

УДК 664.68.005

© Ю.Л.Гулько, к.т.н., М.С.Шведик, к.т.н., П.І.Ткачук

Луцький національний технічний університет

© В.В.Теслюк, д.т.н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

## **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ФІЛЬТРУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ ЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА**

*У статті наведені результати аналізу особливостей процесу фільтрування дифузійного соку за допомогою автоматизованої*

*фільтрувальної станції, а також результати експериментальних досліджень роботи фільтрувальної станції, на основі яких визначені фактори, що впливають на ефективність процесу фільтрування.*

### **ФІЛЬТРУВАННЯ, ДИФУЗІЙНИЙ СІК, СИСТЕМА КЕРУВАННЯ, ОСАД, ШВИДКІСТЬ, ТИСК, ВИТРАТА.**

**Постановка проблеми.** Одним з ключових технологічних процесів, що визначають якість кінцевого продукту у цукровому виробництві, є процес фільтрування соків і сатураційних клеровок. Ефективність виконання цього процесу значним чином впливає як на продуктивність виробництва цукру, так і на експлуатаційні витрати.

Тому питання інтенсифікації процесу роботи фільтрувальної станції, що безпосередньо впливає зменшення втрат цукру, підвищення його виходу та якості є досить актуальним.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз літературних джерел [1,2,3], приурочених вивченню процесу фільтрування дифузійного соку показує, що цей процес є достатньо вивченим. При цьому, у деяких наукових працях [4,5] наводяться особливості процесу виконання процесів фільтрування дифузійного соку із використанням керуючих систем.

Однак, наведені результати даних досліджень можуть використовуватись тільки для вдосконалення конструкцій фільтрувальних апаратів, а для вибору для них відповідних режимів фільтрування необхідно встановити залежності для визначення витрати фільтрованого соку та швидкості фільтрування.

**Мета дослідження.** Провести дослідження процесу фільтрування дифузійного соку на автоматизованій фільтрувальній станції та на основі отриманих залежностей для визначення витрати фільтрованого соку та швидкості фільтрування встановити фактори, які впливають на ефективність досліджуваного процесу.

**Результати дослідження.** Відомо, що процес фільтрування забезпечує механічне розділення суспензій за допомогою фільтрів, які пропускають рідину, але затримують тверді частинки.

При цьому фільтри, які використовуються у цукровому виробництві, повинні мати достатню затримуючу здатність відносно до дисперсної фази, незначний гідравлічний опір під час фільтрування, тривалий термін служби і зручне та ефективне очищення (регенерацію фільтра).

Слід відзначити, що із підвищенням швидкості фільтрування відбувається поступове погіршення якості фільтрату, тому що деякі частинки домішок можуть не затримуватись фільтром, також за швидкості 25...35 м/год може спостерігатись уповільнення процесу, зростання забруднень у фільтраті. Ймовірно, відбувається посилення

інерційного чинника, що частково компенсує ослаблення дії молекулярно-кінетичного механізму в процесі контактної коагуляції [2].

Фільтрувальні соки є суспензіями з низькою густиною і значним вмістом твердої фази, яка за хімічним складом становить майже чистий кристалічний карбонат кальцію.

Під час переробки неякісних буряків чи порушенні технології очистки отримують соки із желатинними осадами (гелями), під тиском ці осади частково стискуються, внаслідок чого зменшується їх об'єм і звужуються капілярні канали в фільтрувальному шарі, а отже, відповідно знижується швидкість фільтрування. З підвищенням тиску швидкість фільтрування збільшується не пропорційно, а з деякими відставаннями і за певної величини тиску може навіть знижуватися.

При цьому тиск, за якого досягається максимальна швидкість фільтрування (критична), для соків I-ї і II-ї сатуації складає приблизно 0,3–0,4 МПа.

З підвищенням тривалості фільтрування на фільтрувальній перегородці збільшується шар осаду і зростає його опір, в результаті чого уповільнюється процес фільтрування. Залежно від характеру осаду визначають допустиму товщину шару і на основі цього для періодично діючих фільтрів складають графік очистки фільтрувальної поверхні.

За високих температур густина цукрових розчинів знижується і вони швидше фільтруються.

Особливістю процесу фільтрування є також те, що для здійснення цього процесу необхідно забезпечити різницю тисків по обидві сторони від перегородки, яка створює відповідний опір протіканню процесу, тому швидкість процесу фільтрування прямо пропорційна різниці тисків і обернено пропорційна опорю пористої перегородки та осаду. В результаті дослідження встановлено, що додатковий опір на фільтруючу перегородку зростає при збільшенні товщини осаду або закупорюванні його частинками пористої фільтруючої перегородки, а також при одночасному збільшенні товщини осаду і закупорюванні пор його і перегородки. Наявність тиску також призводить до збільшення опорю, який виникає в результаті стиснення осаду і пористої перегородки внаслідок зменшення пор в ній, для проходження фільтрату та зміни їх форми (через стиснення і зсув).

Структура осаду за крупністю частинок змінюється, зокрема, (біля самої фільтруючої перегородки осідають найдрібніші частинки, які проникають у її пори), а більш крупні, розташовуються віддалено від неї. Однак між ними розташовуються і більш дрібні частки, які

закупорюють простір між великими частками і процес фільтрування сповільнюється.

В цілому, на проходження процесу фільтрування впливають дві групи факторів: мікрофактори і макрофактори. До макрофакторів відносяться структура та геометрія фільтрувальної перегородки і шару осаду, густина фільтрату, різниця тисків по сторонах фільтру; до мікрофакторів – розміри і форма пор, по яких рухається рідина в осаді до фільтрувальної перегородки.

Таким чином, можна константувати, що перебіг процесу фільтрування супроводжується досить складним поєднанням впливу ряду факторів, а це, в свою чергу, обумовлює необхідність оперативного і неперервного відслідковування параметрів та показників, які визначають ефективність проходження процесу фільтрування.

Зокрема, для цього створені відповідні передумови на Гнідавському цукровому заводі, де були запроваджені автоматичні системи керування процесами. Одна з таких керуючих систем дозволяє ефективно досліджувати процеси, що проходять при фільтруванні дифузійного соку. Система керування передбачає можливість отримання оперативної інформації про стан основних показників та параметрів фільтрувальних апаратів, що дозволяє аналізувати проходження процесу фільтрування і вносити у технологічне обладнання конструктивні зміни, які покращать ефективність процесу.

12 фільтрів П9-УФЛ об'єднані у дві батареї, кожна з яких практично є автономною. Схема системи керування процесом фільтрування наведена на рис.1.



*Рис. 1 – Система керування процесами фільтрування на Гнідавському цукровому заводі*

Основні функції системи керування наступні:

- автоматичне керування чергою регенерації фільтрів в батареї;
- виконання циклу регенерації фільтра (повної або неповної - залежно від технологічних установок);
- контроль витрати фільтрованого соку;
- контроль розрідження у колекторі фільтрованого соку;
- контроль рівнів у збірниках соків і мішалці суспензії;
- контроль температури соків.

Розроблена система керує технологічними процесами у дистанційному режимі, контролює стан електроприводів технологічних механізмів з можливістю керування як у місцевому, так і дистанційному режимах, контролює величини основних технологічних параметрів і проводить графічну архівацію за заданий період часу, здійснює звукову і світлову сигналізацію при виході величини параметрів за встановлені межі.

Основою системи є керуючі контролери. Зв'язок контролера з автоматизованим робочим місцем оператора здійснюється локальною мережею. Програмне забезпечення АРМ функціонує в програмному середовищі Windows, що дозволяє забезпечувати сумісність ПЕОМ АРМ як між собою, так і з верхнім рівнем керування, і далі воно дозволяє вихід в систему Інтернету.

Нами протягом кількох тижнів були проведені дослідження основних параметрів процесу фільтрування дифузійного соку в різні робочі зміни та отримані графіки залежності для основних параметрів фільтрувальної станції (рис.2).

У результаті проведення двофакторного експерименту визначався вплив двох факторів, а саме таких, як рівень у напірному збірнику фільтраційного соку  $H_1$  та рівень у збірнику фільтраційного соку  $H_2$  на витрату фільтрованого соку  $F$ .

Рівняння регресії для визначення витрати фільтрованого соку після включення незначущих членів для 95% довірчої ймовірності, буде мати наступний вигляд:

$$F = -85,47 + 2,65H_1 - 1,15H_2.$$

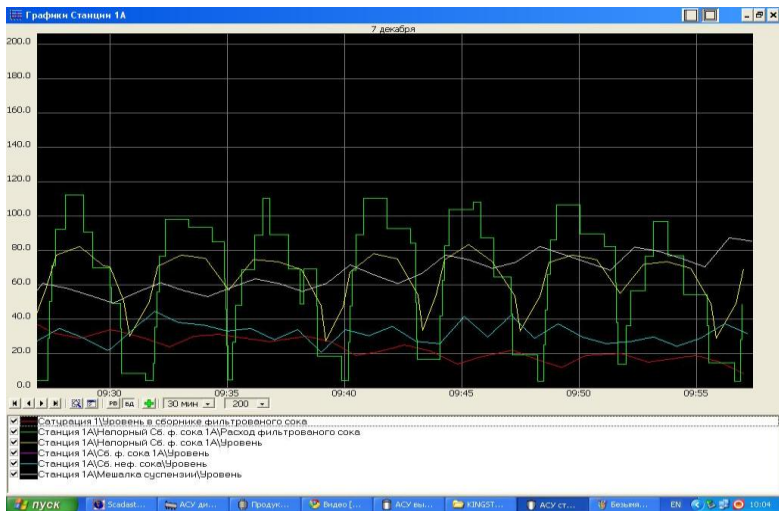


Рис. 2 – Графіки залежності для основних параметрів процесу фільтрування дифузійного соку (рівнів у збірниках соку, витрати фільтрованого соку)

Було побудовано поверхню відгуку та в середовищі MathCad (рис. 3).

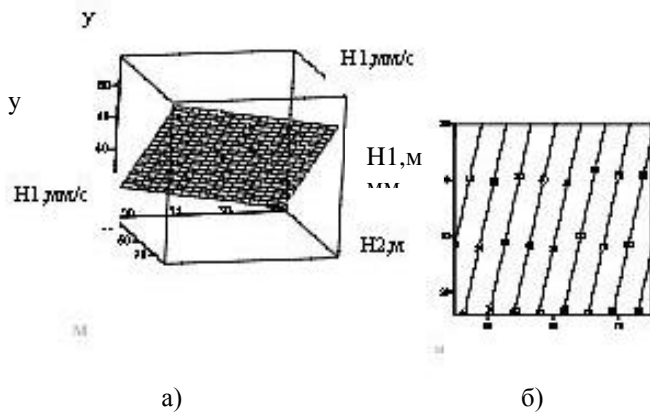


Рис. 3 – Поверхня відгуку (а) та проєкції двовірних січень поверхні відгуку на площину (б).

На основі експериментальних досліджень були також отримані графічні залежності швидкості фільтрування від перепаду тисків за різної тривалості фільтрування (рис.4).

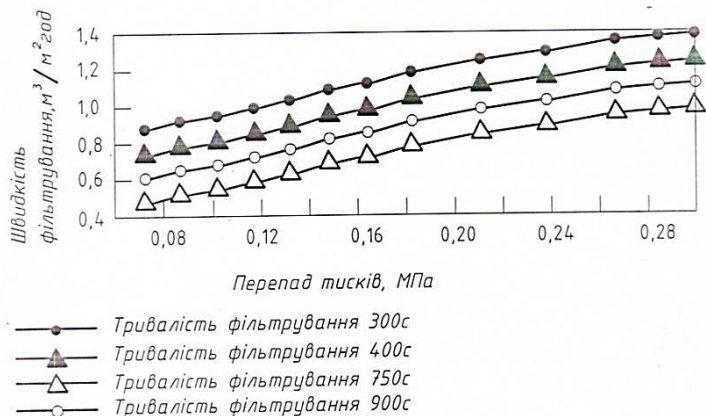


Рис. 4 – Графік залежності швидкості фільтрування від перепаду тисків

**Висновки.** Таким чином, на основі проведеного аналізу особливостей процесу фільтрування дифузійного соку були визначені задачі експериментальних досліджень роботи автоматизованої фільтрувальної станції. Проведені за допомогою керуючої системи дослідження процесу фільтрування дозволили отримати регресійну залежність для визначення витрати фільтрованого соку, а також отримати графічні залежності для визначення швидкості фільтрування. Отримані залежності є важливими для визначення ступеня впливу значимих факторів на ефективність роботи фільтрувальної станції.

### Література

1. Сапронов А.Р. Технология сахарного производства. – М.: Колос, 1998. -495 с.
2. Технологические процессы с применением мембран: пер. с англ. Под ред. Ю.А. Мазитова, Б.Л. Фламенбаум. – М.: Агропромиздат, 1988. – 399 с.
3. Физико-механические процессы сахарного производства/ И.С. Гульй, В.М. Лысянский, Л.П. Рева и др. – М.: Агропромиздат, 1987. – 264 с.
4. Гунько Ю.Л., Лінник О.В. Вдосконалення автоматизованих

фільтрувальних апаратів цукрового виробництва. – Сільськогосподарські машини. Зб.наук.ст. – Вип. 21 Том 1. – Луцьк. ред. – вид. відділ ЛНТУ, 2011. с. – 85-89.

5. А Василяка, Л. Верхола, М. Ладановский. Пути повышения тепловой и технологической эффективности// Сахар и свекла. – 2011, №1, – с. 22-24.