



Застосування лазерного аналізатора частинок суспензій для оптимізації технологічних процесів та вибору фільтрувальних тканин

*Ткаченко Сергій Володимирович, к.т.н. с.н.с.,
відділу технології цукру, цукровмісних продуктів та інгредієнтів*
*Шейко Таміла Володимирівна, к.т.н. заступник завідувача
відділу технології цукру, цукровмісних продуктів та інгредієнтів,*
*Хомічак Любомир Михайлович, д.т.н., професор,
член-кореспондент НААН, завідувач
відділу технології цукру, цукровмісних продуктів та інгредієнтів
Інституту продовольчих ресурсів НААН України, +38(044) 517 07 92*
*Стичинський Євгеній Васильович,
директор ТОВ "Фабрика Філкон", +38(044) 296-56-57*
*Коротинський Олександр Володимирович,
директор ТОВ «НПЦ Цукробурякового виробництва»
+38(063) 290-14-22*

Аналіз розмірів частинок оцінюється кількісним співвідношенням структурних елементів твердої фази різного розміру. За його результатами можна зробити висновки про дисперсність різних суспензій, емульсій і порошкоподібних матеріалів, а також провести їх класифікацію. Крім того, гранулометричний склад дозволяє класифікувати їх за структурною характеристикою та походженням, оцінювати деякі їх фізичні та хімічні властивості.

Методи аналізу розмірів частинок або дисперсного аналізу, що широко використовуються на практиці не набули поширення в технологічному процесі цукробурякового виробництва, оскільки мають загальні і власні похибки, такі як похибка по масі частинок, коливання за визначення щільності частинок речовини, зміна температури, в'язкості і густини суспензії і т.д. Пріоритетними чинниками за визначення розміру частинок має бути простота підготовки проби і швидкість проведення випробувань.

В якості альтернативи загальноприйнятим методам досліджень розглядається метод лазерної дифрактометрії на прикладі дифракційного лазерного аналізатора моделі SALD-201V (далі аналізатора) виробництва SHIMADZU (Японія) [1], що наведено на рис. 1.

Аналізатор призначений для вимірювання дисперсних параметрів (розмірів частинок і функцій розподілу часток за розмірами) суспензій, емульсій і порошкоподібних матеріалів в діапазоні від **0,1 мкм до 350,0 мкм**.

Принцип його дії заснований на реєстрації оптичного випромінювання, розсіяного частинками досліджуваного зразка в кюветі аналізатора під різними кутами. Схема роботи аналізатора зображена на рисунку 2.

Розсіяне (відбите) частинками лазерне випромінювання реєструється за допомогою високочутливого багатоелементного детектора. В залежності від вимірної інтенсивності розсіяного випромінювання та кута розсіювання здійснюється розрахунок розподілу частинок за розмірами та відсотковому співвідношенні. Для проведення вимірювань використовуються проточна або непроточна кювети.



Рисунок 1. – Фотознімок загального вигляду лазерного дифракційного аналізатора розмірів частинок Shimadzu-SALD-201V

Конструктивно аналізатор складається з оптично-аналітичного блоку і одного блоку пробопідготовки. Непроточна кювета встановлюється в відповідне гніздо оптично-аналітичного блоку.

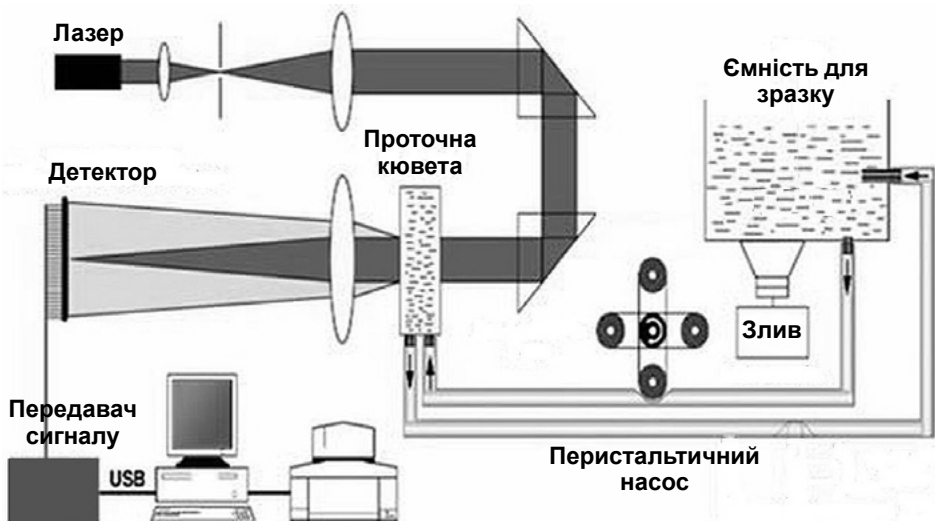


Рисунок 2. –Схема роботи лазерного дифракційного аналізатора розмірів частинок Shimadzu-SALD-201V



Управління аналізатором здійснюється за допомогою персонального комп'ютера.

Прилад має автономне програмне забезпечення (ПЗ) «WingSALD II», що призначене для проведення вимірювань розмірів частинок в суспензіях, емульсіях і порошкоподібних матеріалах. ПЗ використовується для налаштування параметрів відображення результатів вимірювань, установки режимів вимірювань, виконання вимірювань, збереження результатів вимірювань, перегляду і очищення архіву вимірювань, передачі результатів вимірювань на зовнішні пристрої (принтер і т. д.).

Представлення результатів вимірювань передбачено у вигляді таблиць і графіків (рис. 3).

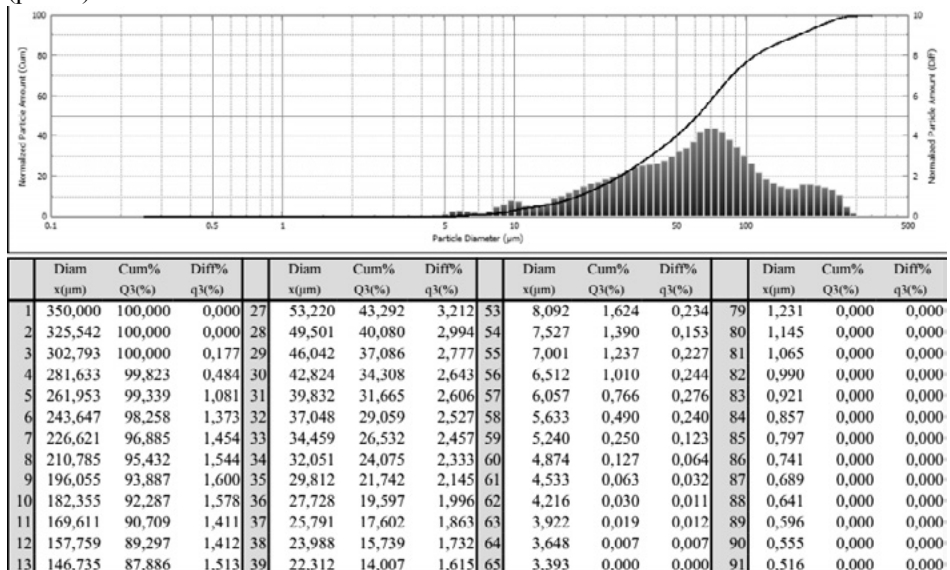


Рисунок 3. Зображення частини протоколу вимірювання розмірів частинок карбонізованого соку на аналізаторі Shimadzu-SALD-201V

Спектр застосування лазерного дисперсного аналізу частинок у цукровому виробництві дуже широкий, це і аналіз соків I, II карбонізації, сиропів, осадів, суспензій, вапняного молока, матеріалів, що використовуються для створення наливного фільтрувального шару. Зокрема на етапах I та II карбонізації однією з умов якості проведення технологічного процесу є отримання однорідних частинок осаду з метою забезпечення гарних фільтраційних властивостей соків. Визначивши розмір частинок вапняного молока, можна встановити та контролювати режим випалу вапняку [2], а визначення розмірів частинок наливного матеріалу для фільтрування (перліт, кізельгур, діатоміт, тощо) дозволить підібрати дисперсний матеріал, що забезпечить оптимальне співвідношення між якісними показниками отриманого продукту та пропускнуою здатністю фільтрувальної перегородки.

Окрім цього, дисперсний аналіз частинок дасть змогу оцінити ефективність використання різноманітних фільтрувальних перегородок (фільтрувальних тканин,



сит, нетканих матеріалів) порівнюючи дані розміру частинок у напівпродуктах до фільтрувальної перегородки та після неї та дію різноманітних флокулянтів та коагулянтів, щодо укрупнення частинок на етапах технологічного процесу очищення дифузійного соку.

Використовуючи даний аналізатор у виробничий сезон 2017 року було проведено оцінку технологічного процесу 10 цукрових заводів, серед яких заводи України, Молдови, Білорусі.

В якості нормативних показників розмірів частинок у напівпродуктах використовували відомі із літературних джерел дані (табл. 1).

Таблиця 1

Характеристики дисперсності частинок напівпродуктів цукрового виробництва

Назва	Орієнтовний розмір частинок, мкм
Нефільтрований сік I карбонізації	10...40 [3]
Нефільтрований сік II карбонізації	5...16 [4]
Сироп після випарної станції	2...5 [5]

Для більш точної кількісної оцінки гранулометричного складу напівпродуктів цукрового виробництва (соки, сиропи, суспензії), застосовували сучасний портативний мутномір Orion AQ4500 (рис. 4), що давав можливість не тільки оцінити рівень мутності досліджуваних напівпродуктів в одиницях мг/л, а й отримати дійсний кількісний розподіл частинок за розмірами.



Рисунок 4. – Загальний вигляд комплекту портативного мутноміра Orion AQ4500

Оскільки дифракційний аналізатор дає відсотковий розподіл частинок у розчині, а мутність це і є фактично концентрація частинок в розчині, то для визначення дійсного кількісного розподілу частинок в мг/л достатньо перерахувати відсоткове співвідношення частинок через мутність відповідного розчину.



Для оцінки мутності напівпродуктів цукрового виробництва за нормативи використовували дані, що наведені у таблиці 2 [6].

Таблиця 2

Норми мутності напівпродуктів цукрового виробництва [6]

Назва	Фільтрувальне обладнання	Норма (одиниці) мг/л
Фільтрований сік I карбонізації	ФиЛС, П9-УФЛ, МВЖ, гравітаційні відстійники, дискові фільтри	200-500
Фільтрований сік II карбонізації	ФиЛС, П9-УФЛ, МВЖ, гравітаційні відстійники, дискові фільтри, патронні фільтри	70-100
Фільтрований сироп з клеровкою	МВЖ, дискові фільтри, патронні фільтри	25-30

Результати технологічної оцінки одного із цукрових заводів Західного регіону України представлені у таблиці 3.

Таблиця 3

Результати аналізу допоміжних матеріалів та напівпродуктів на цукровому заводі Західного регіону України (дані отримані у виробничий сезон 2017)

Назва	Середнє значення розміру частинок, мкм	Максимальне значення розміру частинок, мкм	Мінімальне значення розміру частинок, мкм	Найбільша кількість частинок з розміром, мкм	Мінімальне значення розміру частинок більше 1%, мкм	Мутність, мг/л
Нефільтрований сік I карбонізації	43,5	127,1	4,2	66,1	16,7	4041,0
Декантат соку I карбонізації	23,9	42,8	4,2	32,1	13,4	7,2
Нефільтрований сік II карбонізації	36,9	95,0	11,6	42,8	11,6	2900,0
Фільтрований сік II карбонізації	245,2	350,0	196,6	262,0	182,3	2,2
Сік II карбонізації, після контрольної фільтрації	188,2	350,0	61,5	350,0	71,1	4,7
Нефільтрований сироп після ЗБ корпусу випарної станції (на 3 та 4 корпусі випарки інкрустована поверхня нагріву) CP=50,7	143,4	262,0	66,1	157,8	82,2	13,9



Нефільтрований сироп після 5 корпусу випарної станції СР=60,7	12,5	39,8	0,9	25,8	2,5	18,6
Осад з фільтр-пресів	22,3	169,6	0,9	20,8	7,0	-
Сироп після фільтрації з наливним шаром перліту	92,9	350,0	6,5	66,1	34,5	-
Стандарт сироп після фільтрації на «ФІЛТОМАТ» з розміром сита 50 мкм	302,1	350,0	226,6	350,0	226,6	-
Перліт той, що використовує завод	32,0	169,6	2,0	53,2	8,7	-
Вапняне молоко	18,3	82,2	0,5	32,1	7,5	-

Аналіз отриманих даних показав, що розділення суспензії I карбонізації проходить у відстійниках, які відповідають продуктивності заводу. Отриманий декантат має високі технологічні показники. Мутність складає 7,2 мл/л, а середній розмір зважених частинок досягає 24 мкм.

За результатами аналізів до якості фільтрації соку II карбонізації і контрольної фільтрації виникли деякі зауваження. Для фільтрування використовувалася монофіламентна тканина, яка має задовільні характеристики щодо фільтрування соків, але є зауваження щодо проведення її регенерації. За роботи на обладнанні під тиском, тканина дещо розтягується і частинки твердої фази з соку можуть проходити за фільтрувальну перегородку. Мутність фільтрованого соку становить 2,2 мг/л, а середній розмір частинок твердої фази зростає до 245,2 мкм.

На контрольній фільтрації також спостерігається проходження за фільтрувальну тканину частинок осаду. Однією з причин потрапляння твердих частинок у фільтрат є інкрустація та укрупнення їх за фільтрувальною перегородкою з подальшим «відриванням» за досягнення великих розмірів. Після контрольної фільтрації на фільтрувальній тканині мутність соку досягає 4,7 мг/л, а розмір частинок 188,2 мкм. Отримані осадки є глинистими, на що, у свою чергу, впливає і хімічний склад вапнякового каменю.

Вапняне молоко, що використовується на заводі, має розмір частинок в середньому 18,3 мкм, що відповідає м'якому режиму випалу вапняку [2].

Розмір частинок перліту, що використовується на заводі, в середньому складає 32,0 мкм.

Таким чином, застосування сучасного методу лазерного дисперсного аналізу дозволяє досліджувати напівпродукти цукрового виробництва і допоміжні матеріали практично на всіх стадіях технологічного процесу очищення дифузійного соку. Це дає змогу значно поглибити і розширити спектр показників контролю технологічного процесу виробництва цукру з метою удосконалення чи оптимізації



виробничих процесів та оптимального підбору фільтрувальних тканин, що будуть найкраще відповідати поставленим вимогам.

Список використаних джерел

1. Shimadzu-SALD-201V [Електронний Ресурс]: Технічний опис та характеристика аналізатора – Режим доступу:
<https://www.shimadzu.com/an/powder/sald201v/201v.html>
2. Гусарук Т.С. Технологічна оптимізація якості вапняного молока для підвищення ефекту очищення дифузійного соку : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.18.05 “Технологія цукристих речовин та продуктів бродіння” / Т.С. Гусарук. – Київ, 2008. – 22 с.
3. Структура частиц осадка І сатурації [Електронний Ресурс]: Агропромисловий портал – Режим доступу:
<http://agro-portal24.ru/tehnologiya-sahara/6838-struktura-chastic-osadka-i-saturacii.html>
4. Голыбин В.А. Использование фильтроперлита при проведении карбонизации сока в сахарном производстве [Текст] / В.А. Голыбин, К.В. Голова // Вестник ВГУИТ. – 2013. – №4. – С. 216–218. DOI:10.20914/2310-1202-2013-4-216-218
5. Содержание суспендированных веществ в сиропе с клеровкой [Електронний Ресурс]: Агропромисловий портал – Режим доступу:
<http://agro-portal24.ru/tehnologiya-sahara/6919-soderzhanie-suspendirovannyh-veschestv-v-sirope-s-klerovkoy.html>
6. Правила ведення технологічного процесу виробництва цукру з цукрових буряків. Правила усталеної практики (ПУП) 15.83 37-106:2007 / М. М. Ярчук, М. Ф. Калініченко, В. П. Чупахіна та ін. // Видавництво ТОВ «Інформаційно-аналітичний центр «Цукор України». – К. : 2007. – 420 с.

Метод об'єктивного визначення активності вапна у вапняному молоці

*Кос Т.С. - канд. техн. наук, старший науковий співробітник
Інституту продовольчих ресурсів, (097)8882148
Верченко Л.М. - канд. техн. наук, ст. наук. співр.
Хомічак Л.М. - член-кореспондент НААН, д. т. н.,
завідувач відділу технології цукру, цукровмісних продуктів
та інгредієнтів Інституту продовольчих ресурсів*

Удосконалений спосіб здійснюється за рахунок того, що об'єктивна активність вапна у вапняному молоці визначається як відсоткове відношення концентрації вапна у вапняній воді до величини розчинності вапна в ній.

Активність вапна у вапняному молоці або активність вапняного молока, як скорочено називають цей термін виробничники, визначається як відсотковий вміст