

Двохступенева І сатурація

Хомічак Л.М., Петриченко І.Б., Виговський В.Ю., Калініченко О.М.
Національний університет харчових технологій

Розглядаються переваги проведення процесу І сатурації у два ступеня над одноступеневою та описується два способи практичної реалізації цього процесу і результати їх експлуатації на цукрових заводах.

І сатурація, в задачу якої входить досягнення максимального ефекту адсорбційного очищення соку при добрих седиментаційно-фільтраційних властивостях осаду соку І сатурації та високому ступеню використання CO_2 , являється невід'ємною ланкою сокоочисного відділення. Проте вирішення поставленої задачі в значній мірі залежить від способу проведення та апаратного оформлення процесу І сатурації.

За всю історію очищення дифузійного соку за допомогою вапна та сатураційного газу використовували два способи проведення І сатурації: періодичний і безперервний. Спочатку, і протягом тривалого періоду розвитку технології та устаткування виробництва цукру із буряків І сатурація, як і інші технологічні процеси, проводилася періодично. За таких умов сатурація відбувалася з поступовим зниженням лужності соку з усіма своїми перевагами і недоліками [1, 2].

Перехід від періодичної до безперервної І сатурації мотивувався тим, що устаткування для безперервної сатурації менш металоємке, займає менші виробничі площі та значно зручніше в управлінні. Цей процес супроводжувався постійним пошуком конструкцій апаратів, що забезпечували б оптимальні умови проведення І сатурації. В результаті було встановлено, що оптимальним способом проведення безперервної сатурації є спосіб з поступовим зниженням лужності в апараті, для чого було створено чимало конструкцій секційних сатураторів [3-7]. Результати їх випробувань показали, що багатосекційні (3-5 секцій) апарати поряд з позитивними

показниками мають ряд істотних недоліків, які перешкоджають широкому впровадженню їх у цукровій промисловості. Основний з них – це відкладання значного шару твердої фази на газорозподільчих пристроях та внутрішній поверхні корпусу, (особливо першої секції) і складність в управлінні процесом.

Окремим варіантом ступеневої І сатурації, що набув поширення в цукровій промисловості, є двоступенева І сатурація, яка апаратурно виконується у двох окремих послідовно з'єднаних по соку апаратах. Була спроба проводити двоступеневу І сатурацію і в одному апараті [8], але через складність в управлінні такий спосіб не знайшов широкого застосування в промисловості.

Автори [9] ще у 50-х роках ХХ ст., вказуючи на переваги двоступеневої І сатурації порівняно з одноступеневою, пропонували дотримуватись наступних лужностей: у “А” апараті – 0,15% СаО, у “Б” апараті – 0,07...0,10% СаО. А.С. Околотом та М.З. Козло [10], у „А” апараті запропоновано підтримувати лужність – 0,25...0,30% СаО по фенолфталеїну, а в “Б” – 0,080...0,085% СаО. При цьому, досліджуючи процес очищення дифузійного соку погіршеної якості, встановлено, що якісні показники обробленого соку на двоступеневій сатурації є кращими порівняно з одноступеневою. Авторами [8] запропоновано тримати лужність після „А” апарата в широкому діапазоні - 0,30...0,50 % СаО.

Як відомо, [1] пересатурація має, як недоліки, так і переваги. Так за умов низької якості буряків та двоступеневого ведення І сатурації з метою покращення фільтраційної здатності соку можливо спочатку пересатурувати сік у “А” апараті до лужності меншої за 0,09% СаО, а потім, додавши вапно, відсатурувати в „Б” до оптимальної величини соку І сатурації. Але таку проміжну тимчасову пересатурацію соку бажано використовувати лише у разі відсутності інших заходів для поліпшення фільтрації.

Автори [11] встановили також, що витрати сатураційного газу при роботі двохкотлової І сатурації з лужністю в “А” – 0,14...0,15% та в “Б” –

0,08...0,10% СаО порівняно зі звичайною одноступеневою сатурацією зменшились на 10...12%.

В роботі [3] вказувалось також про доцільність повернення недогазованого соку І сатурації з “А” котла на попередню дефекацію. Рева Л.П. з співробітниками [12] також доводять, що повернення на попередню дефекацію частково відсатурованого дефекованого соку при ступіні карбонізації вапна 30...40 % більш ефективніший (по якісним показникам очищеного соку), ніж використання для повернення нормально відсатурованого соку І сатурації. І відмічають, що за цих умов об’єм повернення зменшується більш ніж в два рази, що сприяє суттєвому покращенню якості очищеного соку.

Двоступенева І сатурація є також складовою ланкою удосконаленої схеми очищення дифузійного соку, запропонованою ВНДЦП [13].

Організація потоків соку і газу в апаратурному оформленні двоступеневої сатурації можуть бути різними (прямотік, протитік, з елементом рециркуляції та ін.). Так, Я. Добжицький [14] зазначає, що у першому котлі частіше за все застосовують прямотечійний спосіб з верхнім перетіканням соку з першого котла в другий, що дає можливість стоку піни.

Авторами [10] цей спосіб реалізований таким чином, що як у першому так і у другому котлі відбувається протитік сік – газ і відбір соку здійснюється з нижньої конічної частини корпусів апаратів. У другому сатураторі має місце зовнішня рециркуляція через насос ОРС – 350 та вмонтований в середину апарата циркуляційний збірник з зубчастим переливом.

З розглянутого вище видно, що немає єдиної думки стосовно режиму ведення та апаратурного оформлення двоступеневої І сатурації. Враховуючи помилки та переваги в розробках минулих років і спираючись на власний досвід нами були розроблені два способи проведення двоступеневої І сатурації та їх апаратурного оформлення, які реалізовані на більш ніж 10-ти цукрових заводах України, Росії, Білорусії.

Згідно першого способу запропонована коміркова модель процесу І сатурації, тобто в обох апаратах гідродинамічний режим наближається до повного перемішування, а в цілому – до режиму, що наближається до повного витіснення. Це дає змогу в першому апараті підтримувати зону високої лужності, що забезпечує високу адсорбційну здатність осаду, а режим перемішування в обох апаратах – добру структуру утвореного сатураційного осаду.

В запропонованому способі (рис.1.) сік підводиться в апарати через карбонізатори-розподільники 1, які розміщені над барботерами 2. Таке конструктивне рішення позитивно впливає на адсорбційне очищення соку карбонатом кальцію і тим самим зумовлює максимально можливе видалення не цукрів з соку під час сатурації. Водночас в апаратах організована внутрішня рециркуляція соку завдяки встановленню внутрішньої циркуляційної труби 3. Рушійною силою рециркуляції є різниця густин між соко-газовою сумішшю в середині циркуляційної труби та самого соку зовні циркуляційної труби. Внутрішня рециркуляція соку сприяє покращенню седиментаційно-фільтраційних властивостей осаду соку І сатурації та управлінням процесу. Газ в сатуратор підводиться через барботери 2 особливої конструкції у вигляді променів з зубчатими гребінками. Більш детальний опис конструкції даного апарата наведено в [15].

В запропонованій схемі сатуратори по соку з'єднані послідовно. Завдяки конструктивним особливостям в апаратах забезпечується прямотечійний рух соко–газової суміші з внутрішньою рециркуляцією соку. Так сік з дефекатора потрапляє у карбонізатор-розподільник 1 “А” апарата, де контактує із сатураційним газом, а згодом змішується з основним потоком соку. Підіймаючись вгору сік переливається через циркуляційну трубу 3 і спрямовується у простір між циркуляційною трубою і корпусом. Пройшовши шлях до низу циркуляційної труби, він підхоплюється свіжим сатураційним газом і знову потрапляє в середину циркуляційної труби, де з газом рухається догори. Таким чином в сатураторі відбувається багаторазова

рециркуляція соку. З нижньої кінцевої частини частково відсатурований сік виходить на контрольний ящик 4 і з нього потрапляє у карбонізатор-розподільник 1 “Б” апарата. Останній за своєю конструкцією аналогічний апарату “А”. Відсатурований сік виходить через контрольний ящик 4 “Б” сатуратора і направляється на фільтрацію.

В обох апаратах передбачена комунікація для відбору на попередню дефекацію частково карбонізованого (після “А”) чи повністю відсатурованого (з “Б”) соку. З якого апарата бажано здійснювати повернення, залежить від якості дифузійного соку. Схема передбачає, при необхідності, подавання вапна у контрольний ящик “А” сатуратора. Апарати у верхній частині пов’язані між собою трубою 5 для відведення піни з “А” сатуратора у “Б”, де лужність менша, а отже піна менш стійка. Барботажні рівні по апаратах вибираються такими, щоб забезпечити стабільне управління станції сатурації.

Цей спосіб був розроблений при участі співробітників кафедри технології цукристих речовин НУХТ та ТОВ “Блок-Цукор” і реалізований шляхом модернізації існуючих апаратів чи встановленням нових на Шепетівському, Чортківському, Пальмірському, Волочиському, Миронівському, Ланівецькому, ім. Цюрупи (Україна) та Слуцькому (Білорусь) цукрових заводах.

Виробничі випробування таких сатураторів на Пальмірському та Чортківському цукрових заводах в порівнянні з одноступеневою показали, що у відсатурованого соку швидкість седиментації в середньому збільшилась на 18 %, фільтраційний коефіцієнт (F_k) зменшився з 3,2...3,4 до 2,5...2,8, підвищилась ступінь використання діоксиду вуглецю в середньому на 11...13 %, а загальний ефект очищення виріс на 2,3...2,8 % [16]. При цьому, завдяки високим седиментаційно-фільтраційним властивостям осаду стало можливим підтримувати вищу кінцеву лужність соку I сатурації (0,11...0,13 % CaO).

Крім позитивних сторін у даної схеми є і свої недоліки, пов'язані з розмірами сатураторів. Сатуратори необхідно розраховувати по потужності, яка була б близькою до номінальної потужності цукрового заводу. При цьому треба враховувати кількість сатураційного газу (робота газової печі), бо від неї залежить кратність рециркуляції в апараті і якість управління процесом.

Відповідно треба підбирати заслінки, які повинні бути регулюючими, а не запірно-регулюючими. Використання запірно-регулюючих заслінок може призвести до припинення циркуляції соку в апаратах і проходження соку мимо циркуляційних контурів відразу на контрольний ящик.

За переробленням буряків низької якості після I „А” сатуратора важко підтримувати високу лужність соку (0,45...0,55 %CaO) внаслідок сильного пініння і втрати соком транспортабельності. Щоб уникнути цього явища, а також за умови, коли геометричні розміри “А” сатуратора недостатні для організації внутрішньої рециркуляції соку, нами розроблено інший спосіб апаратурного оформлення двоступеневої сатурації, схематично зображений на рис.2. За даним способом на першому ступені підтримується режим, близький до повного витіснення, а на другому – близький до повного перемішування. Конструкція “Б” сатуратора аналогічна вищеприписаній конструкції, а “А” – суттєво відрізняється. Так сік з дефекатора потрапляє у нижню конічну частину “А” сатуратора і в прямотоці з сатураційним газом, який барботується через барботери 2, спрямовується вгору. Через збірний короб 6 сік по трубопроводу перетікає у карбонізатор-розподільник “Б” сатуратора. Решта елементів схеми не відрізняється від вищерозглянутої.

Такий спосіб реалізований на Саливонківському, Іваничівському, Корделівському (Україна) та Чернянському (Росія) цукрових заводах. Так, в результаті впровадження способу на Чернянському цукровому заводі отримані результати, які свідчать, що в порівнянні з одноступеневою I сатурацією підвищилася швидкість седиментації соку I сатурації в середньому на 22 %, зменшилася величина F_k з 3,3 до 2,6, при цьому ефект

очищення в середньому підвищився на 3,7 %. Крім цього зріс ступінь використання диоксиду вуглецю в середньому на 11...13 % [16].

В результаті покращення структури осаду соку І сатурації стало можливим відключити в схемі відстійник соку попередньої дефекації без погіршення якості очищеного соку та без включення додаткових фільтрів соку І сатурації. Більш того, за результатами виробничого сезону майже на 30 % зменшилася витрата фільтрувальної тканини.

Порівняння способів проведення першого ступеня І сатурації в прямотечійном-рециркуляційному та прямотечійному режимах показало, що якісні та фільтраційно-седиментаційні властивості осаду в обох випадках приблизно однакові. Разом з тим, другий варіант сприяє дещо кращому адсорбційному очищенню, простіший у виконанні, потребує менше виробничої площі. Натомість перший варіант сприяє утворенню осаду з дещо кращими седиментаційно-фільтраційними властивостями та дозволяє підтримувати на першому ступені практично будь-яку лужність, що особливо доцільно при переробленні цукрових буряків низької технологічної якості. Обидва варіанти дозволяють додавати вапняне молоко між “А” та “Б” сатураторами, що сприяє підвищенню використання адсорбційної здатності частинок CaCO_3 та зменшенню витрат вапна [17].

Щодо оптимальної лужності на двоступеневій І сатурації, як показав наш досвід, після “А” апарата слід тримати лужність, яка відповідає ступеню карбонізації дефекованого соку 40...50 % і контролювати за активною лужністю нефільтрованого соку по фенолфталеїну до першої зміни кольору [18]. Після “Б” апарата підтримується оптимальна лужність, що залежить від якості дифузійного соку і визначається лабораторією заводу. Бажано корегувати її кожну декаду. Після “А” сатуратора лужність контролюється титруванням, після “Б” сатуратора регулюється автоматично рН-метром.

Таким чином, результати впроваджень розроблених способів проведення двоступеневої І сатурації і їх апаратурного оформлення підтвердили їх ефективність, стабільність в роботі та простоту в управлінні.

Їх використання дозволяє підвищити ступінь використання діоксиду вуглецю на 11...13%, зменшити витрату вапна на 0,18...0,20 % CaO до маси буряків за рахунок зменшення кількості повернень в середньому на 30 % [19] та покращити якісні і седиментаційно-фільтраційні показники попередньодефектованого та сатураційного соків. Крім цього за рахунок підвищення ефективності видалення нецукрів зменшуються втрати цукрози в мелясі на 0,04 %, , що в цілому зумовлює до суттєвого підвищення техніко-економічних показників роботи цукрового заводу. Працівники кафедри ТЦР НУХТ спільно з ТОВ “Блок-Цукор” розробляють чи модернізують дефекосатураційне відділення в комплексі, зокрема і двоступеневу I сатурацію.

Список використаної літератури

1. Сапронов А.Р. Технология сахарного производства. - М.: Агропромиздат, 1986. -432 с.
2. Технология свеклосахарного производства /Под ред. Р.А. Мак-Джинниса: Пер. с англ.-М.: Пищепромиздат,1958.-487с.
3. Способы и устройства для проведения I сатурации / Л.П.Рева, В.М. Логвин, В.А. Шестаковский, З.И. Логвин // М.ЦНИИ ТЭИ пищ.проти.-М., 1977. -47 с.
4. А.С. 578340 (СССР) Сатуратор непрерывного действия. Рева Л.П., Шестаковский В.А., Моисеев И.П. Заяв. 05.03.76. Оpub. 30.10.77. Бюл. № 40.
5. Белостоцкий Л.Г. Интенсификация технологических процессов свеклосахарного производства. - М.: Агропромиздат, 1989. -352с.
6. Петриченко І.Б.. Повышение эффективности I сатурации с помощью массообменных элементов и пульсационных воздействий: Дис...канд. тех. наук: 05.18.05.-К.,1988.-193с.
7. Виговський В.Ю. Совершенствование технологий и аппаратного оформления I сатурации: Дис...канд. тех. наук: 05.18.05.-К.,1989.-194с.
8. Белостоцкий Л.Г., Скорик К.Д, Панкин Л.И. Опыт аппаратного оформления и ведения процесса I сатурации// Сах. про-сть. – 1987. - № 6.- С.24-26.
9. Технология сахарного производства: Пер. с нем./Под ред. П.М. Силина.-М.: Пищепромиздат, 1958.-479с.
10. Околот А.С., Козло М.С. Улучшение фильтрации сока I сатурации.// Сах. про-сть. – 1975. – № 4 – С. 49 – 50.
11. Гончарук М.В., Меркулова З.М. Пути интенсификации процесса сатурации. – Сахарная промышленность. Экспресс информация, 1973, вып. 109 С. 12 – 14.

12. Рева Л.П., Симахина Г.А., Логвын В.М. Преддефекация возвратом частично отсатурированного дефекованого сока// Сах. про-сть. – 1980. -№ 7.- С.13-15.
13. Бобровник Л.Д. Физико-химические основы очистки в сахарном производстве. - К.: “Выща школа”, 1994-255с.
14. Добжицкий Я. Очистка сока в сахарном производстве: Пер. с польск.-М.: Пищевая промышленность,1964.-207 с.
15. Підвищення ефективності роботи сатураторів бурякоцукрового виробництва/ Хомічак Л.М., Петриченко І.Б., Виговський В.Ю., Калініченко О.М., Белостоцький Л.Г.// Цукор України. - № 2. – 2002. – С.20-22.
16. Хомічак Л.М. Наукове обґрунтування та розроблення способів очищення дифузійного соку: Дис...док. тех. наук: 05.18.05.-К.,2003.- 298с.
17. Бугаенко И.Ф. Повышение эффективности свеклосахарного производства. – М.: «Телер», 2001.-64 с.
18. Панкін Л.І., Хомічак Л.М., Петриченко І.Б. Ведення двоступеневої І сатурації. //Цукор України. - № 4. – 1996. – С.23-24.
19. Хомічак Л.М. Шляхи підвищення ефективності вапняно-вуглекислого очищення дифузійного соку. - Матеріали засідання технічної Ради НАЦУ «Укрцукор» 22 травня 2002р. – К.: «Укрцукор». – 2002. –С.17-35.