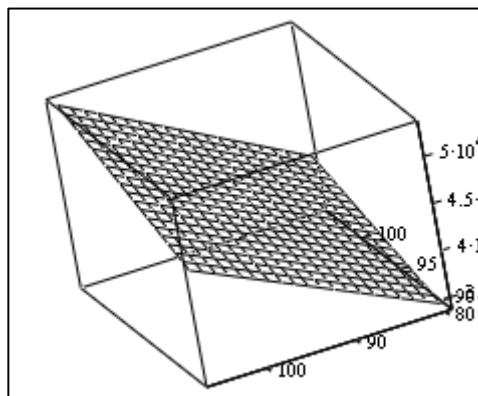
Співвідношення витрати мас екстрагента і твердих частинок (бурякової стружки) істотно впливає на швидкість і ефективність процесу екстрагування.

Використання даних керуючої системи дозволило отримати регресійну залежність для визначення виходу дифузійного соку від двох факторів: X_1 - подача жомопресової та живильної води, X_2 - подача бурякової стружки.

Ця залежність має наступний вигляд:

$$y=100,63-7,415 \cdot X_1+2,492 \cdot X_2+4,865 \cdot X_1 X_2. \quad (1)$$

Також отримано поверхню відгуку (рис.3):



К

Рис. 3. Поверхня відгуку для залежності визначення виходу дифузійного соку

Висновки. Таким чином, для підвищення ефективності роботи похилих двошнекових дифузійних апаратів, які встановлені на Гнідавському цукровому заводі, доцільно передбачити встановлення протитечійних ошпарювачів, що дозволить зменшити енергозатрати, а також вдосконалити систему керування шляхом обладнання системи додатковими перетворювачами обертів шнекових робочих органів. Проведені за допомогою керуючої системи дослідження дифузійного процесу дозволили отримати залежність для визначення виходу дифузійного соку, що дозволяє планувати удосконалення дифузійних апаратів.

1. А.Василяка, Л.Верхола, М. Ладановський. Пути повышения тепловой и технологической эффективности//Сахар и свекла. – 2011, №1. – с.22–24.
2. Л.А.Верхола, н.н. Пушанко. Критерии оценки эффективности процесса в диффузионных установках //Сахар. – 2007. – №5. – с.25–28.
3. Лысянский В.М. Процесс экстракции сахара из свеклы. Теория и расчет. М.: Пищевая промышленность. 1973. – 224 с.
4. Силин П.М. Технология сахара. – М.: Пищевая промышленность, 1967. – 625 с.
5. Федорусь Ю.В., Гулько Ю.Л., Полішук М.С. Аналіз впливу конструкцій бурякозбиральних машин та їхніх робочих органів на якість стружки// Сільськогосподарські машини. Зб.наук.ст., вип..27 – Луцьк: ред. – вид. відділ Луцького НТУ, 2014. – с.112–117.
6. Хоменко М.Д. Отримання високоякісної стружки: Навчальний посібник. – К: ІПК Укрхарчопрому, 1998. – 39 с.

REFERENCES

1. Vasilyaka, A., Verhola, L. & Ladanovsky M. (2011). Ways to improve the thermal and technological effectiveness [Puti povysheniya teplovoj i tehnologicheskoy effektivnosti]. *Sugar and beet [Sahar i svekla]*. Publ. Bartsens. Vol. 1, pp.22-24.
2. Verhola, L. & Pushanko, N. (2007). Criteria for assessing the effectiveness of the process in difuzionnyh installations [Kriterii ocenki effektivnosti processa v difuzionnyh ustanovkah]. *Sugar [Sahar]*. Vol. 5, pp.25-28.
3. Lysyansky, V. (1973). *The process of extracting sugar from beets. Theory and calculation. [Process ekstrakcii sahara iz svekly. Teoriya i raschet]*. Moscow, Publ. Food Industry. 224 p.
4. Silin, P. (1967). *Sugar Technology [Tehnologija sahara]*. Moscow, Publ. Food Industry. 625 p.
5. Fedorus, Y., Hunko, Y. & Polishchuk, M. (2014). Analysis of the influence of beetroot-gathering machine constructions and their working bodies on chips quality. [Analiz vplyvu konstruktii buriakozbyrnykh mashyn ta yikhnykh robochykh orhaniv na yakist struzhky]. *Agricultural Machinery [Silskohospodarski mashyny]*. Vol. 27. Lutsk, Publ. Lutsk NTU. pp. 112-117.
6. Khomenko, M. (1998). *Getting high-quality chips: Study guide. [Otrymannia vysokoiaakisnoi struzhky: Navchalnyi posibnyk.]*. Kyiv, Publ. IPK Ukrharchopromu. 39 p.

Гулько Ю.Л., Федорусь Ю.В., Парфенюк А.В. Повышение эффективности работы наклонных двухшнековых диффузионных аппаратов сахарного производства. В статье проанализированы особенности процесса извлечения сахара из свекловичной стружки, рассмотрены конструкции диффузионных аппаратов, с помощью которых обеспечивается экстрагирования, также приведены результаты экспериментальных исследований диффузионного процесса, предложены возможные пути повышения эффективности работы наклонного двухшнекового диффузионного аппарата, который применяется на Гнидавском сахарном заводе.

Ключевые слова: диффузия, сок, ошпариватель, шнек, извлечение, траектория.

Y. Hun'ko, Y. Fedorus, A. Parfenyuk. Improvement of the Efficiency of the Inclined Double-Screw Diffusion Sugar Production Apparatus.

The efficiency of the diffusion apparatus of sugar production considerably depends on the quality beet root chips, in which there is the sucrose - the target component of the extraction process. In the diffusion apparatus beet root chips contact with the extractant and at a certain temperature the transfer of sucrose to the extractant occurs. This phenomenon is quite complex heat and mass transfer process, the efficiency of which is determined by the degree of extraction of the sucrose from sugar chips that is located in the tissues of beets.

Temperature plasmolysis of chips is made directly in the inclined double-screw diffusion apparatus, reducing the volume and length of the machine as extractor. This is a considerable disadvantage, because fast plasmolysis of chips is absent in spite of such equipment.

That is why it is important to consider the possibility of integration of the inclined double-screw diffusion apparatus, that is used at Hnidava sugar factory, and scalding machines, especially, the counter-current scalding machine.

To improve the work of inclined double-screw diffusion apparatus, which are installed at Hnidava sugar factory, it is advisable to install the counter-current scalding machines.

At Hnidava sugar factory the diffusion control process occurs automatically. Technological processes are occurred according to specified programs using programmable controllers.

It is suggested to include automatic tools of control of the screw transporting devices of diffusion apparatus to the control system. In particular, to install additional rotation converters, with help of which it will be possible to investigate the dependency of the sugar loss upon kinematic mode of double-screw working body that affects the chips mixing process. The results of experimental studies of diffusion process are given in the article.

Keywords: diffusion, juice, scalding machine, auger, extraction, trajectory.

АВТОРИ:

ГУЛЬКО Юрій Леонтійович, кандидат технічних наук, Луцький національний технічний університет, доцент кафедри обладнання переробних виробництв, e-mail: lab-amb@ukr.net

ФЕДОРУСЬ Юрій Володимирович, кандидат технічних наук, Луцький національний технічний університет, доцент кафедри обладнання переробних виробництв, e-mail: lab-amb@ukr.net

ПАРФЕНЮК Анжеліка Вікторівна, Луцький національний технічний університет, магістрант кафедри обладнання переробних виробництв, e-mail: lab-amb@ukr.net

АВТОРЫ:

ГУНЬКО Юрий Леонтьевич, кандидат технических наук, Луцкий национальный технический университет, доцент кафедры оборудования перерабатывающих производств, e-mail: kaf_opv@ukr.net

ФЕДОРУСЬ Юрий Владимирович, кандидат технических наук, Луцкий национальный технический университет, доцент кафедры оборудования перерабатывающих производств, e-mail: kaf_opv@ukr.net

ПАРФЕНЮК Анжелика Викторовна, Луцкий национальный технический университет, магистрант кафедры оборудования перерабатывающих производств, e-mail: kaf_opv@ukr.net

AUTHORS:

HUNKO Yuriy, Ph.D., Lutsk National Technical University, associate professor of Refining Production Equipment Department, e-mail: kaf_opv@ukr.net

FEDORUS Yuriy, Ph.D., Lutsk National Technical University, associate professor of Refining Production Equipment Department, e-mail: kaf_opv@ukr.net

PARFENYUK Anjelika, Lutsk National Technical University, Master of Refining Production Equipment Department, e-mail: kaf_opv@ukr.net

РЕЦЕНЗЕНТ:

ШВАБ'ЮК Василь Іванович, доктор технічних наук, Луцький національний технічний університет, професор кафедри технічної механіки, Луцьк, Україна.

РЕЦЕНЗЕНТ:

ШВАБЮК Василий Иванович, доктор технических наук, Луцкий национальный технический университет, профессор кафедры технической механики, Луцк, Украина.

REVIEWER:

SHVABYUK Vasyi, DSc.-Eng., Lutsk National Technical University, Professor of the Technical Mechanics Department, Lutsk, Ukraine.

Стаття надійшла в редакцію 05.05.2015р.