

Л.М. ВЕРЧЕНКО, канд. техн. наук  
Т.С. КОС, канд. техн. наук  
Національний університет харчових технологій

## МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ КІЛЬКОСТІ ПІЧНОГО ГАЗУ, ЯКИЙ ВИХОДИТЬ ІЗ ВАПНЯНОЇ ПЕЧІ ТА ПОДАЄТЬСЯ НА САТУРАЦІЮ

Запропоновано спрощений метод розрахунку кількості сатураційного газу, що подається в котли I та II сатурації на цукрових заводах, який може бути використаний в розрахунках кількості шкідливих викидів в атмосферу.

**Ключові слова:** вапняна піч, вапно, пічний газ, сатураційний газ, діоксид вуглецю.

Предложен упрощенный метод расчета количества сатурационного газа, который подается в котлы I и II сатурации на сахарных заводах, и может быть использован в расчетах количества вредных выбросов в атмосферу.

**Ключевые слова:** известковая печь, известь, печной газ, сатурационный газ, диоксид углерода.

The simplified method of calculation of amount of carbonation gas which is given in caldrons I and II carbonation at the saccharine plants is offered, which can be used in the calculations of amount of the harmful troop landings in an atmosphere.

**Key words:** lime stove, lime, stove gas, carbonation gas, dioxide of carbon.

Сьогодні дуже гостро постають питання шкідливих викидів у атмосферу із промисловими газами [1]. В цукровій промисловості для очищення дифузійного соку використовують вапно, яке одержують випалом вапняку у шахтних вапняних печах. Одночасно із вапном для очищення дифузійного соку використовується і пічний газ [2]. Але газ, який виходить із вапняної печі, має температуру 120...150 °С, вміщує крім корисного діоксиду вуглецю ще і отруйний оксид вуглецю, кисень, азот, сірчистий ангідрид, сірководень. Крім того, в ньому присутні оксиди азоту, вапняковий, вугільний пил та смолисті речовини. Тому пічний газ потрібно охолоджувати та очищати. Пічний газ, який пройшов охолодження та очищення від розчинних газів та твердих домішок, зветься сатураційним [3, 4].

Для визначення шкідливих викидів в атмосферу із відпрацьованим сатураційним газом перш за все потрібно знати кількість його, яка потрапляє на сатурацію. Точний розрахунок кількості сатураційного газу проводять за даними по вмісту складових в ньому: CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO та N<sub>2</sub>, які визначають за допомогою газоаналізатора. Методика такого розрахунку наведена в [5].

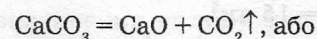
На превеликий жаль, більшість цукрових заводів не мають на дефекосатурації газоаналізатора, який повинен бути обладнаний трьома поглинаючими ємностями для визначення діоксиду вуглецю, кисню та оксиду вуглецю [6]. В кращих випад-

ках на дефекосатурації стоїть газоаналізатор з однією поглинаючою ємністю із 35% розчином гідроксиду калію для визначення тільки вмісту CO<sub>2</sub> в сатураційному газі. А на більшості цукрових заводів про вміст діоксиду вуглецю судять за показниками автоматичного приладу, що вмонтований в щит контрольно-вимірювальних приладів, дані якого дуже далекі від істинного значення вмісту CO<sub>2</sub> в сатураційному газі. Тому, якщо немає повного аналізу сатураційного газу, а встановлено тільки вміст діоксиду вуглецю в ньому, розрахунок кількості сатураційного газу можна провести за нижче наведеною методикою.

Розрахунок кількості сатураційного газу завжди ведеться на тону активного CaO.

Методика розрахунку наступна.

1. Під час високотемпературної дисоціації CaCO<sub>3</sub> вапняку у вапняній печі утворюються оксид кальцію та діоксид вуглецю за стехіометричним рівнянням:



$$100 \text{ г CaCO}_3 = 56 \text{ г CaO} + 44 \text{ г CO}_2 \uparrow, \text{ або}$$

$$100 \text{ т CaCO}_3 = 56 \text{ т CaO} + 44 \text{ т CO}_2 \uparrow$$

2. Виходячи з рівняння, вагову одиницю CaO, наприклад 1 т CaO, одержують із  $100/56 = 1,786$  т CaCO<sub>3</sub>. І, якщо із 100 т CaCO<sub>3</sub> одержують 44 т CO<sub>2</sub>, то із 1,786 т CaCO<sub>3</sub> одержують X т CO<sub>2</sub>, який знайдемо за прямою пропорцією:

$$100 \text{ т CaCO}_3 - 44 \text{ т CO}_2$$

$$1,786 \text{ т CaCO}_3 - X \text{ т CO}_2$$

$$X_{\text{CO}_2(\text{CaCO}_3)} = 1,786 \cdot 44/100 = 0,786 \text{ т CO}_2$$

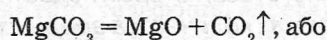
3. За неперямим наслідком закону Авогадро [7] моль будь-якого газу за нормальних умов: 0 °С та 760 мм. рт. ст., займає об'єм 22,4 дм<sup>3</sup>. Тобто 44 г CO<sub>2</sub> займають об'єм 22,4 дм<sup>3</sup>, а 44 т — 22,4 · 10<sup>3</sup> нм<sup>3</sup>. Тоді

$$44 \text{ т CO}_2 - 22,4 \cdot 10^3 \text{ нм}^3$$

$$0,786 \text{ т CO}_2 - X_{\text{CO}_2} \text{ нм}^3$$

$$X_{\text{CO}_2} = 0,786 \cdot 22,4 \cdot 10^3/44 = 400 \text{ нм}^3$$

4. До цього об'єму CO<sub>2</sub> слід ще додати об'єм діоксиду вуглецю, що утворився від дисоціації MgCO<sub>3</sub>. Під час температурної дисоціації MgCO<sub>3</sub> вапняку у вапняній печі утворюється оксид магнію та діоксид вуглецю за стехіометричним рівнянням:



$$84 \text{ г MgCO}_3 = 40 \text{ г MgO} + 44 \text{ г CO}_2 \uparrow, \text{ або}$$

$$84 \text{ т MgCO}_3 = 40 \text{ т MgO} + 44 \text{ т CO}_2 \uparrow$$

5. Вагова одиниця оксиду магнію утворюється із 84/40 = 2,1 вагових одиниць MgCO<sub>3</sub>. І якщо із 84 т MgCO<sub>3</sub> одержують 44 т CO<sub>2</sub>, то із 2,1 т MgCO<sub>3</sub> одержать X<sub>CO<sub>2</sub>(MgCO<sub>3</sub>)</sub>, значення якого знайдемо за прямою пропорцією:

$$84 \text{ т MgCO}_3 - 44 \text{ т CO}_2$$

$$2,1 \text{ т MgCO}_3 - X \text{ т CO}_2$$

$$X_{\text{CO}_2(\text{MgCO}_3)} = 2,1 \cdot 44/84 = 1,1 \text{ т CO}_2$$

6. Об'єм 1,1 т CO<sub>2</sub>, який утворений від розкладу 2,1 т MgCO<sub>3</sub>, складе:

$$44 \text{ т CO}_2 - 22,4 \cdot 10^3 \text{ нм}^3$$

$$1,1 \text{ т CO}_2 - X_{\text{CO}_2(\text{MgCO}_3)} \text{ нм}^3$$

$$X_{\text{CO}_2(\text{MgCO}_3)} = 1,1 \cdot 22,4 \cdot 10^3/44 = 560 \text{ нм}^3$$

7. Проте за державним стандартом [8] припустимий вміст карбонату магнію у вапняку — 2,5 %, а карбонату кальцію — не менше 93 %, тобто за вмісту карбонату кальцію та карбонату магнію за гранично допустимих межах вміст MgCO<sub>3</sub> в 37,2 рази менший за вміст CaCO<sub>3</sub>. Тому об'єм діоксиду вуглецю від розкладу MgCO<sub>3</sub> у вапняку буде не 560 нм<sup>3</sup>, а 560/37,2 = 15 нм<sup>3</sup>.

8. Тоді загальна кількість діоксиду вуглецю від розкладу карбонатів у вапняку на 1 т CaO складе:

$$V_{\text{CO}_2(\text{CaCO}_3)} + V_{\text{CO}_2(\text{MgCO}_3)} = 400 + 15 = 415 \text{ нм}^3$$

9. Відомо, що третина об'єму діоксиду вуглецю у сатураційному газі належить тій кількості CO<sub>2</sub>, який утворюється від згорання твердого палива [3]. Тобто, об'єм CO<sub>2</sub> від розкладання карбонатів складає тільки 66,66 % всього діоксиду вуглецю, який утворюється під час випалу, а тому до нього

слід додати ще CO<sub>2</sub>, який є наслідком згорання твердого палива. В цьому разі сума діоксиду вуглецю, який утворився від дисоціації карбонатів кальцію та магнію та згорання твердого палива будорівнювати X<sub>CO<sub>2</sub>(зар)</sub>:

$$415 \text{ м}^3 \text{ CO}_2 - 66,66 \%$$

$$X_{\text{CO}_2(\text{зар})} - 100 \%$$

$$X_{\text{CO}_2(\text{зар})} = 415 \cdot 100/66,66 = 622 \text{ нм}^3$$

10. Якщо знати вміст CO<sub>2</sub> у сатураційному газі за даними газоаналізатора, можна обчислити точну загальну кількість його за оберненою порцією. Наприклад, за даними газоаналізатора вміст CO<sub>2</sub> в сатураційному газі дорівнює 32 %, загальна кількість сатураційного газу за нормальних умов 0 °С та 760 мм. рт. ст., складе:

$$622 \text{ нм}^3 - 100 \% \text{ CO}_2$$

$$X_{\text{CO}_2(\text{н. у.})} - 32 \% \text{ CO}_2$$

$$X_{\text{CO}_2(\text{н. у.})} = 622 \cdot 100/32 = 1944 \text{ нм}^3$$

11. Такий об'єм газу поступав би на сатурацію, якби під час випалу ми мали 100 % розклад карбонатів у вапняку. Але, так як ступінь випалу не дорівнює 100 %, а за умов випалу у режимі дорівнює 93 – 95 %, то загальний об'єм сатураційного газу за нормальних умов складе:

$$V_{\text{сат. газ. (н. у.)}} = 1944 \cdot 0,93 = 1808 \text{ нм}^3/1 \text{ т CaO}$$

12. Уточнення об'єму сатураційного газу, приведений до атмосферних умов на всмоктувачному патрубку, обчислюють за формулою:

$$V_{\text{сат. газ. (прив.)}} = V_{\text{сат. газ. (н. у.)}} \times$$

$$(760/760 - P_r) \times (273 + t_r/273),$$

де V<sub>сат. газ. (н. у.)</sub> — об'єм сатураційного газу за нормальних умов; P<sub>r</sub> — розрідження на всмоктувачному патрубку компресора, мм. рт. ст.; t<sub>r</sub> — температура газу після охолодження, °С.

**Висновки.** Запропоновано спрощений розрахунок кількості сатураційного газу, що подається в котли I та II сатурації на цукрових заводах. Враховуючи, що величина V<sub>сат. газ.</sub> зазвичай буде більшою за величину V<sub>сат. газ. (прив.)</sub>, подальших розрахунках кількість викидів в атмосферу із сатураційним газом слід приймати близько 2000 нм<sup>3</sup> на 1 т CaO активного.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Вплив світових тенденцій на розвиток галузі України : матеріали науково-технічної конференції цукровиків України [«Цукор України»], (Київ, 2009). М-во аграрної політики, Національна асоціація цукровиків України. — К. : Національна асоціація цукровиків України, 2009. — 229 с.

2. Сапронов А.Р. Технология сахарного процесса : учебник для ВУЗов / А. Р. Сапронов. — М.: Колос, 1995. — 495 с.

3. Производство извести и сатурационного газа на сахарных заводах / [Табунщиков Н.П., Аксёнов Э.Т., Гуреев Р.Я., Шевцов Л.Д.]. — М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1981. — 175 с.

4. Табунщиков Н.П., Шевцов Л.Д., Верчено Л.М. Сатурационный газ и его использование в сахарной промышленности / Н.П. Табунщиков, Л.Д. Шевцов, Л.М. Верчено // ЦНИИТЭИПИЩЕПРОМ. — 1974. — 23 с.

5. Правила ведення технологічного процесу виробництва цукру з цукрових буряків: правила усталеної практики / Національна асоціація цукровиків України. — К.: Цукор України. — 2007. — 419 с.

6. Инструкция по химико-техническому контролю и учёту сахарного производства / Всесоюзный научно исследовательский институт пищевой промышленности. — К.: ВНИИСП. — 1983. — 475 с.

7. Киреев В.А. Курс физической химии / В.А. Киреев. — М.: Химия, 1975. — с.293.

8. Камінь вапняковий для цукрової промисловості. Технічні умови: ДСТУ 1451 — 96. — Київ.: Держстандарт України, 1998 — 16 с.

Одержана редколегією 21.12.2009

УДК 665.37

І.М. ДЕМИДОВ, д-р техн. наук

А.О. ДЕМИДОВА, канд. техн. наук

Український науково-дослідний інститут олій та жирів УААН

Л.В. ПЕШУК, д-р с.-г. наук

Національний університет харчових технологій

## ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМУ АНТИОКСИДАНТНОГО ВПЛИВУ СОНЯШНИКОВОГО ФОСФАТИДНОГО КОНЦЕНТРАТУ НА ОКИСНЕННЯ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ

Проблема окислювального псування є однією з найбільш гострих для масложирової промисловості. Тому існує необхідність у вивченні механізму впливу антиоксидантів, перш за все, природного походження з метою розробки надалі технології нових жирових продуктів з підвищеною стійкістю до впливу кисню.

**Ключові слова:** фосфатидний концентрат, окислення, антиоксидант

Проблема окислительной порчи является одной из наиболее острых для масложировой промышленности. Поэтому существует необходимость в изучении механизма влияния антиоксидантов, прежде всего, природного происхождения с целью разработки в дальнейшем технологии новых жировых продуктов повышенной стойкостью к влиянию кислорода.

**Ключевые слова:** фосфатидный концентрат, окисление, антиоксидант

A problem of oxidizing spoilage is one of most sharp for fat oil industry. Therefore there is a necessity in the study of mechanism of influencing of antioxidants, foremost, natural origin with the purpose of development in future of technology of new fatty products with the promoted firmness to influencing of oxygen.

**Keywords:** fosfatid concentrate, oxidization, antioxidant

Уявлення щодо впливу фосфоліпідів на окиснювальну стабільність ліпідів суперечливі. Ефект гальмування окиснення в присутності фосфоліпідів найчастіше пов'язують з синергізмом цих взаємодій з амінами та фенолами [1]. Але, водночас, хімічні властивості фосфоліпідів дозволяють їм сповільнювати радикально-ланцюгові реакції окиснення. Іони важких металів є ініціаторами процесу окиснення. Володіючи комплексоутворювальними властивостями фосфоліпідів здатні інгібувати іони важких металів. Також фосфоліпідів запобігають автоокисненню, тим самим сповільнюючи процес окиснення. Водночас вважається, що фосфоліпідів є речовинами, що легко окислюються [2]. В одних роботах стверджується, що фосфоліпідів проявляють більший антиокси-

дантний ефект у рафінованих оліях [3], в інших — що у гідратованих [4], зазначається, що фосфатиділхолін є найбільш ефективним антиоксидантом [5], а в інших доказывается відсутність його антиоксидантної ефективності [6] й таке інше.

Таким чином аналіз літератури доводить, що проблема визначення впливу фосфоліпідів як антиоксидантів є недостатньо вивченою. Суперечливий характер існуючих даних щодо впливу фосфоліпідів як антиоксидантів, їх власної здатності до окиснення [1 – 9], а також те, що в останні роки відбулося значне зміння сортів соняшнику та фосфоліпідів, які були досліджені у зазначених роботах вже сьогодні замінені фосфоліпідів сучасних типів насіння і є суттєво іншого складу [10] ставить задачу визначення впливу фосфоліпідів на стій-

© І.М. Демидов, А.О. Демидова, Л.В. Пешук, 2010 р.