



УКРАЇНА

(19) UA (11) 39000 (13) A

(51) 7 C13D3/10

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) СПОСІБ СУЛЬФАТАЦІЇ РІДИН ЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА

(21) 2000127519

(22) 26.12.2000

(24) 15.05.2001

(33) UA

(46) 15.05.2001, Бюл. № 4, 2001 р.

(72) Вискребцов Володимир Борисович

(73) Вискребцов Володимир Борисович

(57) 1. Спосіб сульфатації рідин цукрового виробництва, що передбачає отримання сірчастого газу шляхом спалювання сірки, очищення сірчастого

газу та його ежектування струменем рідини, яка сульфїтується, та масообмін між цією рідиною і сірчастим газом, який відрізняється тим, що ежектування сірчастого газу здійснюють розпиленнями під тиском 0,1-0,3 МПа дрібнодисперсними струменями рідини, з кутом розходження струменів 20-45°.

2. Спосіб за п.1, який відрізняється тим, що очищення сірчастого газу здійснюють у закрученому газовому потоці.

Винахід стосується цукрової промисловості, а саме, - способів обробки сірчастим ангідридом соку, сиропу та води.

Обробка цих рідин сірчастим ангідридом проводиться задля їх насичення сульфїт-іонами, причому насичення соку та сиропу до оптимальної концентрації цих іонів підвищує якість виробленого цукру, а насичення води до оптимальної концентрації сульфїт-іонів дозволяє зменшити втрати цукру на стадії екстрагування, в чому і полягає ефект сульфїтації. Оптимальні значення концентрації сульфїт-іонів визначаються в кожному окремому випадку залежно від властивостей сировини та прийнятої технологічної схеми. Таким чином, технічні засоби для проведення сульфїтації повинні забезпечити поглинання такої кількості сірчастого ангідриду, яка необхідна для досягнення рідиною, що підлягає сульфїтації, сталої наперед визначеної оптимальної концентрації сульфїт-іонів.

Однак застосування таких технічних засобів ускладнюється тим, що умовам роботи цукрових заводів властиві постійні значні зміни витрат складових технологічних потоків. Так, відносні витрати (відношення дійсних витрат до номінальних) соку, сиропу та води, що підлягають сульфїтації, можуть коливатися в межах від 50% до 120%. Така неоднозначність пов'язана як з техніко-технологічними (складність та багатостадійність процесу виробництва, різноманітність властивостей сировини), так і з організаційними факторами. Режим роботи з відносними витратами, нижчими за 50%, можуть мати місце лише при аварійних ситуаціях та у випадках припинення роботи заводу, де проблема підтримання оптимальної концентрації сульфїт-іонів втрачає актуальність.

Для підтримання постійної оптимальної концентрації сульфїт-іонів при змінних витратах рідин необхідно збереження постійного співвідношення між витратою рідини, що підлягає сульфїтації, та витратою сірчастого ангідриду.

Поширені способи сульфїтації, згідно з якими сірчастий ангідрид отримують шляхом спалювання кристалічної сірки. В результаті утворюється сірчастий газ, який містить до 15% сірчастого ангідриду. При цьому задача підтримання постійної концентрації сульфїт-іонів зводиться до задачі підтримання постійного співвідношення між витратою рідини, яку сульфїтують, та витратою сірчастого газу.

Відомий спосіб сульфїтації рідин цукрового виробництва, що передбачає отримання сірчастого газу шляхом спалювання сірки а також масообмін між сірчастим газом та рідиною, яка підлягає сульфїтації. Масообмін проводять у прямоотці сірчастого газу та рідини, причому остання вільно стікає по насадці під дією земного тяжіння, а газ продувається вентилятором (Силин П.М. Технологія сахара. - М.: Пищевая промышленность, 1967. - 624 с.).

Для цього способу характерна невисока інтенсивність масообмінних процесів, яка не дозволяє підтримувати оптимальну концентрацію сульфїт-іонів при витратах рідини, які перевищують номінальні, а також призводить до забруднення довколишнього середовища сірчастим ангідридом. Крім того, відсутній зв'язок між витратами газу та рідини.

Відомий також спосіб сульфїтації рідин цукрового виробництва, який передбачає отримання сірчастого газу шляхом спалювання сірки, очищення сірчастого газу від пилу, доспалювання

(19) UA (11) 39000 (13) A

сірки, ежектування сірчистого газу струменями рідини, що підлягає сульфатації, а також масообмін між рідиною та сірчистим газом у прямої, який здійснюється одночасно з ежектуванням (Сапронов А.Р. и др. Общая технология сахара и сахаристых веществ. - М.: Агропромиздат, 1990. - 397 с.).

Згідно з цим способом ежектування здійснюється щільними струменями рідини, яка витікає з струменевих сопел, а очищення сірчистого газу від пилу та доспалювання сірки проводять шляхом гравітаційного осаджування. В такий спосіб сульфатації може забезпечуватись висока інтенсивність масообмінних процесів і необхідне для досягнення оптимальної концентрації сульфат-іонів співвідношення витрат рідини, яку сульфатують, та сірчистого газу (коефіцієнт ежекції) тільки при відносних витратах рідини в діапазоні 80-100%. При менших витратах рідини щільні струмені не мають достатньої швидкості і тому не мають енергії, необхідної для розпаду на окремі краплини і для передачі газовій фазі енергії, достатньої для створення необхідного коефіцієнта ежекції. Більш того, при відносних витратах рідини, менших 70%, ежекція сірчистого газу повністю припиняється, і починається надходження сірчистого газу до приміщень заводу, що спричиняє шкоду здоров'ю обслуговуючого персоналу.

При витратах рідини, більших номінальних, збільшується і коефіцієнт ежекції, що призводить до зростання концентрації сульфат-іонів вище за оптимальну. В той же час підвищення швидкості газу призводить, з одного боку, до збільшення виносу пилу та недопаленої сірки з сірчистих печей, а з другого боку, до зниження ефективності гравітаційного осаджування пилу та краплин розплавленої сірки. В результаті трубопровід сірчистого газу заноситься сумішшю пилу та розплавлених краплин сірки. Після цього підтримання оптимальної концентрації сульфат-іонів стає неможливим при будь-яких значеннях витрат рідини.

В основу винаходу поставлена задача у способі сульфатації рідин цукрового виробництва збільшити розрідження, яке створюється при ежектуванні і яке є рушійною силою потоку сульфатаційного газу, а також досягти ефективного очищення сірчистого газу і, таким шляхом, забезпечити підтримання оптимальної концентрації сульфат-іонів у сульфатованих рідинах, при змінах відносних витрат цих рідин у діапазоні від 50% до 120%, і, таким чином, підвищити ефект сульфатації.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі сульфатації рідин цукрового виробництва, що передбачає отримання сірчистого газу шляхом спалювання сірки, очищення сірчистого газу, його ежектування струменем рідини, яка сульфатується, та масообмін між цією рідиною і сірчистим газом, згідно з винаходом, ежектування сірчистого газу здійснюють розпиленими під тиском 0,05-0,3 МПа дрібнодисперсними струменями рідини, з кутом розходження струменів 20-45°.

При цьому очищення сірчистого газу здійснюють у закрученому газовому потоці.

Спосіб відтворюють наступним чином.

Спосіб передбачає отримання сірчистого газу шляхом спалювання сірки, очищення сірчистого газу, його ежектування струменем рідини, яка сульфатується, та масообмін між цією рідиною і сір-

чистим газом. Ежектування сірчистого газу здійснюють розпиленими під тиском 0,1-0,3 МПа дрібнодисперсними струменями рідини, з кутом розходження струменів 20-45°. Очищення сірчистого газу здійснюють у закрученому газовому потоці. Завдяки розпиленню, рідина, яку сульфатують, утворює дрібнодисперсний крапельний потік, який має розвинену міжфазну поверхню. Чим, поперше, досягається ефективний обмін кінетичною енергією між рідиною та газовою фазою, що забезпечує потрібний коефіцієнт ежекції навіть при мінімальних розходах рідини (до 50% від номінального), а по-друге, забезпечується інтенсивний масообмін між розпиленою рідиною та ежектованим сірчистим газом. Таким чином, виконуються обидві умови досягнення оптимальної концентрації сульфат-іонів у рідині при зміні розходу цієї рідини у діапазоні від 50% до 120%. Крім того, інтенсивний обмін кінетичною енергією між газом та дрібнодисперсним крапельним потоком рідини, який розходить під кутом 20-45°, сприяє тому, що розрядження, яке створюється при ежектуванні, досягає 2000 Па. Це розрядження є рушійною силою потоку сірчистого газу, і така його величина дозволяє застосовувати очищення сірчистого газу у закрученому газовому потоці. На відміну від гравітаційного газоочищення, ефективність газоочищення у закрученому потоці збільшується при збільшенні витрат (швидкості) газу. Це відбувається внаслідок того, що відцентрове прискорення, яке є рушійною силою осаджування пилу та краплин розплавленої сірки, росте пропорційно квадрату витрат. При малих витратах сірчистого газу до газового потоку, який утворюється при спалюванні сірки, практично не виносяться пил та краплини розплавленої сірки. При збільшенні витрат сірчистого газу збільшується і забруднення газового потоку, але одночасно суттєво (пропорційно квадрату витрат) росте ефективність очищення у закрученому газовому потоці. Таким чином, у усьому діапазоні змін витрат газовий потік, який ежектується, залишається вільним від пилу та краплин розплавленої сірки.

Діапазон кута розходження струменів розпиленої рідини винайдено експериментально. Цей діапазон пов'язаний з тим, що при кутах, більших за 45°, зменшується повздовжня складова імпульсу швидкості, яка є рушійною силою процесу ежекції. А при кутах, менших за 20°, спостерігається коалесценція (злиття) краплин, яка зменшує міжфазову поверхню. Тому тільки в зазначеному діапазоні кутів досягається необхідне розрядження.

Спосіб ілюструється конкретними прикладами його відтворення.

Приклад 1. Рідину, що підлягає сульфатації, розпилюють під тиском 0,05 МПа за допомогою, наприклад, відцентрової форсунки, на виході з якої утворюється дрібнодисперсний крапельний струмінь, який розходить під кутом 45°. Цей струмінь створює у камері ежектора розрядження у 100-1500 Па, залежно від витрат рідини. Під дією цього розрядження повітря з оточуючого середовища проходить крізь піч, де воно збагачується сірчистим ангідридом, що утворюється в результаті спалювання сірки. Отриманий сірчистий газ надходить до циклона, де у закрученому потоці осідають пил та краплини розплавленої сірки, які виносять-

ся потоком газу з печі. Краплини сірки, які осіли на стінки циклона, догорають, а пил збирається у бункері циклону. Далі очищений сірчистий газ засмоктується до приймальної камери ежектора, а звідти разом з розпиленним струменем рідини надходить до камери змішування ежектора, де потік рідини передає газіві свою кінетичну енергію (що є суттю процесу ежекції), а сірчистий ангідрид абсорбується краплинами рідини. Завдяки розвиненій міжфазовій поверхні, яка утворюється при розпилюванні рідини, та куту розходження розпиленого струменя рідини, що дорівнює  $45^\circ$ , обидва ці процеси протікають з максимальною ефективністю, що забезпечує практично повну абсорбцію сірчистого ангідриду та створює розрядження, достатнє для проходження через циклон необхідної кількості сірчистого газу та його ефективного очищення. Таким чином, оптимальна концентрація сульфат-іонів підтримується при зміні відносних витрат рідини у діапазоні 50—120%.

Приклад 2. Рідину, що підлягає сульфатації, розпилюють під тиском 0,2 МПа за допомогою, наприклад, відцентрово-струмінної форсунки, на виході з якої утворюється дрібнодисперсний крапельний струмінь, який розходить під кутом  $30^\circ$ . Цей струмінь створює у камері ежектора розрядження у 100-2000 Па, залежно від витрат рідини. Під дією цього розрядження повітря з оточуючого середовища проходить крізь піч, де воно збагачується сірчистим ангідридом, що утворюється в результаті спалювання сірки. Отриманий сірчистий газ надходить до циклона, де у закрученому потоці осідають пил та краплини розплавленої сірки, які виносяться потоком газу з печі. Краплини сірки, які осіли на стінки циклона, догорають, а пил збирається у бункері циклону. Далі очищений сірчистий газ засмоктується до приймальної камери ежектора, а звідти разом з розпиленним струменем рідини надходить до камери змішування ежектора, де потік рідини передає газіві свою кінетичну енергію (що є суттю процесу ежекції), а сірчистий ангідрид абсорбується краплинами рідини. Завдяки розвиненій міжфазовій поверхні, яка утворюється при розпилюванні рідини, та куту розходження розпиленого струменя рідини, що дорівнює  $30^\circ$ , обидва ці процеси протікають з максимальною ефективністю, що забезпечує практично повну абсорбцію сірчистого ангідриду та створює розрядження, достатнє для проходження через циклон необхідної кількості сірчистого газу та його ефективного очищення. Таким чином, оптимальна концентрація сульфат-іонів підтримується при зміні відносних витрат рідини у діапазоні 50—120%.

Приклад 3. Рідину, що підлягає сульфатації, розпилюють під тиском 0,3 МПа за допомогою,

наприклад, суперкавітаційної форсунки, на виході з якої утворюється дрібнодисперсний крапельний струмінь, який розходить під кутом  $20^\circ$ . Цей струмінь створює у камері ежектора розрядження у 100-1500 Па, залежно від витрат рідини. Під дією цього розрядження повітря з оточуючого середовища проходить крізь піч, де воно збагачується сірчистим ангідридом, що утворюється в результаті спалювання сірки. Отриманий сірчистий газ надходить до циклона, де у закрученому потоці осідають пил та краплини розплавленої сірки, які виносяться потоком газу з печі. Краплини сірки, які осіли на стінки циклона, догорають, а пил збирається у бункері циклону. Далі очищений сірчистий газ засмоктується до приймальної камери ежектора, а звідти разом з розпиленним струменем рідини надходить до камери змішування ежектора, де потік рідини передає газіві свою кінетичну енергію (що є суттю процесу ежекції), а сірчистий ангідрид абсорбується краплинами рідини. Завдяки розвиненій міжфазовій поверхні, яка утворюється при розпилюванні рідини, та куту розходження розпиленого струменя рідини, що дорівнює  $20^\circ$ , обидва ці процеси протікають з максимальною ефективністю, що забезпечує практично повну абсорбцію сірчистого ангідриду та створює розрядження, достатнє для проходження через циклон необхідної кількості сірчистого газу та його ефективного очищення. Таким чином, оптимальна концентрація сульфат-іонів підтримується при зміні відносних витрат рідини у діапазоні 50—120%.

Технічним результатом винаходу є збільшення розрідження, яке створюється при ежекуванні і яке є рушійною силою потоку сірчистого газу, а також досягнуте ефективне очищення сірчистого газу і, таким шляхом, забезпечене підтримання оптимальної концентрації сульфат-іонів у сульфатованих рідинах, при зміні відносних витрат цих рідин у діапазоні від 50% до 120%, і, таким чином, підвищено ефект сульфатації. Крім того, відомо, що коефіцієнт гідравлічного опору закручених потоків істотно залежить від швидкості газу. Тому при низьких витратах рідини, коли створюване ежектором розрідження є малим, і, отже, мала витрата газу, закручений потік практично не потребує перепаду тиску; навпаки, при високих витратах рідини і високому розрідженні, що створюється ежектором, підвищений гідравлічний опір закрученого потоку обмежує надмірну витрату газу. Таким чином, в способі сульфатації рідин цукрового виробництва з використанням закрученого потоку для очищення газу відпадає необхідність у встановленні механічного регулятора витрат сірчистого газу, що є додатковою перевагою.

---

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)  
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26  
(044) 295-81-42, 295-61-97

---

Підписано до друку \_\_\_\_\_ 2001 р. Формат 60х84 1/8.  
Обсяг \_\_\_\_\_ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. \_\_\_\_\_

---

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.  
(044) 268-25-22

---