

УДК 664.1.038

Пономаренко В.В., к.т.н.,

Люлька Д.М., к.т.н.

Національний університет харчових технологій  
(НУХТ), м. Київ, Україна

## ПЕРСПЕКТИВНА СХЕМА УТИЛІЗАЦІЇ ВИКИДІВ ЦУКРОВИХ ЗАВОДІВ

У виробничі сезони викиди цукровими заводами парогазових сумішей в атмосферу є звичним явищем і сприймаються як неминучість. Серед них найбільшими за кількістю та агресивністю є викиди відпрацьованого сатураційного газу з апаратів першої та другої сатурацій, а також викиди з апаратів сульфитації. В складі відпрацьованого сатураційного газу знаходиться до 15% невикористаного діоксиду вуглецю, краплі води та водяна пара. Температура парогазової суміші в межах 75...85<sup>0</sup>С на першій сатурації та 92...100<sup>0</sup>С на другій сатурації. Для заводу середньої продуктивності 3000 т буряків/добу об'єм викидів на першій сатурації досягає 5000 м<sup>3</sup>/год., на другій сатурації — 2000 м<sup>3</sup>/год.

Кількісна оцінка викидів в кожному конкретному випадку залежить від багатьох факторів. Основними з них є якість виробництва сатураційного та сульфитаційного газів, досконалість обладнання для проведення процесів сатурації і сульфитації та дотримання оптимальних режимів його роботи.

Крім забруднення атмосфери викидами парогазових сумішей на цукрових заводах втрачається значний тепловий потенціал. Відсутність бажання займатись утилізацією викидів цукрових заводів пояснюється необхідністю вкладання коштів в реалізацію таких проектів, загальною кризою, в тому числі і в цукровій промисловості.

Втрати теплового потенціалу з викидами відпрацьованих газів з апаратів першої та другої сатурацій є також доволі значні. Так на першій сатурації втрати теплового потенціалу складають 2,5...4,0% до маси буряків[1], що приводить до зниження температури соку в апараті на 3...5<sup>0</sup>С. Об'єм газу, що викидається складає двадцять-сорок об'ємів рідини, що підлягає обробці. Трохи нижчими (в 3...4 рази) є теплові втрати з викидами відпрацьованих газів з апаратів другої сатурації [2]. Це зв'язано з меншими витратами газу на виконання процесу, але температура проведення другої сатурації є вищою.

З відпрацьованим сульфитаційним газом втрачається біля 0,25% рідини до маси буряків і відбувається зниження її температури в межах 1...1,4<sup>0</sup>С [3].

Запропоновано декілька схем підвищення утилізації СО<sub>2</sub> за рахунок повторного використання СО<sub>2</sub> з відпрацьованого сатураційного газу апаратами першої та другої сатурацій. Так, згідно схеми [4] пропонується спосіб сатурації цукрових розчинів, оснований на використанні відпрацьованого сатураційного газу першої сатурації в якості сатураційного газу на другій сатурації. Це зменшує загальні витрати газу на проведення процесів сатурації. Крім того, повторне використання сатураційного газу приводить до більш повного виснаження сатураційного газу від діоксиду вуглецю, а це в свою чергу дозволить зменшити забруднення атмосфери.

Згідно робіт [5] пропонується використовувати відпрацьований сатураційний газ з апарату другої сатурації на першій ступені першої сатурації, яка проходить при більш низькій температурі (80...85<sup>0</sup>С). В цьому випадку відбувається передача теплоти цукровому розчину та відпадає необхідність підігрівати сік після апарату першої сатурації перед фільтрацією до температури 90<sup>0</sup>С. Оскільки такий газ в попередньому випадку викидався в атмосферу, то згідно запропонованого способу сатурації відбувається економія теплоти.

Утилізацією сірчистого газу та теплових викидів після сульфитаторів практично не займався ніхто. Лише констатувався факт їх наявності. Головна причина тут в агресивності парогазової суміші, в якій містяться сірчана та сірчиста кислоти. Хімічна корозія утилізаторів теплоти приводить до досить швидкого виходу з ладу обладнання (сталі труби відводу відпрацьованого сульфитаційного газу в атмосферу міняють кілька разів за сезон

цукроваріння). Використання спеціальних корозієстійких матеріалів приводить до значного збільшення вартості обладнання.

Практично відсутній досвід використання теплового потенціалу відпрацьованих газів і на зарубіжних цукрових заводах. На одному з заводів [6] відпрацьовані гази відводять з апаратів першої та другої сатурацій, очищують в циклонних сепараторах від крапель рідини та вентилятором подають в загальну димову трубу заводу. Такий підхід до вирішення проблеми утилізації теплового та хімічного потенціалу не вирішує її, а загання вглиб. Зміна місця викидів дозволяє тільки розсіяти шкідливі гази на більшій території, а не утилізувати їх. Про економію теплового потенціалу мова навіть не йде.

Для утилізації викидів нами пропонується проста в реалізації технологічна схема. Вона дозволяє мінімізувати вплив агресивних газів на середовище, та повністю утилізувати на технологічні потреби теплоту насиченого водяним паром відпрацьованого сатураційного газу. Зменшення концентрації  $\text{CO}_2$  та  $\text{SO}_2$  в відпрацьованих газах можливе при абсорбційному очищенні, як найбільш економічному та простому в реалізації. Невирішеним питанням є те, на які технологічні потреби направити утилізовані потенціали, щоб потім не виникла нова проблема утилізації скидів.

Технічний аналіз відділень цукрового заводу показав, що найкращим варіантом для використання відпрацьованих газів з апаратів сатурації та сульфитації є попередня обробка ними бурякової стружки. В дифузійні апарати бурякова стружка потрапляє з низькою температурою (особливо це відчутно в холодну пору року), а тому на початковій стадії екстрагування цукрози майже не відбувається [7]. Для прогріву стружки використовують рекуперативний та інтенсивний підвід тепла через стінки парових камер, нагріваючи її до оптимальної температури  $65 \dots 70^\circ\text{C}$ . Однак, швидко нагріти великий об'єм холодної стружки в апараті проблематично, бо температура стінок теплообмінних поверхонь не може бути високою, оскільки можливе розварювання стружки, внаслідок чого значно погіршується екстрагування цукрози, збільшуються її втрати в жомі (по технологічним показникам вони не повинні перевищувати  $0,3 \dots 0,4\%$  до маси жому). Для досягнення нормативних величин втрат продуктивність дифузійних апаратів знижують.

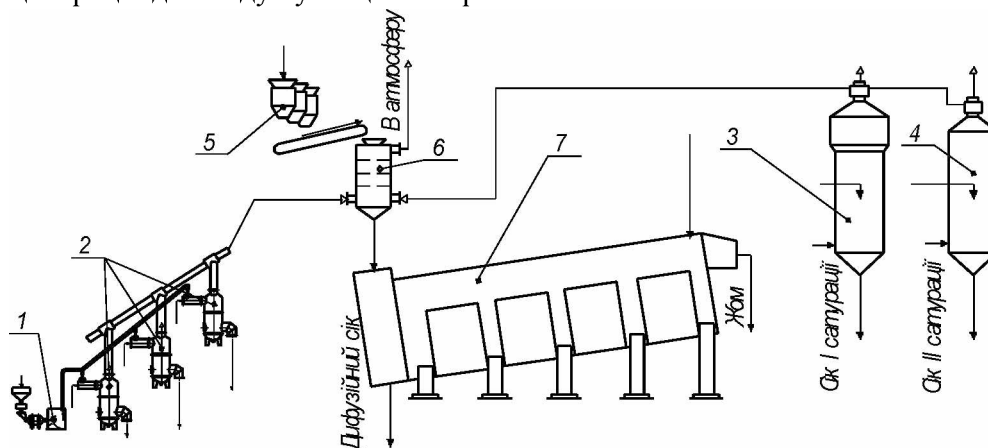
Подача для ошпарювання бурякової стружки відпрацьованого сатураційного або сульфитаційного газів дозволяє: скоротити процес теплової обробки бурякової стружки шляхом попереднього контакту з викидами гарячого сатураційного та сульфитаційного газів; внаслідок наявності в відпрацьованому сатураційному газі невикористаного  $\text{CO}_2$  концентрацією  $10 - 15$  об. % одночасно з конденсацією пари з сатураційного газу проходить процес абсорбції  $\text{CO}_2$  з утворенням на буряковій стружці вугільної кислоти ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) та знижується рН, що, як відомо, призводить до покращення вилучення цукрози з бурякової стружки за рахунок збільшення її пружності; внаслідок неповної утилізації  $\text{SO}_2$  в відпрацьованому газі після сульфитаційних установок проходить процес абсорбції  $\text{SO}_2$ , що знижує рН розчину та покращує екстрагування цукрози з бурякової стружки за рахунок збільшення її пружності; досягається додаткова утилізація діоксиду вуглецю з відпрацьованого сатураційного газу та діоксиду сірки з відпрацьованого газу після сульфитаційних установок, що зменшує забруднення атмосфери та додатково утилізує тепло великого об'єму газу, що викидався в атмосферу.

Принципова схема використання відпрацьованого сатураційного газу з апаратів сатурації та сульфитації представлена на рис. 1.

Буряки зрізуються на стружку в бурякорізках 5, яка потрапляє в предошпарювач 6, в нижню частину якого направляється відпрацьований газ з апаратів сульфитації 2 та апаратів першої та другої сатурації 3 і 4. В апараті 6 проходить контактний теплообмін та абсорбція агресивних газів, після чого вони видаляються в атмосферу. Попередньо оброблена бурякова стружка потрапляє в дифузійний апарат 7 для екстрагування сахарози.

В ролі ошпарювача бурякової стружки може бути використана вертикальна циліндрична ємність (предошпарювач) з перфорованими перегородками всередині та вирізом для переходу стружки з секції в секцію. Принципова схема такого предошпарювача наведена на рис. 2. За

допомогою рухомих лопаток на валу стружка переміщується по перегородках до вирізів та пересипається через них в нижню секцію і з неї потрапляє в дифузійний апарат. Відпрацьований газ подається в нижню частину ємності під нижню перфоровану перегородку. При переході з секції в секцію ошпарювача буде зменшуватись температура відпрацьованого газу та концентрація діоксиду вуглецю та сірки.



**Рисунок 1 – Принципова схема ошпарювання бурякової стружки:**

*1-сіркоспалювальна піч; 2-апарати сульфітації; 3-апарат першої сатурації; 4-апарат другої сатурації; 5-бурякорізки; 6-ошпарювач бурякової стружки; 7-дифузійний апарат*

На виході з такого ошпарювача внаслідок контактного теплообміну температура сатураційного газу практично рівна температурі стружки, а концентрація  $\text{CO}_2$  та  $\text{SO}_2$  в такому газі значно знижується, що зменшує забруднення атмосфери агресивними газами.

Слід також звернути увагу на те, що при конденсації пари на поверхні холодної стружки відбувається зменшення об'єму газу, тобто ошпарювач стружки працює як контактний конденсатор, тому додаткового обладнання для подачі відпрацьованого газу в нього не потрібно.

**Висновки.** Запропонована технологічна схема кінцевої утилізації агресивних викидів після апаратів сатурації та сульфітації передбачає попереднє ошпарювання бурякової стружки перед її подачею в дифузійний апарат. Реалізація запропонованої схеми дозволяє економити матеріальні та теплові потоки цукрового заводу, зменшити витрати палива та матеріалів на виробництво цукру-піску. Обладнання для утилізації газів  $\text{CO}_2$  та  $\text{SO}_2$  просте по конструкції і може бути виготовлено в майстернях цукрового заводу.

#### Література

1. Разладин, Ю.С. Справочное пособие по экономии топливных энергоресурсов на предприятиях пищевой промышленности / Ю.С.Разладин, С.Ю.Разладин. – К.: 2010. – с. 582.
2. Штангеев, К.О. Шляхи енергозбереження в цукровому виробництві. / К.О.Штангеев – Навч. посібник, К.: УДУХТ, 2003. с.32.
3. Вискребцов, В.Б. Утилизация сернистого ангидрида и расход серы. / В.Б.Вискребцов. //Журнал «Сахар», 2003, №5, с. 46-48.
4. Пономаренко, В.В. Способи підвищення використання діоксиду вуглецю в апаратах першої та другої сатурації. / В.В.Пономаренко, В.Г.Мирончук // Журнал «Цукор України» - 2013. - № 7-8 (91-92). - с. 17-21.
5. Патент 104097 UA, МПК С 13В 20/00 (2013.01). Спосіб сатурації цукрових розчинів / Пономаренко В.В., Пушанко Н.М. ; заявник НУХТ. № а 201213580, заявл. 27.11.2012; опубл. 25.12.2013, Бюл. №24, 2013 р.
6. Расширение мощностей по очистке сока на сахарном заводе Бреда. / Инф. бюллетень БМА, 1994, 32 с.
7. Broughton, N,W. Some technological aspects of alkaline diffusion [Text] / Broughton N,W and Wkoge N.F. // Internation Sugar journal. 1992. - vol.94. - №1126. - p. 38-49.