

# Рух кремнію в напівпродуктах бурякоцукрового виробництва при використанні кремнієвмісних реагентів для додаткового очищення дифузійного соку

*Л.П. Рева, доктор технічних наук, професор кафедри технології цукру і підготовки води, Національний університет харчових технологій*

*С.А. Шульга, кандидат технічних наук, доцент кафедри технології цукру і підготовки води, Національний університет харчових технологій*

Проводилися дослідження по визначенню вмісту кремнію у соках цукрового виробництва при використанні кремнієвмісних реагентів для додаткового очищення дифузійного соку за допомогою розробленого методу визначення вмісту кремнію у соках бурякоцукрового виробництва. Результати досліджень свідчать про можливість використання цих реагентів для додаткового очищення дифузійного соку з точки зору мінімізації накипоутворення на поверхні нагріву випарної установки.

Ключові слова: очищення дифузійного соку, активована кремнієва кислота, фільтроперліт, вміст кремнію.

Проводились исследования по определению содержания кремния в соках сахарного производства при использовании кремнийсодержащих реагентов для дополнительной очистки диффузионного сока с помощью разработанного метода определения содержания кремния в соках свеклосахарного производства. Результаты исследований свидетельствуют о возможности использования этих реагентов для дополнительной очистки диффузионного сока с точки зрения минимизации накипеобразования на поверхности нагрева выпарной установки.

Ключевые слова: очистка диффузионного сока, активированная кремниевая кислота, фильтроперлит, содержание кремния.

Research was conducted to determine the silicon content in the juice of sugar production using silicon reagents for purification of diffusion juice with the help of the developed method of determining the silicon content in the juice of sugar beet production. The research results indicate the possibility of using these reagents to further purify juice from the standpoint of minimizing scale formation on the surface of the heating evaporator.

Keywords: cleaning diffusion juice, aktyvyrovannaya kremnyevaya acid fyltroperlyt, Content silicon.

Забезпечення режиму «безнакипної» роботи випарної установки для одержання стандартного сиропу з вмістом сухих речовин на рівні 65%, низькою забарвленістю, стабільним рН не нижче 8,7, мінімально допустимим приростом інвертного цукру, незначним зниженням концентрації розчинних солей кальцію є однією із найважливіших умов продуктивної роботи цукрового заводу [2].

Для цукрових заводів склад накипу випарної станції є різним. Дослідження показують, що силікати відносяться до головних компонентів накипу на поверхні нагріву випарки [8], тому в соку II сатурації бажано не перевищувати вміст кремнію вище допустимої граничної норми для мінімізації його вмісту у складі накипу [8].

Безпосередньо у дифузійний сік та інші соки

сокоочисного відділення (за типовою схемою) кремній та силікати можуть потрапляти із клітинного соку, забруднюючих домішок погано відмитих буряків та невіддаленої зеленої маси, живильної води для екстрактора, вапняного молока для очищення дифузійного соку, використаної активної кремнієвої кислоти, як додаткового флокулянта [1] для підвищення швидкості відстоювання нефільтрованого соку I сатурації, зменшення каламутності декантату та ін.

Реалізація розроблених способів очищення дифузійного соку з використанням кремнієвмісних реагентів (активованої кремнієвої кислоти [4], фільтроперліту [3]) вимагає особливого контролю вмісту залишкового кремнію в соках у процесах очищення та сиропу після випарки, оскільки основною складовою цього реагенту є кремній і

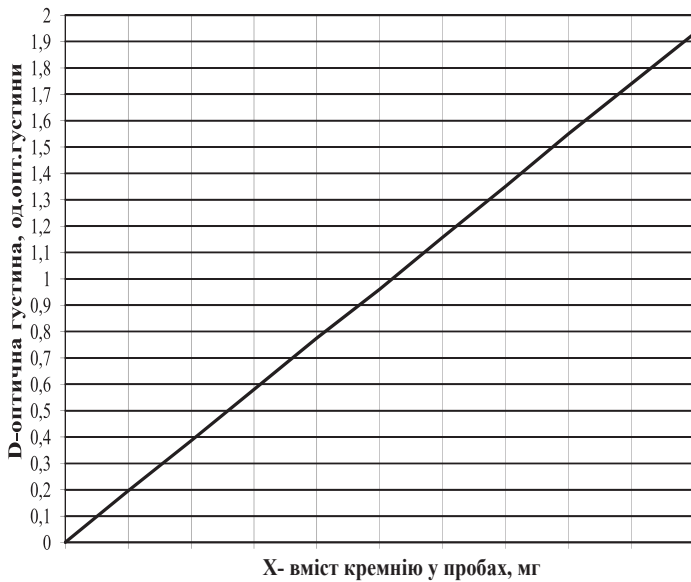


Рис. 1. Калібрувальний графік

він може бути додатковим джерелом накопичення силікатів в дифузійному та інших соках. Разом із осадами карбонату кальцію, шавлевокислого кальцію та сполуками алюмінію на поверхні нагріву силікатний накип є одним із небезпечних факторів, які сприяють різкому зниженню теплопередачі [2].

З цією метою було розроблено уточнений фотокolorиметричний метод визначення вмісту кремнію у соках бурякоцукрового виробництва по синьому кремніймолібденовому комплексу [6]. Згідно з цим методом фільтрований сік попередньо розбавляють в 10 разів і 25 см<sup>3</sup> отриманої таким чином проби вводять в конічну колбу (слабо кислі або лужні соки доводять перед цим до рН≈7 0,5н розчином НСІ або NaOH) і додають 1 см<sup>3</sup> НСІ (густиною d=1,12 г/см<sup>3</sup>), 2,5 см<sup>3</sup> 5% розчину молібдату амонію і через 10 хвилин – 2,5 см<sup>3</sup> 10% розчину винної чи шавлевої кислоти, а ще через 2 хвилини – 10 см<sup>3</sup> відновлювального сульфитного реактиву (1,3 г Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> + 2 г метолу доводять до мітки дистильованою водою в мірній колбі 100 см<sup>3</sup>), причому після додавання кожного реактиву проби треба перемішувати. Через 10 хвилин одержаний розчин фотометрують на КФК-3 при λ<sub>опт</sub>=750 нм в кюветах з l=1 см по відношенню до дистильованої води, в яку додано ті ж реактиви. Поправку на натуральну забарвленість розбавленого соку визначають віднімаючи оптичну густина проби соку (з рН≈7) без додавання реактивів від оптичної густини обробленої реактивами проби соку.

Вміст кремнію у пробі (X<sub>p</sub>, мг) знаходять за калібрувальним графіком на рис.1 або за формулою (1).

$$X_p = \frac{D}{39,9} \quad (1)$$

де X<sub>p</sub> - вміст кремнію у пробах 10%-го цукрового розчину, мг; D – оптична густина розчину.

Вміст кремнію у напівпродуктах цукрового

виробництва, % до маси розчинів розраховують за формулою (2).

$$C_{Si} = \frac{X_p \cdot 1000 \cdot n}{V} \left( \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3} \right) =$$

$$= \frac{X_p \cdot 1000 \cdot n \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-1}}{V} \left( \frac{\text{г}}{100\text{см}^3} \right) =$$

$$= \frac{0,1 \cdot X_p \cdot n}{V \cdot d} \left( \frac{\text{г}}{100\text{гсоку}} \right) \text{ або у \% до маси соку} \quad (2)$$

де X<sub>p</sub> – вміст кремнію (мг), який визначено за калібрувальним графіком (рис.1) чи формулою (1); n – коефіцієнт розбавлення соку; V – об'єм проби розбавленого соку, взятої для аналізу (25 см<sup>3</sup>); d – густина розчину, г/см<sup>3</sup>.

Для переведення результатів визначення вмісту кремнію у концентрації SiO<sub>2</sub> або SiO<sub>3</sub><sup>2-</sup> отримані величини необхідно помножити відповідно на коефіцієнт 2,1 або 2,7.

На наступному етапі були проведені дослідження з метою вивчення руху кремнію по стадіям очищення соку при введенні АК в дифузійний сік (3,5·10<sup>-3</sup>% Si до м.с.) [4] та фільтроперліту (у дифузійний сік 0,2-0,25% до м. с. та 0,1-0,15% до м.с. в зону з рН 9,25) [3] для додаткового очищення дифузійного соку із застосуванням розробленого уточненого методу визначення вмісту Si у напівпродуктах цукрового виробництва.

При введенні раціональної кількості АК в дифузійний сік (3,5·10<sup>-3</sup>% Si до м.с.) [4] на попередній дефекації кремній видаляється майже на 80%, на основній же дефекації його вміст

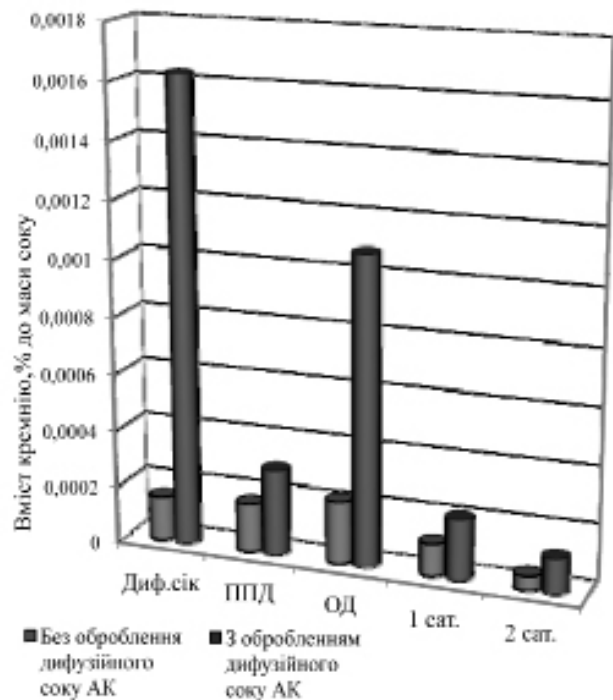


Рис. 2. Зміна вмісту кремнію в типовій схемі та при додатковому обробленні дифузійного соку АК [4]

## Зміна вмісту кремнію в типовій схемі та при використанні фільтроперліту для додаткового очищення дифузійного соку [3]

Способи очищення дифузійного соку	Назва напівпродуктів	Вміст кремнію, $10^{-4}$ , % до маси СР
Контроль (типовий спосіб)	Дифузійний сік	11,2
	Переддефекований сік	11,3
	Сік II сатурації	4,2
Запропонований спосіб	Дифузійний сік	20,1
	Переддефекований сік	12,2
	Сік II сатурації	6,3

збільшується у 3 рази за рахунок надходження кремнію з вапняним молоком і часткового розкладання переддефекційного осаду в умовах високої лужності (рис. 2) [2]. Максимальне видалення кремнію має місце на I сатурації. Відомо, що залишковий вміст кремнію в очищених соках складає на рівні  $(2...7) \cdot 10^{-4}\%$  Si до маси соку [7].

Згідно одержаних нами результатів, вміст кремнію в соку II сатурації (у схемі з обробленням дифузійного соку АК) не є загрозливим з точки зору накипування під час випарювання соку до сиропу і становить  $\sim 1 \cdot 10^{-4}\%$  Si, що не перевищує даних, наведених в літературі [7].

При реалізації ж запропонованого способу очищення дифузійного соку з використанням фільтроперліту [3] має місце максимальне видалення залишкового кремнію із соку в процесі I сатурації і в соку II сатурації його вміст складає  $\sim 1 \cdot 10^{-4}\%$  Si або  $\sim 2,1 \cdot 10^{-4}\%$  SiO<sub>2</sub> [2], що не перевищує залишкову кількість SiO<sub>2</sub> у воді ( $2 \cdot 10^{-4}\%$  SiO<sub>2</sub>) після її очищення АК, яка нормується відповідним стандартом [5]. Результати досліджень наведені в таблиці 1.

Отже, з точки зору мінімізації накипування на поверхні нагріву випарної установки використання АК та фільтроперліту для додаткового очищення дифузійного соку є можливим.

#### Список використаних джерел

1. Бугаенко, И.Ф. Укрупнение частиц сока I сатурации при применении флокулянтов/И.Ф.

Бугаенко, Т.Н. Самолова, Е.П. Ишина, А.Р. Сапронов // Сахарная промышленность. - 1983. - №5. - С.34 - 37.

2. Замура, С. А. Підвищення ефективності очищення соків та сиропу з використанням кремнієвмісних реагентів : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.05 / Замура Світлана Анатоліївна ; НУХТ. - К., 2002. - 269 с.

3. Патент 28959 UA, МПК C13D3/00 (2006). Спосіб очищення дифузійного соку / Л. П. Рева, Н. М. Пушанко, С. А. Замура ; заявник Національний університет харчових технологій. - заявл. 07.09.2007 ; опубл. 25.12.2007, Бюл.№21, 2007 р.

4. Патент 33261 UA, МПК C13D3/00 (2006). Спосіб очищення дифузійного соку / Л. П. Рева, Н. М. Пушанко, С. А. Замура ; заявник Національний університет харчових технологій. - заявл. 26.02.2008 ; опубл. 10.06.2008, Бюл. №11, 2008 р.

5. Перечень материалов и реагентов, разрешенных главным санитарно-эпидемиологическим управлением Министерства здравоохранения СССР для применения в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения / Минздрав СССР, 1985. - С.25, п. 183а.

6. Рева, Л.П. Визначення вмісту кремнію у соках бурякоцукрового виробництва фотоколориметричним методом / Л.П. Рева, Н.М. Пушанко, С.А.Замура // Цукор України. - 2007. - №4. - С.12 - 14.

7. Савостин, А.В. Движение силикатов по верстату завода/ А.В. Савостин // Сахарная промышленность. - 1994. - №6. - С.18 - 21.

8. Baier, H. Scales in evaporation/Baier Helmut, Praus Hans Joachim // International Sugar Journal. - 2003. - № 1258. - P. 475 - 480.

#### ЦІКАВІ ФАКТИ

### Не весь лід складається з води

Любитель пива вихваляє стійку піну на келиху пива, весело грає шампанське в келихах на святковому столі, крихітні бульбашки газу розпушують тісто і завдяки ним булочки стають м'якими. За всі ці процеси відповідає вуглекислий газ (діоксид вуглецю). Тисячі кубічних метрів цього газу щодня викидаються з димових труб. У природному кругообігу речовин він відіграє вирішальну роль, на ньому базується багато хімічних процесів, а в твердому вигляді він являє собою надзвичайно поширений охолоджуючий засіб - сухий лід.

Джерело: chemistry-chemists.com