

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОЧИЩЕННЯ ДИФУЗІЙНОГО СОКУ

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

Грунтуючись на останніх досягненнях в галузі технології вапняно-карбонатного очищення дифузійного соку, є можливість значно підвищити ефективність цього процесу та знизити витрату вапна. До того ж відомо, що підвищення чистоти очищеного соку на 1% зумовлює збільшення виходу цукру приблизно на 0,3% до м.б.

Безперечно, основним показником, який визначає ефективність такого очищення, є висока технологічна якість цукрових буряків, від якої залежить і чистота дифузійного соку, і відповідна витрата вапна, і вихід та якість цукру, його собівартість. Тому значна увага під час перероблення буряків повинна бути приділена високому ступеню їх відмивання, особливо від піску і глини та видаленню легких домішок, що сприятиме зниженню вмісту в соках розчинних ВМС та кремнієвих сполук.

Крім класичної схеми очищення відома схема з відділенням осаду соку попередньої дефекації. Її переваги полягають у відсутності пептизації коагульованих нецукрів і, як наслідок, підвищенні швидкості фільтрування соку і сатурації та загального ефекту очищення з одночасним зниженням витрат вапна. Але ефективність такого способу безсумнівна за умов очищення дифузійного соку низької чистоти (84% і менше). Із збільшенням чистоти дифузійного соку та за умов правильного проведення попереднього вапнування приріст чистоти очищеного соку із застосуванням способу відділення осаду соку попередньої дефекації незначний. А враховуючи досить значні капітальні затрати на встановлення додаткового обладнання та збільшення тривалості технологічного процесу мінімум на 30 хв., його економічна доцільність взагалі проблематична.

Під час очищення дифузійного соку відбувається руйнування комплексів та асоціатів нецукрів, для чого витрачається теплова та хімічна

енергія. Але, як показали дослідження [1], таке руйнування можливе і за рахунок застосування ефектів пароконденсаційної кавітації. Утворені за рахунок перетворення асоціатів проміжні частинки надзвичайно реакційно здатні. Тому, якщо в момент їх утворення в систему ввести певну кількість реагенту, що містить іони Ca^{2+} (наприклад суспензію соку II сатурації), відбувається їх взаємодія та проходять процеси сенсibiliзації, тобто підготовки частинок речовин колоїдної дисперсності до коагуляції. Утворений за цих умов осад досить стійкий до пептизуючої дії високої лужності та температури в умовах основної дефекації, що сприяє зниженню вмісту солей кальцію в очищеному соку, покращанню фільтраційної здатності сатураційних осадів та, як наслідок, веде до зниження витрат вапна на 0,2% CaO до м.б.

На основі цього розроблений спосіб одночасного оброблення дифузійного соку до попередньої дефекації паром (вторинна пара II або III корпусів ВУ в кількості 0,7...0,9% до м.б.) та суспензією соку II сатурації з витратою вапна на другу дефекацію не менше 0,25% CaO до м.б. [2]. Для реалізації такого способу розроблений пароконденсаційний кавітаційний пристрій (рис. 1), який дозволяє добре диспергувати пару та рівномірно розподілити її разом із суспензією в соку. Пристрій встановлюється на трубопроводі дифузійного соку після пульповловлювачів.

Додаткове розбавлення соку за рахунок конденсації пари повністю компенсується зменшенням витрат вапняного молока (0,2% CaO = 1,4% H_2O до м.б.). Такий спосіб впроваджено на 7 цукрових заводах України та на 4 російських.

Одним із важливих елементів схеми очищення є попередня дефекація (ПД). Інколи вважають, що одним із головних критеріїв ефективності ПД є ступінь видалення ВМС. Незважаючи на те, що цей критерій і відіграє на ПД важливу роль, визначальним фактором процесу ПД слід вважати формування такої структури осаду, від якої залежить стійкість останнього до пептизації в

умовах основної дефекації та фільтраційно-седиментаційні властивості осаду соку I сатурації.

Вибираючи тривалість і температуру процесу ПД, необхідно приймати до уваги, що тепла ПД сприяє отриманню очищеного соку низької забарвленості і навпаки — гаряча ПД сприяє більшій забарвленості, але сік I сатурації має за цих умов кращі седиментаційно-фільтраційні властивості. Відповідно до цього тривалість «холодної» ПД($t < 50^{\circ}\text{C}$) складає 20...30 хв., а «теплої» ($t > 55^{\circ}\text{C}$) — 15...20 хв. Із збільшенням тривалості ПД починають інтенсивно розкладатися реду-кувальні речовини та підвищується гідрофільність утвореного осаду, що негативно впливає на подальші етапи технологічного процесу. На жаль, на багатьох цукрових заводах нехтують цим фактором. Особливо це стосується заводів із колонним дифузійним апаратом, температура дифузійного соку з якого рідко буває нижче 57°C , а за рахунок повертання на ПД близько 50% нефільтрованого соку I сатурації та 6% суспензії соку II сатурації отримуємо результуючу температуру процесу близько 65°C . Про яку «холодну» ПД може йти мова?

Для укрупнення частинок осаду соку ПД застосовується рециркуляція (повертання) нефільтрованого соку I сатурації та згущеної суспензії соку II сатурації, тверді частинки яких стають центрами коагуляції нецукрів. Ефективність повертань на ПД залежить від місця його введення в апарат прогресивної ПД. Відносно величини рН зони введення повертань немає єдиної думки. Одні автори вважають, що за перероблення буряків низької технологічної якості повертання слід направляти в зону з рН 8...9, а при очищенні соку з кондиційних буряків — у дифузійний сік. Згідно з даними УкрНД ІЦП значення рН у точці введення повертань залежить від чистоти дифузійного соку і може змінюватися від 8 до 10,2.

Ми вважаємо, що оскільки з повертаннями вводяться центри коагуляції, то його потрібно вводити до осадження нецукрів і таким чином, щоб було досягнуто добре перемішування з дифузійним соком, про що сказано вище. Якщо ж на заводі є двоступінчата I сатурація, то на ПД

необхідно повертати недогазований сік I сатурації (після I «А» сатуратора), що не тільки вдвічі зменшить кількість повертань, але й за рахунок введення високодисперсного CaCO_3 дасть можливість додатково осадити речовини колоїдної дисперсності (РКД).

Для ефективного проведення процесу основного вапнування (ОВ) вважається доцільним секціонування апаратів як холодного, так і гарячого ступенів та виключення механічного перемішувального пристрою в апараті гарячого ступеня ОВ. «Холодну» ступінь ОВ бажано проводити не з метою витримування заданої тривалості перебування соку в апараті, а з метою стабілізації витрати соку на подальші етапи очищення.

Важливе місце в технологічному процесі займає I карбонізація (сатурація), від якої в значній мірі залежить не тільки загальний ефект адсорбційного очищення соку, але й швидкість фільтрування соку та витрати сатураційного газу на виробництво. Як ніяка інша станція технологічного процесу, ефективність проведення I сатурації залежить від апаратурного її оформлення. Теоретичними дослідженнями та практичним досвідом роботи цукрових заводів встановлено, що на сьогодні найбільш ефективним є спосіб двоступінчатого проведення I сатурації в окремих апаратах з виконанням першого ступеня в прямоточному режимі, а другого - в прямотечійно-рециркуляційному (приклад Саливонківського, Іванічівського, Іллінецького, Кор-делівського та інших цукрових заводів) [2].

Внутрішня багаторазова рециркуляція проводиться за умов модернізації конструкції апаратів I сатурації із встановленням внутрішньої циркуляційної труби або секціонування внутрішнього об'єму за рахунок радіальних перегородок, що утворюють декілька рециркуляційних контурів. Розроблений нами спосіб модернізації типових сатураторів із організацією внутрішньої безнасосної рециркуляції та зони з підвищеною лужністю за рахунок встановлення променевих барботерів, циркуляційної труби та підведення дефекованого соку через карбонізатор-розподільник дозволяє значно підвищити ефективність проведення I карбонізації [4]. Карбонізатор-

розподільник забезпечує також одержання ефекту так званої «маятникової» сатурації, що значно покращує фільтраційні властивості соку за рахунок короткотривалої локальної пересатурації. Встановлено, що за цих умов досягається коефіцієнт використання діоксиду вуглецю до 75%, значно поліпшується фільтраційна здатність соку та спрощується управління процесом, підвищується загальний ефект очищення на 1,4... 1,9% (Слуцький, Чернянський, Гнідавський, Саливонківський та інші цукрові заводи).

Підтримування високої кінцевої лужності на I карбонізації має важливе значення не тільки для підвищення загального ефекту очищення соку, але й для запобігання від "загорання" випарної станції (особливо III корпусу). Дуже важлива висока кінцева лужність на I карбонізації за умов роботи з вапняком з високим вмістом магнію, що сприяє максимальному осадженню останнього під час карбонізації, а не на ВУ.

Мета II дефекосатурації — завершення максимально можливого розкладу РР, додаткове адсорбційне очищення соку та зниження в ньому до мінімуму вмісту солей кальцію. З метою підвищення ефективності II дефекосатурації розроблений новий спосіб проведення процесу [5], згідно якого фільтрований сік I карбонізації, змішаний з вапняним молоком в кількості 0,25...0,35 % СаО до м.б. та підігрітий до 93°C, подається не в дефекатор перед II карбонізацією, а в пристрій для часткової карбонізації. За рахунок контакту високолужного соку з відпрацьованим сатураційним газом відбувається часткова карбонізація гідроксиду кальцію (приблизно 18...22%), після чого сік самопливом спрямовується у верхню частину дефекатора. За необхідності туди подається ще до 0,1% СаО та забезпечується тривалість II дефекації не менше 3 хв. для максимально можливого

розкладання РР та амідів. З дефекатора сік подається в нижню частину апарата II карбонізації, обладнаного внутрішньою циркуляційною трубою і променевим барботером, де обробляється свіжим сатураційним газом до оптимальної лужності. Тобто фактично процес II карбонізації проводиться у дві стадії.

Проведення II карбонізації за розробленим способом дозволяє підвищити ступінь використання CO₂ до 82...85% і підвищити чистоту соку II карбонізації. Останнє досягається тим, що утворені на дефекації перед II карбонізацією продукти розкладання PP та амідів адсорбуються на присутніх в розчині високоактивних частинках CaCO₃, утворених при розпилюванні соку у верхній частині сатуратора (перша стадія карбонізації). Завдяки високому ступеню дисперсності попередньо утвореного карбонату кальцію та його активації гідроксидом кальцію перед подаванням в дефекатор збільшується електрокінетичний потенціал частинок осаду, що сприяє активній адсорбції новоутворених в процесі дефекації меланоїдинів та солей кальцію і їх «екрануванню» свіжоутвореним карбонатом кальцію на другій стадії карбонізації.

Якщо говорити про технологічні аспекти відокремлення сатураційних осадів, то на ефективну роботу любого типу фільтрів впливають три основних чинники: фізико-хімічні властивості фільтраційного осаду, «загорання» фільтрувальної тканини та різниця тисків. Основною складовою осадів, що відкладаються на тканині фільтрів I та II карбонізацій, є частинки CaCO₃. Через складну суміш нецукрів у заводських соках карбонат кальцію утворює пересичені розчини, з яких він викристалізовується на фільтрах. Одним з ефективних способів зняття такого пересичення до фільтрів є правильне проведення ПД, організація рециркуляційних контурів в карбонізаторах та застосування відстійників-дозрівачів соку II карбонізації.

У зв'язку із все ширшим застосуванням фільтрпресів, які дозволяють відділяти фільтраційний осад навіть при $R_k < 7,5$, нами проводяться дослідження по попередньому обробленню дифузійного соку з метою скорочення тривалості процесу ПД та різкого скорочення повертань, а значить і витрат вапна.

Сьогодні деякі заводи впроваджують прогресивні способи фільтрування соку II карбонізації та відмовляються від фільтрування сиропу, або ж проводять останнє на пристроях з розмірами отворів фільтрувальної

перегородки 45...55 мкм. Але такий спосіб можливий лише за умови, коли залишковий вміст солей кальцію в очищеному соку не більше 0,025% СаО до маси соку, в іншому разі під час згущення випадають солі кальцію, що значно підвищує зольність цукру.

Ефективність вапняно-вуглекислотного очищення дифузійного соку в значній мірі залежить від якості вапняного молока, що є основним хімічним реагентом процесу очищення. Основними показниками якості вапняного молока є його активність, тобто вміст СаО, що розчиняється в соку, густина та відсутність завислих домішок («піску»). Велика тривалість перебування вапняного молока в резервуарах-дозрі-вачах негативно впливає на активність в зв'язку з утворенням агрегатів частинок Са(ОН)₂ та води (гексааквакомплекс), внаслідок чого активність знижується. Нами розроблений спосіб пароконденсацій-ного кавітаційного підвищення активності вапняного молока [6], який передбачає оброблення останнього ретурною парою в кількості 0,12...0,15% дом.б. у спеціально розробленому пристрої. Результати дворічної експлуатації його на Валуйському і Ржевському цукрових заводах (РФ) показали, що активність вапняного молока підвищилася відповідно на 5% (початкова - 87%) і на 14% (початкова — 78%). Апарат простий у виготовленні і надійний в експлуатації, встановлюється безпосередньо на трубопроводі подачі вапняного молока перед дозаторами.

Звичайно, жоден з етапів вапняно-карбонатного очищення дифузійного соку не доведений до ідеалу. Так, потребують подальших досліджень спосіб попереднього вапнування та спосіб вдосконалення процесу основної дефекації з метою одержання більш термостійких соків і видалення аміаку до випарної станції, спосіб розпилювальної безбарботерної карбонізації, що дозволило б різко зменшити витрати електроенергії.

Колектив співробітників НУХТ готовий до надання консультативної допомоги щодо досягнення найкращих способів модернізації та вдосконалення сокоочисного відділення, розроблення технічної документації та доведення технологічної схеми до оптимального стану.

ЛІТЕРАТУРА

1. Очищення дифузійного соку із застосуванням одночасної термічної, хімічної та гідродинамічної дії /Бобрівник Л.Д., Немирович П.М., Хомічак Л.М., Жеплінська М.М.//Харчова і переробна пром-ть. - 1995. — №5(191). - СЮ—11.
2. Хомічак Л.М. Підвищення ефективності вапняно-вуглекислотного очищення дифузійного соку із застосуванням термічної пароконденсаційної кавітації //Наукові праці УДУХТ, К.,УДУХТ, 1999, № 5,- С104-105.
3. Двоступенева і сатурація /Хомічак Л.М., Петриченко І.Б., Виговський В.Ю., Калініченко О.М.//Цукор України, 2004, № 1-2. С. 21-22.
4. Підвищення ефективності роботи сатураторів бурякоцукрово-вого виробництва / Хомічак Л.М., Петриченко І.Б., Виговський В.Ю., Калініченко О.М., Белостоцький Л.Г. //Цукор України, №2 (26), 2002,- с. 20-22.
5. Новий напрямок в роботі 11 сатурації / Хомічак Л.М., Виговський В.Ю., Петриченко І.Б., Олійник С.О., Белостоцький Л.Г., Жеплінська М.М., Самчук О.Г., Пишняк П.В. //Цукор України, №3 (27), 2002. - с. 17-20.
6. Хомічак Л.М. Дослідження впливу ефектів пароконденсаційної кавітації на активацію вапняного молока //Наукові праці НУХТ, К.:НУХТ, №11, 2002. с.69-71.