

# **ВЗАЄМОВПЛИВ ФУНКЦІОНУВАННЯ ВАПНЯНО-ГАЗОВОЇ ПЕЧІ І СТАНЦІЇ ВАПНОКАРБОНІЗАЦІЇ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ЗАВОДУ ТА ЕКОЛОГІЮ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

*Хомічак Любомир Михайлович* - заст. директора з наукової роботи, д.т.н., професор, член-коресп. НААН України,

*Верченко Лілія Михайлівна* - к.т.н., с.н.с.  
Інститут продовольчих ресурсів НААН України,

*Петриченко Ігор Борисович*, к.т.н., доцент,

*Резніченко Юрій Миколайович*, к.т.н., доцент,  
Національний університет харчових технологій.

В статті розглянуто режим роботи вапно випалювальної печі, склад пічного газу та вапняного молока. Проаналізовано чинники, які впливають на склад вищеперерахованих реагентів, надані практичні пропозиції промисловості щодо підвищення ефективності роботи відділень.

Ключові слова: вапняк, двоокис вуглецю, оксид вуглецю.

В статье рассмотрен режим работы известковообжигательной печи, состав печного газа и известкового молока. Проанализированы факторы, которые влияют на состав вышперечисленных реагентов, предоставлены практические предложения промышленности относительно повышения эффективности работы отделений.

Ключевые слова: известняк, двуокись углерода, оксид углерода.

The mode of operations of lime roaster, composition of the stove gas and limewater, is considered in the article. Factors that influence on composition of the above-stated reagents are analysed, practical suggestions of industry are given in relation to the increase of efficiency of work of separations.

Keywords: limestone, dioxide of carbon, oxide of carbon.

Удосконалення схем очищення дифузійного соку сьогодні вимагає не тільки суттєвого поліпшення якості та зменшення витрат основних реагентів, які ми застосовуємо у вигляді вапняного молока і сатураційного газу, а й забезпечення екологічності цукрового виробництва.

Технологічне вапно та пічний або сатураційний газ є одними з найважливіших елементів цукрової промисловості, а їх отримання – одним з основних допоміжних технологічних процесів цукрового виробництва. Від їх якості і кількості залежить вихід та якість продукції, стабільність технологічного процесу, енерговитрати, а також – забруднення атмосфери.

Основним та необхідним компонентом сатураційного газу є двоокис вуглецю ( $\text{CO}_2$ ), проте газ містить також побічні продукти горіння, такі як: кисень ( $\text{O}_2$ ), оксид вуглецю ( $\text{CO}$ ), нітроген ( $\text{NO}_2$ ), сірчистий ангідрид ( $\text{SO}_2$ ), та тверді частинки (зола), які разом із компонентами пічного газу можуть спричиняти забруднення атмосфери [1]. Склад пічного газу за випалу вапняку:

Нормативні дані	Фактичні дані
$\text{CO}_2$ – 36,0-40,0% об.	$\text{CO}_2$ – 26,0-38,0-40,0% об.
$\text{O}_2$ – не більше 1,8-2,0% об.	$\text{O}_2$ – не більше 2,5-7,0% об.
$\text{CO}$ – не більше 0,6-1,0% об.	$\text{CO}$ – не більше 0,5-3,0% об.
$\text{NO}_2$ – 57,0-61,6% об.	$\text{NO}_2$ – 50,0-71,0% об.

Ці продукти горіння є забруднюючими речовинами, вони шкодять здоров'ю і їх викиди обмежуються законодавством. Частково забруднюючі речовини усуваються на скруберах мокрої очистки із замкнутим контуром водопостачання, що очищують сатураційний газ на виході з печі, проте це майже не стосується оксиду вуглецю. Кількість газу становить 9 ...10 м<sup>3</sup> на 100 кг буряків, або ж 1,25 м<sup>3</sup>/кг випаленого вапнякового каменю. Враховуючи низький вміст кисню, газ відноситься до удушливих, завдяки невисокому вмісту  $\text{CO}$  – ще й до отруйних. За незначного вмісту  $\text{CO}$  отруєння може відбутися за декілька годин, за вмісту 1,0 мг/дм<sup>3</sup> – впродовж

1 години. Якщо ж газ містить 1% CO, що відповідає  $12,5 \text{ мг/дм}^3$ , то отруєння відбувається через декілька вдихів.

Згідно наказу Міністерства екології та природних ресурсів України №260 від 01.07.2015 р. “Про затвердження Технологічних нормативів допустимих викидів забруднюючих речовин...” масові концентрації оксиду вуглецю для шахтних печей зі змішаним подаванням не повинні перевищувати  $15\ 000 \text{ мг/м}^3$  [2].

Вміст CO в сатураційному газі залежить від наступних чинників:

- виду палива, що використовується. Так, за використання коксу вміст чадного газу становить, як правило, 0,5% об., а при застосуванні антрациту чи вугілля – 1,5 ...3,0%. Пояснюється це тим, що вугілля за однієї і тієї ж ваги має набагато меншу поверхню, що спричиняє до меншого доступу кисню до поверхні горіння та утворення CO;
- співвідношення паливо: шихта, що повинно складати для вугілля не більше 7,5%;
- співвідношення розмірів палива і вапняку, особливо при застосуванні антрациту, це співвідношення повинно бути однаковим (наприклад 80...150 мм). Зв’язано це з тим, що за рахунок гладкості поверхні частинок антрациту він прослизає між камінням з утворенням скупченостей;
- зміщенням зони підігріву чи зони випалу в ту чи іншу сторону, що приводить до зменшення потрапляння кисню в реакційну зону;
- гальмування відбору газу з печі, що збільшує тривалість перебування газу в зоні випалу.

Розрахунки показують, що для заводу А-3000 т/д за витрати вапна 2,0% CaO до кількості буряків (к.б.) в атмосферу викидається по годинно 435 кг CO<sub>2</sub> або  $213 \text{ м}^3$  (за нормальних умов) чистого діоксиду вуглецю,

забруднюючи атмосферу. Для зменшення викидів вуглекислого газу і тепла на станції вапнокарбонізації доцільно:

- проведення кожного ступеню карбонізації у два етапи за розробленою кафедрою «Технології цукру та підготовки води» схемою, причому перша вапнокарбонізація за цією схемою проводиться у двох послідовних по соку та паралельних по газу апаратах зі здійсненням процесу в ІА сатураторі за прямоточним принципом подачі соку і газу, в ІБ – в прямоточно-циркуляційному режимі, а ІІ карбонізація в одному апараті із розпиленням провапнованого фільтрованого соку ІІ карбонізації в надсоковому просторі ІІ карбонізатора та виводу частково карбонізованого соку на дефекатор перед ІІ карбонізацією;
  - підвищення барботажних рівнів в карбонізаторах, враховуючи, що кожні 0,5 м висоти барботажного рівня в апараті сприяють збільшенню коефіцієнта утилізації  $K_{CO_2}$  на 3...4%.
  - підвищення вмісту  $CO_2$  в сатураційному газі за рахунок використання вапняку з високим вмістом  $CaCO_3$  та палива з високим вмістом вуглецю (коксу), а також заходів по модернізації завантажувально-вивантажувального пристроїв чи можливості вдування чистого  $CO_2$  (наприклад за наявності на заводі дільниці отримання біоетанолу, де відходом є  $CO_2$  із вмістом останнього майже 95%, а кількість його дорівнює кількості отриманого біоетанолу).
  - встановлення на комунікаціях викидів в атмосферу з карбонізаторів відпрацьованих сатураційних газів спеціально сконструйованих пристроїв для додаткової утилізації  $CO_2$  і тепла.

У зв'язку з тимчасовою окупацією частини території України залишились недоступними основні кар'єри високоякісного вапняку. Це призвело до необхідності використання останнього з інших родовищ, що не завжди відповідають вимогам стандарту для потреб цукрової галузі, особливо це стосується завищеного вмісту магнію (більше 8%). У разі

використання доломітизованого вапнякового каменю у цукровій промисловості необхідно тримати м'який режим випалу на вапняно-газовій печі, що дозволить забезпечити утворення меншої кількості плавів та отримати більшу кількість активного вапна. Режим випалу регулюється витратою палива та питомим зніманням вапна з одиниці площі. М'який режим випалу передбачає витрати палива (антрацит) 7,5% до маси шихти. Температура за цього буде складати не більше 1100°C. Питоме знімання вапна на антрациті повинно бути – 8...9 т СаО/(м<sup>2</sup>·добу).

Застосування вапняку з підвищеним вмістом магнію призводить до зниження кольоровості соків за рахунок підвищеної адсорбційної здатності частинок MgCO<sub>3</sub>, що є позитивним моментом в використанні даного каменю, однак можливе підвищення мутності соку і сатурації, що вимагає підвищеної уваги до станції фільтрування соку і карбонізації. Враховуючи ситуацію, що склалася в Україні з наявністю високотехнологічних вапняків та географією розташування кар'єрів, практика роботи Глобинського, Новоіванівського та Савинського цукрозаводів в сезон 2016 р. підтверджує реальну можливість застосування доломітизованих вапняків в сумішевому режимі з частковим використанням більш технологічного вапнякового каменю.

Один із недоліків вітчизняної технології бурякоцукрового виробництва є використання вапна у вигляді вапняного молока, на приготування якого використовуються аміачну воду та промивки. За витрати вапна на очищення 2,0% СаО для заводу добовою потужністю 3000 т щодобово доводиться вливати на верстат 9,2% вапняного молока, яке містить 7,2% води, тобто 216 т за добу (в кращому разі), а це приблизно 0,36% додаткового палива. З метою зменшення кількості води пропонується приготування вапняного молока у дві стадії із застосуванням обов'язково промиву сатураційного осаду, що дозволить для такого заводу зменшити кількість води на верстат приблизно на 160...175 т за добу!

Витрата вапна залежить, як відомо, від якості дифузійного соку, а отже в достатній мірі від якості цукрових буряків. Так, за чистоти

дифузійного соку 85% за теоретичної витрати вапна 100% до кількості нецукрів його кількість складе 2,34% СаО до к.б., а за чистоти 88% - 1,87% СаО. Велике значення має і активність вапняного молока [3,4]. Так, зниження активності на 5% зумовлює до збільшення витрати вапна на очищення на 0,12% СаО до к.б., що еквівалентно 0,23% вапнякового каменю до к.б. (7 т за добу)! В такому випадку доцільно застосовувати пристрій для пароконденсаційної активації вапняного молока, застосування якого дозволить підтримувати стабільну активність вапняного молока в межах 92...95%, що підтверджується широкою практикою роботи цукрових заводів.

За вмісту карбонату магнію у вапняку вище 3%, необхідно в технологічному режимі витримувати лужність соку I карбонізації не нижчою 0,1% СаО до маси соку і відповідно рН. За таких умов магній знаходиться в формі гідроксиду, котрому властива набагато менша розчинність, ніж карбонату, і магній за цих умов видалається з осадом. В іншому випадку це може привести до різкого «загорання» апаратів випарної станції. Бажано також виключити з технологічного процесу дефекацію (вапнування) перед II карбонізацією та нагрівати сік перед II карбонізацією до температури не нижче 95°C, що дозволить зменшити вміст залишкових солей магнію в очищеному соку на 15% та обов'язково проводити «дозрівання» нефільтрованого соку II карбонізації.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Панов В.В., Науменко В.Д., Баранов В.И. Совершенствование работы известкового отделения сахарных заводов. – К.: 2004. – 76 с.
2. “Про затвердження Технологічних нормативів допустимих викидів забруднюючих речовин...”. - Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України № 260 від 01.07.2015. – Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 22 липня 2015р. за № 878/27323.

3. Эффективная активность извести известкового молока и ее определение / Бугаенко И.Ф., Якубсон М.В., Дугинова О.В. // Сахар. – 1997. – № 2. – С. 16-17.
4. Метод визначення активності вапна у вапняному молоці / Кос Т.С., Верченко Л.М., Резніченко Ю.М. // Цукор України. – 2015. – № 4. – С. 7-9.