

## Ведення двоступеневої I сатурації

Л.І. Панкін

Український науково-дослідний інститут цукрової промисловості

Л.М.Хомічак, І. Б. Петриченко

Український державний університет харчових технологій

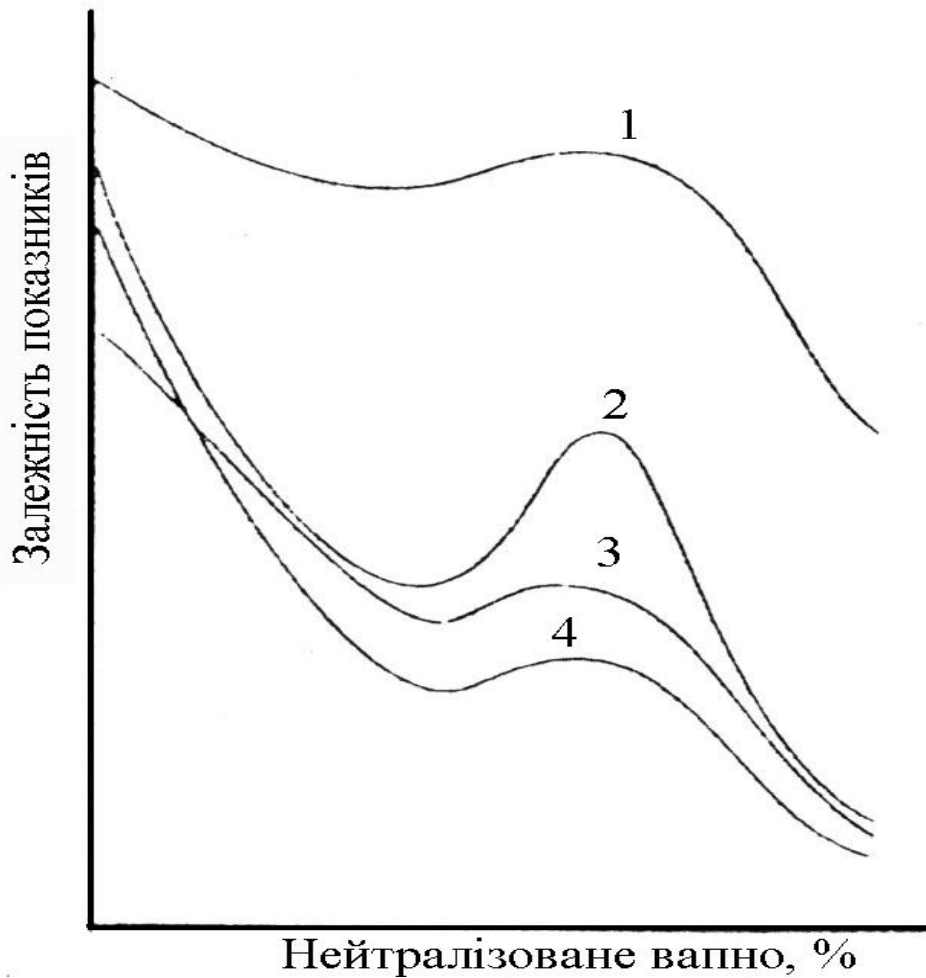
З метою підвищення коефіцієнта утилізації вуглекислого газу, поліпшення фізико-хімічних та якісних властивостей соку I сатурації на багатьох цукрових заводах України почали застосовувати двоступеневу (двокотлову) I сатурацію. Проте її можливості використовуються недостатньо ефективно. На першому ступені лужність рекомендується витримувати близьку до 0,15 % СаО [1,2,3]. Ця лужність є лужністю фільтрованого соку. В останньому виданні Інструкції з ведення технологічного процесу (1985 р.) взагалі відсутні рекомендації з дотримання оптимальної лужності на першому ступені.

Такий рекомендований режим при експлуатації двоступеневої I сатурації спричиняє до низки негативних наслідків. По-перше, дану лужність розчину практично неможливо контролювати за допомогою рН-метрії. По-друге, досить часто відбуваються викиди соку з апарата через інтенсивне піноутворення. Це змушує знижувати лужність на першому ступені, що зводить нанівець переваги над одноступеневою сатурацією. На нашу думку, вказані вище рекомендації з експлуатації двоступеневої I сатурації недостатньо обґрунтовано.

"Двокотлова" I сатурація є окремим випадком ступеневої сатурації, що подібна до періодичної. Тому доцільно розглянути зміну основних технологічних показників у процесі періодичної сатурації. Як впливає з різних джерел, автори робіт для позначення ступеня завершеності сатурації застосовували різноманітні показники: лужність (нефільтрованого соку), час від початку сатурації, порядковий номер секції ступінчастого сатуратора, ступінь карбонізації. При графічному зображенні ці параметри відкладаються на осі абсцис. У зв'язку з цим зведення даних різних авторів в одній системі координат становить певні труднощі. Цілком зрозуміло, що тривалість та номер секції

сатуратора не можуть однозначно характеризувати стан системи. У роботі [4] досить переконливо показано, що стан сатурованої системи достатньо чітко може визначитись не лужністю, а таким показником, як ступінь карбонізації.

Тому зміну стану вапняно-цукрової системи в процесі періодичної сатурації краще зображувати графічно як залежність певних показників (рН, лужність розчину, забарвленість і т. ін.) від ступеня карбонізації. Виходячи з наведених даних [3, 8, 10], за характером зміни показників весь період сатурації схематично можна розділити на три ділянки (рисунок). На початковій стадії сатурації згідно з теорією М.І. Даїшева утворюються колоїдні частинки карбонату кальцію — міцели. Оскільки вони утворюються в середовищі з надлишком іонів  $\text{Ca}^{2+}$ , то частинки згідно з правилом Паннета-Фаянса мають позитивний заряд і здатні адсорбувати аніони. Нагромадження міцел призводить до підвищення в'язкості, тобто до утворення так званих вуглекальцієвих сахаратів. При подальшому сатуруванні знижується лужність, яка є стабілізатором міцел, і вони перетворюються на порівняно крупнокристалічний осад [9]. Таким чином, за М.І. Даїшевим періодична сатурація відбувається в дві стадії: нагромадження міцел та їх агрегатація. З цього випливає, що найвища в'язкість відповідає найвищій концентрації міцел. Свого часу ця теорія зіграла важливу роль у розвитку технології сатурації, бо обґрунтувала перевагу ступеневої I сатурації перед "однокотловою". Але вона не змогла задовільно пояснити присутність трьох (а не двох) явно виражених ділянок на графіках (див. рисунок).



Зміна технологічних показників соку в процесі періодичної (ступеневої) сатурації:

1 –  $pH_{20}$ ; 2 – лужність; 3 – забарвленість; 4 – вміст солей  $Ca^{2+}$

У роботі [8] висловлено думку, що перша стадія сатурації (ступінь карбонізації 40 – 45 %) супроводжується утворенням вільнодисперсної системи, або золью карбонату кальцію (за Даїшевим – міцел). На другій стадії сатурації (ступінь карбонізації 60 – 65%) золь перетворюється на гель, тобто вільнодисперсна система стає зв'язанодисперсною. І лише на третій стадії гель перетворюється на грубодисперсну систему – суспензію. Виконане пізніше дослідження реологічних властивостей сатураційних систем показало, що на другій стадії сатурації утворюється коагуляційна структура, що підтверджується вираженим структурним характером в'язкості [6]. В'язкість, що відповідає межі пружної деформації, на першій стадії сатурації майже не змінюється, тобто само собою нагромадження міцел не викликає підвищення в'язкості. Підвищення

спостерігається тільки на другій стадії сатурації внаслідок часткової астабілізації, яка викликає дальню коагуляцію міцел з утворенням просторової коагуляційної структури – гелю. Це можна підтвердити порівнянням в'язкості, яка відповідає межі пружності та повністю зруйнованій структурі. Остання майже не змінюється протягом усього періоду сатурації. Це свідчить про те, що зміна в'язкості сатураційної системи пов'язана із зміною коагуляційної структури, а не концентрації первинних часток твердої фази.

З погляду практичного використання наведеної вище схеми утворення карбонату кальцію при періодичній (ступеневій) сатурації важливо знати, яких умов необхідно дотримуватись, щоб одержати високий ефект адсорбції, високоякісні фільтраційні властивості осаду і чи можливе поєднання цих суперечливих вимог. Для досягнення високого адсорбційного ефекту необхідно провести сатурацію так, щоб утворити по можливості більшу поверхню карбонату і щоб при цьому її заряд був найбільший. Цим умовам відповідає стадія утворення золю карбонату, тобто сатурація до ступеня карбонізації не вищого 50 % [4, 5, 7]. Звичайно, на дисперсність та стабільність золю впливають й інші параметри. Проте зараз розглядаємо роль тільки ступеня карбонізації. Оскільки поверхня карбонату заряджена позитивно, у шарі протиіонів повинні знаходитися аніони, а частки золю повинні мати позитивний електрокінетичний потенціал. Але деякі нецукри (білки і особливо пектин) мають підвищену спорідненість з поверхнею  $\text{CaCO}_3$  і виявляють властивість суперкомпенсації поверхневого заряду. У результаті цього знак електрокінетичного потенціалу утвореного осаду змінюється на негативний [10].

Зрозуміло, що відділити карбонат з адсорбованими нецукрами в стадії золю звичайним фільтруванням неможливо. Тому постає цілком практичне запитання, як здійснити коагуляцію золю і при цьому отримати коагулят із бажаними фільтраційними властивостями та не втратити досягнутий ефект адсорбції. При періодичній сатурації коагуляція золю відбувається неодмінно в дві стадії: часткова (дальня) коагуляція з утворенням гелю та ближня з утворенням суспензії. Але при ступеневому виконанні сатурації можна уникнути фази

утворення гелю, що суттєво погіршує фільтраційні властивості осаду. Таким чином, чим вищим буде ступінь карбонізації системи на заключній стадії сатурації, тим інтенсивніше буде відбуватися коагуляція золю і знижуватись ймовірність утворення гелю. Але при цьому слід урахувати оптимальне кінцеве значення лужності (рН) для даної системи. Наприклад, для сатурації дефекованого соку – це 0,10 г СаО/100 мл, а для клеровки цукру-сирцю – 0,02 г СаО/100 мл.

Надмірне сатурування дефекованого соку призводить до зворотного переходу в розчин нецукрів, які було осаджено на попередній дефекації. Тому для поліпшення фільтраційних властивостей осаду слід шукати інші засоби інтенсифікації коагуляції золю СаСО<sub>3</sub>. Наприклад, у роботі [8] запропоновано використовувати дію пульсацій. Але незначне проміжне тимчасове пересатурування може використовуватись у разі відсутності інших засобів для поліпшення фільтрації. Необоротність адсорбції на сформованому осаді карбонату кальцію вважається доведеною (слід відрізнити від десорбції перехід у розчин осаджених на попередній дефекації нецукрів при пересатуруванні дефекованого соку). Про оборотність адсорбції може йти мова тільки на стадії формування осаду (ступінь карбонізації близько 60 – 65 %) [5]. Саме необоротністю адсорбції пояснюється швидке "старіння" осаду, через що рекомендується утворювати карбонат безпосередньо в розчині, що підлягає очистці. Але це стосується тільки сформованого осаду (ступінь карбонізації 90 % і більше). Наприклад, під час дослідів, описаних у роботі [5], було помічено, що золь карбонату кальцію (ступінь карбонізації до 50 %) не "старів" і зовсім не втрачав своєї високої адсорбційної здатності навіть протягом місяця.

Таким чином, щоб досягнути високого ефекту адсорбції необхідно мати стадію сатурації із ступенем карбонізації вище 50 %. Погіршення фільтрації, сильне пінення і викиди соку спостерігаються при ступені карбонізації 60 – 70%. Тобто підвищення ефекту адсорбції не обов'язково супроводжуватиметься погіршенням фільтрації, якщо коагуляція золю відбувається без стадії гелеутворення.

На опір фільтруванню впливає не тільки пористість діафрагми з осаду, а і його електрокінетичний потенціал. Найменший опір за інших рівних умов буде там, де найменше значення абсолютної величини електрокінетичного потенціалу [12]. Через те, що в більшості випадків осади цукробурякового виробництва мають негативний потенціал (через специфічну сорбцію пектинів і білків), зменшити його абсолютну величину можна, збільшуючи сумарний поверхневий заряд частинок карбонату кальцію. Тобто підвищення ефекту адсорбції може навіть супроводжуватись деяким поліпшенням фільтрування. Це особливо помітно при переробці низькоякісної сировини, коли у дифузійний сік переходить значно більше пектинових речовин.

Із наведеного вище впливають конкретні рекомендації щодо двоступеневої I сатурації. По-перше, роботу першого ступеня двоступеневої I сатурації (апарат 1А) потрібно контролювати за активною лужністю нефільтрованого соку. Оптимальною слід вважати таку лужність, яка відповідає ступеню карбонізації дефекованого соку 40 – 50 %. По-друге, необхідно уникати лужності в апараті 1А, яка відповідає ступеню карбонізації 60 – 70 %. Більш безпечним є ступінь карбонізації менший від оптимального.

### **Бібліографічний список**

1. Сапронов А.Р., Бобровник Л.Д. Сахар. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1981. – 256 с.
2. Технология сахара. Пер. с нем.: Под ред. П.М. Силина. – М.: Пищепромиздат, 1958. – 479 с.
3. Технологические показатели работы секционного сатуратора. / Л.П. Рева, В.А. Шестаковский, Л.И. Панкин и др. //Сах. Пром-сть. – 1976. – № 4. – С. 26 – 31.
4. Лещенко В. М., Панкин Л.И., Сапронов А.Р. Влияние состава известково-сахарных систем на эффект адсорбционной очистки их карбонатом кальция. // Сах. пром-сть. – 1984. – № 2. – С. 34 – 36.

5. Левченко В.М., Панкин Л.И., Сапронов А.Р. Роль коагуляции при адсорбции несахаров карбонатом кальция в известково-сахарных системах// Сах. пром-сть. – 1987. – № 11. – С. 16 – 20.

6. Изменение реологических свойств известково-сахарной системы, в процессе сатурации /Л.И. Панкин, А.М. Гаврилов, А.Р. Сапронов и др.// Сах. пром-сть. – 1987. – № 11. – С. 16 – 20.

7. Панкин Л.И., Сапронов А.Р., Лещенко В.М. Опыт модернизации схемы очистки диффузионного сока на Ливпайском сахарном заводе// Сах. пром-сть – 1984. – № 11. – С. 18 – 20.

8. Петриченко И.Б. Повышение эффективности I сатурации с помощью массообменных элементов и пульсационных воздействий. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – К. 1988. – 24 с.

9. Даишев М.И. Исследования по повышению эффектов очистки кристаллизации в сахарном производстве: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – К., 1974. – 49 с.

10. Шестаковский В.А. Исследование технологических показателей соков при различных вариантах аппаратурного оформления первой сатурации: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – К., 1979. – 26 с.

11. Олянская С.П., Хомичак Л.М., Алексеев О.Л. Влияние несахаров диффузионного сока на величину  $\xi$ -потенциала карбоната кальция// Сах. пром-сть. – 1984. – № 4. – С. 22 – 24.

12. Хомичак Л.М., Лихицкий М.Х., Барабанов М.И. Электрокинетический потенциал частиц сатурационного осадка и фильтрационная способность его суспензий// Пищ пром-сть. – К., 1989. – С.27 – 28.