

Гідродинамічний активатор вапнякового молока

В.В. Пономаренко, кандидат технічних наук, доцент кафедри Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування, Національний університет харчових технологій

В статті проаналізовано стан обладнання для активації вапнякового молока. Запропоновано використовувати гідродинамічний активатор на основі ежектора з подовженою камерою змішування та відцентрово-струминною форсункою в якості робочого сопла.

Ключові слова: вапнякове молоко, суспензія, кавітація, активація, ежекційний апарат.

В статье проанализировано состояние оборудования для активации известкового молока. Предложено использовать гидродинамический активатор на основе эжектора с удлиненной камерой смешения и центробежно-струйной форсункой в качестве рабочего сопла.

Ключевые слова: известковое молоко, суспензия, кавитация, активация, эжекционный аппарат.

The article analyzes the state of the equipment for the activation of lime. Proposed to use a hydrodynamic-based activator with extended ejector mixing chamber and centrifugal-jet nozzle as a working nozzle.

Keywords: limestone milk, suspension, cavitation, activation, ejection apparatus.

Постановка проблеми

Активация вапнякового молока є одним з напрямків роботи науковців та практиків в цукровій промисловості, що направлена на можливість зменшення витрати вапна на процеси преддефекції та дефекції при очищенні цукрового соку вапняково-вуглекислотним методом. На теперішній час ці витрати доволі значні та перевищують аналогічні витрати вапна в цукровій промисловості зарубіжних країн.

Аналіз останніх публікацій показує, що активация вапнякового молока дозволяє знизити витрату вапняку на процес очищення дифузійного соку на 0,7% до маси буряків [4].

Вапнякове молоко, що отримується після гасіння являє собою водну суспензію гідроокису кальцію в її насиченому розчині [1]. Властивість $\text{Ca}(\text{OH})_2$ розчинятися в соку, взаємодія з CO_2 сатураційного газу та інші властивості суспензії впливають на якість очищення дифузійного соку. В залежності від умов отримання вапнякового молока в вапняковій суспензії знаходяться тверді частинки $\text{Ca}(\text{OH})_2$ різної ступні дисперсності – від 0,1–0,001 мкм (колоїдів) до кількох міліметрів. Розчинність $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в свою чергу залежить від розмірів кристалів, що знаходяться в рівновазі з розчином: чим менший кристал, тим більша розчинність. Дійсну розчинність для розчину встановити складно [1], так як рівновага досягається за кілька діб, а початкове пересичення розчину більш високе в зв'язку з наявністю мілких кристалів, які з часом перекритсалізують-

ся в більшій. Для прикладу в [1] наведено дані по збільшенню реакційної здатності $\text{Ca}(\text{OH})_2$ при її подрібненні в дезінтеграторі (при обробці суспензії в дезінтеграторі вона прореагувала з 0,1 н. розчином HCl за 10 хвилин на 100%, а без обробки – всього на 84%).

Звідси випливає очевидний висновок – для збільшення розчинності вапна в рідині необхідно отримувати як можливо менший розмір кристала. Крім того необхідно забезпечити ефективне змішування отриманого вапнякового молока з соком для проведення хімічних реакцій очищення соку від нецукрів в усьому об'ємі рідини.

Для активації вапна в вапняному молоці пропонується виконувати пароконденсаційну кавітаційну активацію [2, 3] ретурною парою з тиском 0,2...0,24 МПа, яку вдувають в потік вапнякового молока в кількості від 0,8...1,8% до маси молока. Активация водно-вапнякової суспензії пояснюється тим, що суспензія є пересиченим колоїдним розчином гідроксиду кальцію з його агломератами, що утворюються в результаті коагуляції колоїдних частинок. Крім того, у суспензії є частинки непрореагованого CaO . Гідродинамічна енергія колапсу парових бульбашок руйнує частинки, а виділена теплова енергія сприяє додатковому розчиненню подрібнених частинок та збільшує кількість іонів Ca^{2+} , підвищує реакційну активність суспензії.

Можливо використання аналогічних пароконденсаційних кавітаційних апаратів для змішування дифузійного соку з вапняковим молоком. При розпаді каверн сік і вапнякове молоко інтенсивно

перемішуються і диспергуються під дією кумулятивних струменів, що виникають при захопванні кавітаційних бульбашок. В результаті обробки соку в запропонованих апаратах досягається підвищення якісних показників, збільшується доброякісність, прискорюється швидкість осадження в відстійниках та швидкість фільтрування.

Для активації вапнякового молока пропонується також використовувати активатор вапнякового молока типу Ш1-ПАИ [4]. В цьому випадку вапнякове молоко потрапляє за допомогою відцентрового насоса в конфузтор активатора зі швидкістю 10...15 м/с та при обтіканні нерухомих кавітуючих лопаток проходить процес подрібнення нерозчинених часточок вапна.

Відома також схема кавітаційного преддефекатора [5], в якому активація соку проходить за рахунок його протікання по чергово в кавітаційних статичних змішувачах. Для інтенсифікації процесу основної defeкації розроблений спосіб, що сполучає кавітаційну обробку та аерацію соку з вапном.

Наведений короткий перелік робіт по активації вапнякового молока, соку показує, що роботи в основному направлені на інтенсифікацію подрібнення нерозчинених часточок вапна, змішування з використанням інтенсивних технологій кавітації, що виникає при вдуванні пари в потік (пароконденсаційна кавітація), або при протіканні потоку рідини по нерухомих або рухомих лопаткам кавітуючих пристроїв (гідродинамічна кавітація). Одним з недоліків таких пристроїв є використання пари для проведення процесу, що збільшує витрати пари по заводі, та підвищена зношуваність обладнання внаслідок дії одночасно як кавітаційних струмин так і абразиву.

Мета статті

Запропонувати нову конструкцію обладнання для проведення інтенсивного змішування дифузійного соку з вапняковим молоком з одночасною гідродинамічною активацією останнього при вході в defeкатор.

Виклад основного матеріалу

Defeкатор, що прийнятий за типовий для проведення процесу defeкації складається з циліндричного корпусу, конічного днища і верхньої кришки, а для перемішування преддефекованого соку і вапнякового молока встановлена лопатева мішалка, на внутрішній поверхні корпусу – контр лопаті. Преддефекований сік і вапнякове молоко подаються патрубком знизу defeкатора, причому вапнякове молоко потрапляє в сік при вході в апарат. Після перемішування за допомогою мішалки і проведення хімічних реакцій очищення цукрового розчину в defeкаторі сік видаляється з апарату

зверху через патрубок переливної коробки.

Недоліком такої конструкції апарату являється те, що лопатева мішалка не ефективно перемішує сік з вапняковим молоком в великому об'ємі апарату, внаслідок чого хімічні реакції очищення соку протікають не повно, а витрата вапнякового молока велика. Крім того, підвід вапняного молока в трубу в місці входу соку в defeкатор не дозволяє ефективно і активно перемішати його з соком, що теж зменшує ефективність проведення хімічних реакцій очищення на defeкації.

Пропонується [6] в трубі для підводу соку розмістити нерухомі гвинтові лопатки, причому кожна наступна лопатка має зустрічне направлення гвинтів по відношенню до попередньої, зверху труба змішувач має один тангенційний патрубок для підводу преддефекованого соку і один патрубок по центру для підводу вапнякового молока а знизу труба входить в конічну частину defeкатора тангенційно в розподільчу тарілку з відкритою нижньою частиною.

Причинно-наслідковий зв'язок між запропонованими ознаками і технічним результатом полягає в наступному. Уже при тангенційному підводі преддефекованого соку і вапнякового молока в змішувач відбувається ефективне взаємне перемішування. Розміщення ж нерухомих гвинтових лопаток в патрубку для підводу соку так, що кожна наступна лопатка має зустрічне направлення гвинтів по відношенню до попередньої дозволяє зробити попереднє ефективне турбулентне перемішування соку і вапнякового молока при проходженні ними зустрічно

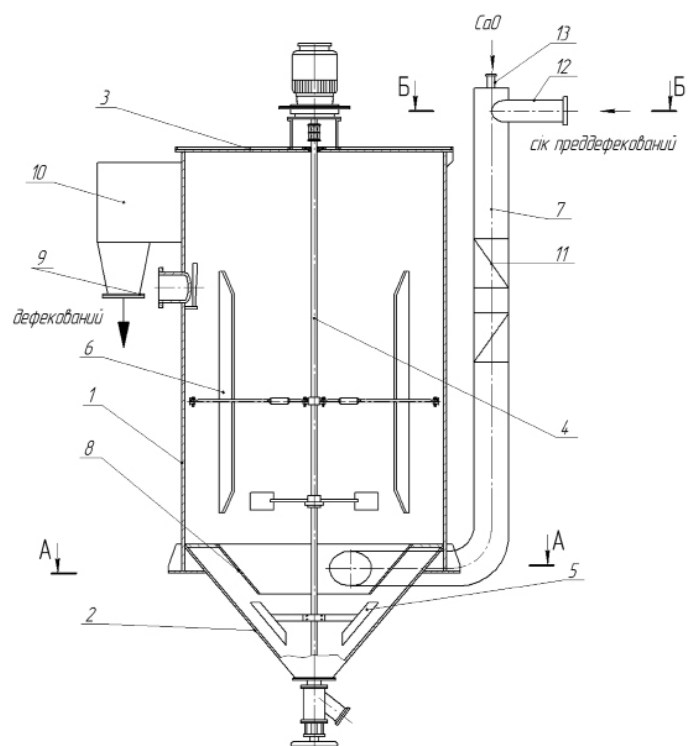


Рис. 1. Defeкатор

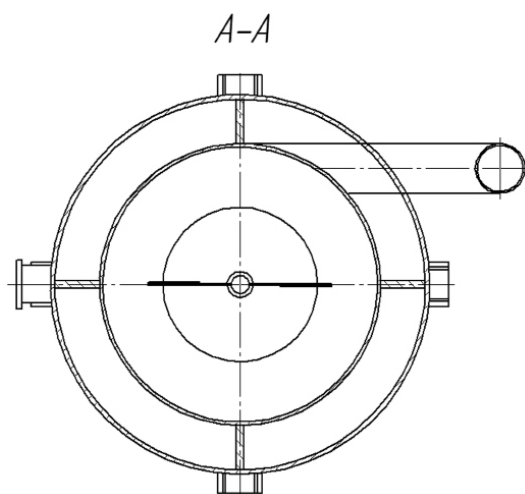


Рис. 2. Вхід соку в дефекатор

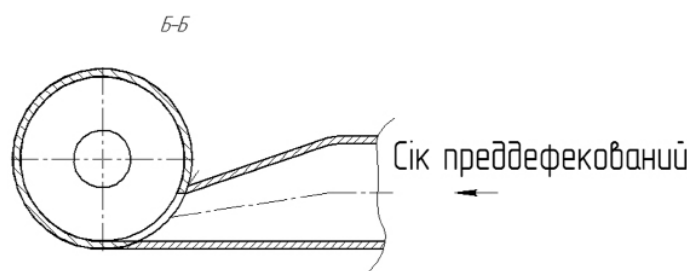


Рис. 3. Подача соку в змішувач

направлених лопаток з одночасною механічною активацією останнього на гвинтових лопатках, що дозволить зменшити загальну витрату вапна на проведення процесу очистки цукрового розчину від нецукрів.

На рис. 1 зображений поздовжній переріз дефекатора, на рис. 2 – вхід труби підводу соку в розподільчу тарілку дефекатора, на рис. 3 – підвід преддефекованого соку і вапнякового молока в змішувач.

Дефекатора складається з циліндричного корпусу 1, конічного днища 2, верхньої кришки 3. В середині дефекатора на валу 4 встановлена лопатева мішалка 5, а на внутрішній поверхні корпусу – контр лопаті 6. Через трубу 7 в конічній частині дефекатора і розподільчу тарілку 8 з відкритою нижньою частиною здійснюється підвід змішаного соку з вапняним молоком (рис. 2), а через патрубок 9 з переливного ящика 10 проводиться відвід обробленого соку. Труба підводу соку 7 являє собою гідродинамічний змішувач з розміщеними гвинтовими лопатками, причому кожна наступна лопатка має зустрічне направлення гвинтів по відношенню до попередньої.

Вхід преддефекованого соку в трубу-змішувач (рис. 3) виконаний тангенційно патрубком 11, причому кінець цього патрубку сплюснений не менш ніж до половини діаметру труби-змішувача для придання обертального руху соку, а вапнякове молоко патрубком 12 подається всередину змішувача.

Дефекатора працює наступним чином. Преддефекований сік патрубком 11 подається тангенційно в гідродинамічний змішувач 7. Туди ж подається вапняне молоко патрубком 12. Оскільки швидкість руху преддефекованого соку порядку 1 м/с (сік подається або насосом або самопливом з розміщеного вище преддефекатора) то уже на вході в змішувач проходить ефективне перемішування соку і вапна. При подальшому русі попередньо перемішаного соку і вап-

на суміш попадає на першу нерухому гвинтову лопатку, змінює свій напрям руху і при цьому проходить гідродинамічне перемішування з одночасним активуванням вапна при наявності як співударів часточок вапна між собою так і ударів їх по гвинтових лопатках. При подальшому русі сокової суміші вона потрапляє на другу гвинтову лопатку, знову міняє свій напрям руху і проходить подальша механічна активація вапняного молока і гідродинамічне змішування реагентів.

Таким чином, в змішувачі при проходженні сокової суміші по гвинтовим лопаткам проходить ефективне перемішування соку і вапна і механічна активація останнього внаслідок співударів часточок вапна між собою і на гвинтових лопатках. Таке перемішування дозволяє ефективно провести хімічні реакції розкладу нецукрів при подальшому проведенні дефекації в апараті основної дефекації.

Важливим моментом являється виконання місця вводу суміші для рівномірного розподілення її по перерізу дефекатора. Сокова суміш зі змішувача подається тангенційно в кільцевий відкритий знизу розподільник 8. Оскільки розподільник відкритий знизу, то осад, який знаходиться разом з соком буде осідати на дно дефекатора, перемішуватись лопатями мішалки і періодично виводиться через спускний вентиль. Тангенційний підвід соку в кільцевий розподільник дозволяє розподілити сік рівномірно по всьому перерізу дефекатора.

Рівномірно розподілений сік в дефекаторі частково перемішується мішалкою дефекатора 5, витримується заданий проміжок часу для проведення всіх хімічних реакцій очищення соку і видалення через патрубок 9 з переливної коробки 10.

Таким чином, на дефекації створені всі умови для проведення найбільш повно всіх хімічних реакцій розкладу нецукрів під дією вапна: ефективне початкове перемішування соку і вап-

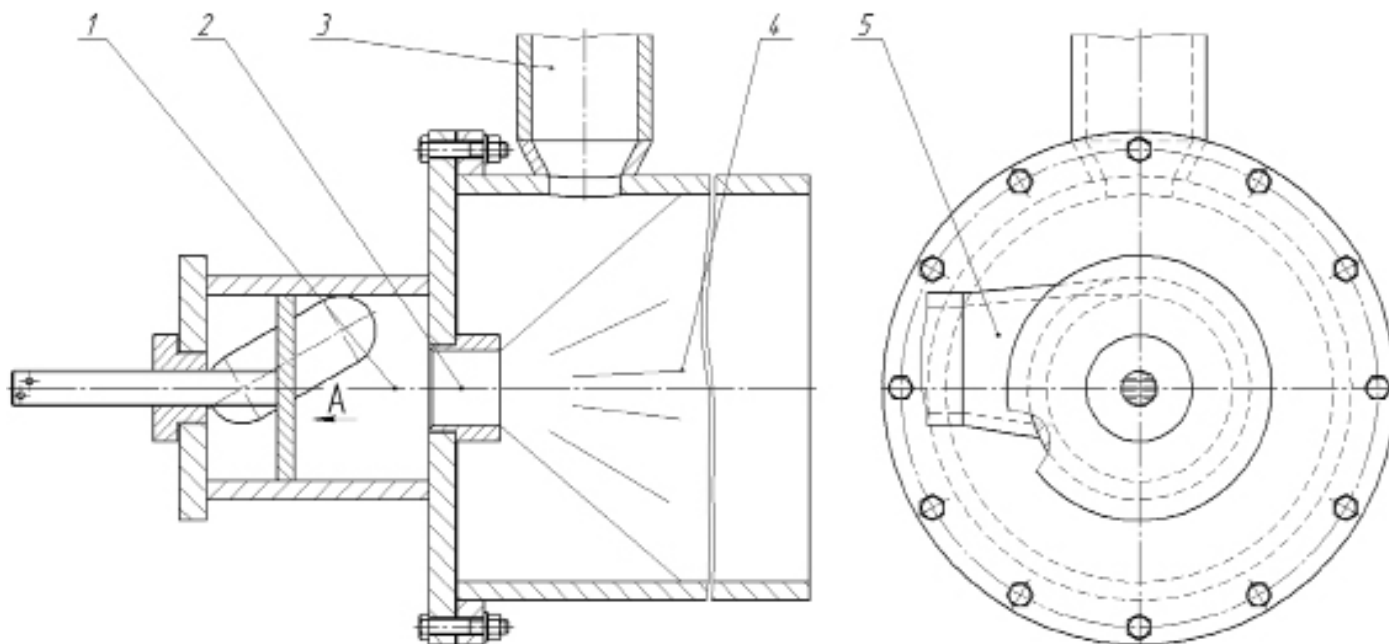


Рис. 4. Активатор вапнякового молока на основі ежектора
 1 – регулюємо відцентрово-струминна форсунка; 2 – сопло форсунки;
 3 – трубопровід підводу вапнякового молока; 4 – камера змішування;
 5 – трубопровід підводу цукрового розчину

на з гідродинамічною активацією останнього, рівномірне розподілення його в дефекаторі, витримка соку для проведення хімічних реакцій. Для активації вапнякового молока була запропонована більш проста конструкція активатора на основі ежекційного пристрою. В таких апаратах відбувається як активація вапнякового молока, так і ефективне змішування його з дифузійним соком, що дозволяє зменшити використання вапна на процеси дефекації. Принцип дії такого змішувача з використанням спеціально розроблених форсунок показаний **на рис. 4**.

Активація вапнякового молока в таких апаратах досягається завдяки взаємодії високошвидкісного диспергованого потоку цукрового розчину, що витікає з сопла форсунки і вапнякового молока, яке ежектуюється, в результаті мікроударів струмин рідини, їх взаємодії. Такий апарат дозволяє також рівномірно розподілити вапнякове молоко в цукровому розчині, що призводить до більш якісного проведення реакцій хімічного очищення цукрових розчинів від нецукрів.

Камера змішування в такому ежекційному апараті являє собою подовжену циліндричну камеру. Її довжина повинна вибиратись з врахуванням швидкості тих хімічних реакцій, які протікають в даному технологічному процесі.

Така конструкція активатора була в свій час виготовлена на Меркенському цукровому заводі та, на жаль, дослідження ефективності її роботи проведено не було.

Висновки

Використання запропонованих конструкцій активаторів вапнякового молока дозволить зменшити його витрату на очищення цукрового розчину.

Список використаних джерел

1. Науменко В.Д., Науменко І.В., Науменко А.В. Производство извести, известкового молока и сатурационного газа на сахарных заводах. – К., 2003, с. 220.
2. Правила ведення технологічного процесу виробництва цукру з цукрових буряків. Правила усталеної практики 156.83-37-106:2007. – К. : вид-во «Цукор України». 2007, с. 419.
3. Кавітаційні пристрої в харчовій, переробній та фармацевтичній промисловості/ О.А. Литвиненко, О.І. Некоз, П.М. Немирович, З. Кондрат. – К. : РВЦ УДУХТ, 1999, - 87 с.
4. Современные технологии и оборудование свеклосахарного производства. В 2-х ч. Ч.1. / В.О. Штангеев, В.Т. Кобер, Л.Г. Белостоцкий и др.; Под ред. В.О. Штангеева. – К. : «Цукор України», 2003. – с. 352.
5. Ивченко В.М., Кулагин В.А., Немчин А.Ф. Кавитационная технология. Красноярск : Изд-во Красноярск. Ун-та, 1990. – 200 с.
6. Патент України № 94475. Дефекатор безперервної дії. Пономаренко В.В, Погорілий Т.М., Петренко В.О., Ковшун Д.В. Опубл. 10.05.2011, Бюл. № 9, 2011 р.

Рецензент: М.М.Пушанко,
 д.т.н., проф.