

## Очисник сатураційного газу

**В.В. Пономаренко**, кандидат технічних наук, доцент кафедри технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування, Національний університет харчових технологій  
**М.М. Пушанко**, доктор технічних наук, професор кафедри технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування, Національний університет харчових технологій  
**С.Ю. Лементар**, кандидат технічних наук, доцент кафедри технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування, Національний університет харчових технологій  
**Д.М. Люлька**, кандидат технічних наук, асистент кафедри технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування, Національний університет харчових технологій

*Проаналізовано стан обладнання для вловлювання шкідливих домішок та пилу з сатураційного газу. Розроблено конструкцію та обґрунтовано доцільність проведення двостадійного вловлювання шкідливих домішок. Використання ежекційного та циклонного ефектів в обладнанні дозволяє інтенсифікувати процеси абсорбційного очищення та розділення фаз.*

*Ключові слова: сатураційний газ, циклон, ежектор, шкідливі домішки, ефективність вловлювання.*

*Проанализировано состояние оборудования для улавливания вредных примесей и пыли с сатурационного газа. Разработана конструкция и обоснована целесообразность проведения двостадийного улавливания вредных примесей. Использование эжекционного и циклонного эффектов в оборудовании позволяет интенсифицировать процессы абсорбционной очистки и разделения фаз.*

*Ключевые слова: сатурационный газ, циклон, эжектор, вредные примеси, эффективность улавливания.*

*The condition of the equipment to capture harmful contaminants and dust from the carbonation gas. The design and the expediency of a two-stage capture contaminants. Use of ejection and the cyclone effects in equipment allows to intensify the processes of absorption and purification phase separation.*

*Keywords: carbonated gas cyclone ejector harmful impurities collecting efficiency.*

**Постановка проблеми.** В цукровій промисловості є декілька технологічних процесів, що супроводжуються утворенням пилу: сушіння цукрупіску, жому, отримання сатураційного газу. Вловлювання пилу є необхідним процесом, оскільки при цьому зменшується забруднення атмосфери, отримується цільовий продукт (цукор або жом), а в випадку очищення сатураційного газу проводиться його абсорбційне очищення від шкідливих домішок та вловлювання пилових частинок, його охолодження.

Найбільш складним з процесів є очищення сатураційного газу, так як його отримання в вапняково-випалювальній печі супроводжується утворенням хлоридів лужних металів та смолистих речовин, пилу. При попаданні цих речовин в цукровий сік знижується його якість, збільшуються втрати цукру.

Для очищення вказаних викидів в цукровій промисловості використовуються в основному циклонні вловлювачі, а для очищення сатураційного газу вони доповнюються скруберами, в яких проходить також охолодження газу до оптимальної температури.

Ефективність роботи обладнання значною мірою залежить від стабільності потоків, технічного

стану обладнання. Тому заявлена ефективність пиловловлювання не відповідає дійсній, що в кінцевому рахунку відбиваються на собівартості цукру.

**Аналіз останніх публікацій.** Для очищення викидів, які містять тверді частинки, застосовують сухі гравітаційні і інерційні пиловловлювачі, відцентрові пиловловлювачі, проводять фільтрування за допомогою волокнистих фільтрів, вловлюють частинки в мокрих скруберах, проводять очищення газів в електрофільтрах [1, 2].

Очистку промислових викидів від агресивних газів, які зазвичай містяться в невеликих концентраціях, проводять з метою вилучення цінних компонентів з газового потоку і повернення їх в технологічний процес для повторного використання, видалення з газового потоку токсичних речовин з метою санітарної очистки газів. Процес очищення, як правило, здійснюють в абсорбційних, адсорбційних апаратах, використовують спалювання в полум'ї, каталітичне окислення і розкладання. Абсорбційні апарати можуть бути барботажами, поверхневими, розпилювальними [2, 3].

Більшість такого обладнання відрізняється значними габаритами, низькою ефективністю проведення процесів очищення.

В цукровій промисловості для очищення са-

## ТЕХНІКА

тураційного газу від шкідливих домішок та пилу використовується тристадійне очищення [4, 5]: на першій стадії при високій температурі газу, що відсмоктується з печі, встановлено сухий циклонний пиловловлювач, на другій стадії проходить очищення та охолодження газу в мокрому скрубєрі, і вже на третій стадії відбувається відділення крапель води від сатураційного газу зазвичай в циклонному вловлювачі.

Очищення газу в першому циклонному вловлювачі використовується як попереднє очищення, що забезпечує грубе очищення від пилу великих фракцій (200 мкм і більше).

Очищення газу в мокрому пиловловлювачі повинно забезпечити середню степінь очищення, коли вловлюються дрібні фракції пилу (10...100 мкм).

Як відомо, загальна степінь очищення газу є відношення маси пилу, що вловлена в апараті, до маси пилу, що надійшла до нього за один і той же період часу

$$\eta_3 = \frac{G_1 - G_2}{G_1} \cdot 100\% = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \cdot 100\%,$$

де  $G_1$  та  $G_2$  – масові витрати частинок пилу, що містяться в газі, який, відповідно, надходить в апарат і виходить з нього, кг/с;

$C_1$  та  $C_2$  – концентрації частинок пилу в газі, що, відповідно, надходить в апарат і виходить з нього, кг/м<sup>3</sup>.

Основним обладнанням для очищення і охолодження сатураційного газу є мокрий пиловловлювач, що складається з циліндричного корпусу, вхідного патрубку та витяжної труби [6]. Циліндричний корпус зібраний із чавунних царг, які заповнені всередині насадкою (наприклад кільцями Рашига). Вода в очисник подається за допомогою бризгалок, які встановлені в його верхній частині. Газ поступає знизу під розподільчий пристрій і рухається назустріч краплям рідини. При цьому з газу видаляються часточки пилу, шкідливі домішки і він охолоджується.

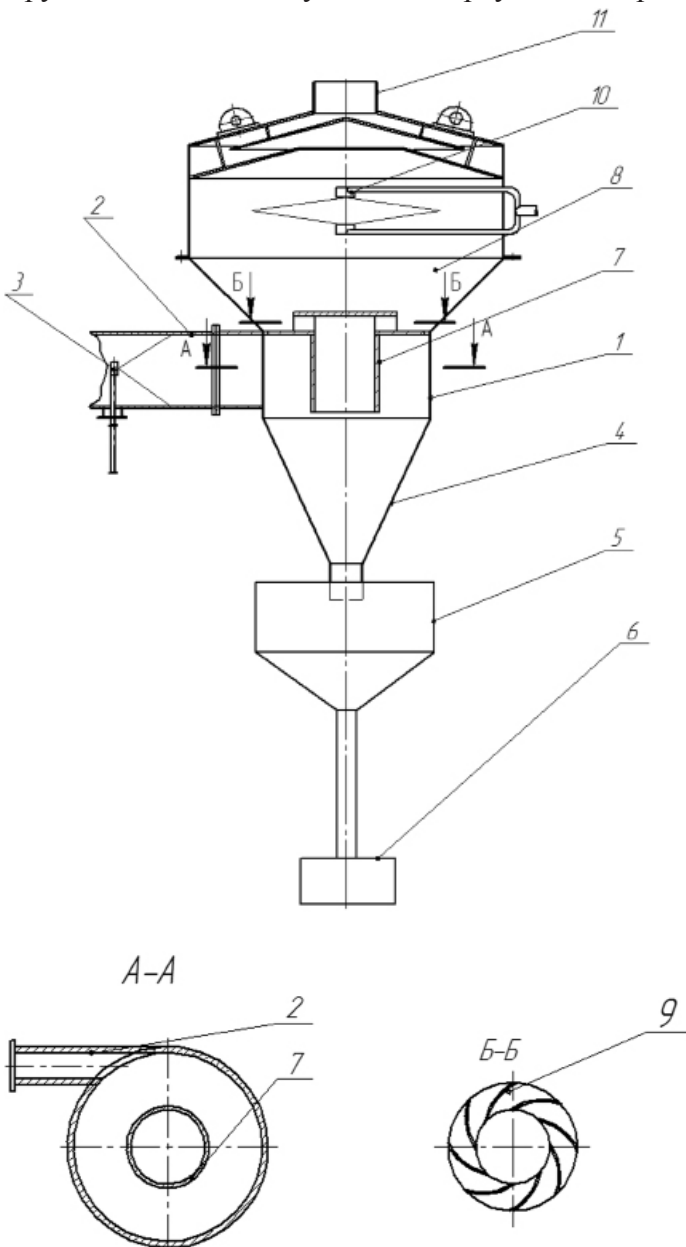
Основними недоліками такого очисника газу є невисока ефективність уловлювання пилу та очищення газу від шкідливих домішок, значні габарити апарату.

**Мета статті.** З метою збільшення ефективності вловлювання пилу в очиснику, покращення очищення газу від шкідливих домішок (хлоридів лужних металів, смолистих речовин), зменшення металоемкості апарату, авторами розроблений апарат циклонного типу [7] з використанням на першій ступені очищення вискоефективного апарату ежекційного типу.

**Виклад основного матеріалу.** Принципова схема апарату для очищення сатураційного газу від шкідливих домішок та його охолодження представлена на **рис.1**. Він складається з основної циліндричної камери вловлювання 1, до якої

тангенційно під'єднаний вхідний патрубок газу 2 з розміщеною в ньому відцентрово – струминною форсункою 3. Сопло форсунки направлено по ходу руху газу. Конічна частина очисника 4 входить в бункер 5, з якого брудна вода через гідрозатвор зливається в ємкість 6.

Очищений сатураційний газ з середини корпусу 1 по проміжній трубі 7 потрапляє в нижню частину додаткової камери очисника 8. Проміжна труба 7 виконана заглушеною зверху і має направ-



**Рис. 1.** Очисник сатураційного газу

ляючі лопатки 9, які створюють коловий рух вихідного газу.

В циліндричній частині додаткової камери очищення 8 розміщені відцентрові форсунки 10. Повторно контактуючи з краплями води газ очищується від шкідливих домішок, охолоджується і виходить з очисника через вихідний патрубок 11.

Очисник сатураційного газу працює наступним чином.

Гарячий сатураційний газ з печі при темпера-

турі 120-150°C з шкідливими домішками та забрудненими часточками пилу після попереднього сухого вловлювання в циклоні потрапляє в мокрий газоочисник по вхідному патрубку 2, що виконаний тангенційно до його циліндричної частини. В розміщену всередині патрубка відцентрово – струминну форсунку 3 подається гаряча вода з температурою близько 80°C під тиском 0,2...0,4 МПа. При розпилюванні води створюється значна поверхня теплообміну, що створює сприятливі умови для зниження температури газу а також є оптимальною для уловлювання таких шкідливих домішок, як хлориди лужних металів. Крім того проходить зволоження газу і за рахунок осадження на часточках пилу води, збільшується їх маса. Слід відмітити, що встановлена в трубі форсунка створює ежекційний ефект для всмоктування газу, що зменшує гідравлічний опір обладнання.

Зволожений і охолоджений газ тангенційно подається в циліндричний корпус газоочисника, де під дією відцентрової сили вода та часточки пилу відкидаються на стінку апарату і стікають по ній спочатку в бункер а потім видаляються через гідравлічний затвор в ємкість 6.

Очищений сатураційний газ від шкідливих домішок і пилу формує висхідний потік і через центральний патрубок 7 потрапляє в верхню додаткову камеру вловлювача 8. Перепускний патрубок 7 виконаний закритим зверху та має направляючий апарат для створення закрученого потоку газу на виході з першої ступені очищення через бокову відкриту поверхню патрубка.

В верхній камері очисника сатураційного газу встановлені відцентрові форсунки, які створюють дрібнодисперсну водяну завісу з холодної води. Це приводить до додаткового вловлювання пилу, що не вловився в першій камері, до більш повного очищення сатураційного газу від смолистих речовин, та дозволяє знизити температуру газу до 30°C, що є необхідною умовою для економної роботи газового обладнання.

Слід відмітити, що подвійне вловлювання пилу з сатураційного газу дозволяє значно покращити ефективність очищення сатураційного газу, так як на першій стадії очищення використовується гаряча вода, яка рекомендована для уловлювання хлоридів лужних металів. Крім того, тут проходить змочування часточок пилу, які під дією відцентрової сили більш ефективно відділяються.

На другій стадії вловлювання використовується холодна вода з низькою температурою при якій проходить інтенсивне охолодження газу до необхідної температури, конденсація водяної пари, яка знаходиться в ньому та розчинення смолистих речовин, які присутні в газі і видаляються разом з водою.

Інтенсифікація очищення і охолодження газу досягається за рахунок використання дрібнодисперсного розпилювання рідини форсунками, що

значно збільшує поверхню теплообміну. Встановлення форсунки всередині підвідного патрубка дозволяє створити ежекційний ефект, що знижує гідравлічний опір обладнання, а виконання підвідного патрубка тангенційно до циліндричного корпусу дозволяє збільшити ефективність розділення.

### Висновки

1. Існуюче обладнання для проведення процесу очищення та охолодження сатураційного газу часто не відповідає сучасним вимогам. Абсорбційне очищення газу від шкідливих домішок відбувається без врахування оптимальних умов їх осадження.

2. Запропонована конструкція двохступеневого очищення сатураційного газу від шкідливих домішок та пилу, що передбачає попереднє очищення газу від хлоридів лужних металів при температурі близько 80°C та наступне очищення від смолистих речовин при низькій температурі охолоджуючої води. Використання ежекційного та циклонного ефектів дозволяє значно інтенсифікувати процеси очищення, охолодження та розділення фаз.

3. Очисник сатураційного газу може бути зроблений в механічній майстерні цукрового заводу.

4. Конструкція пилоочисника сатураційного газу захищена патентом України.

### Список використаних джерел

1. *Страус, В.* Промышленная очистка газов / В.Страус. – Пер. с англ.- М.: Химия, 1981. – 616 с.

2. *Швыдкий, В.С.* Очистка газов: Справочное пособие / В.С.Швыдкий, М.Г.Ладыгичев. – М.: Теплоэнергетик, 2002. – 640 с.

3. *Рамм, В.М.* Абсорбция газов / В.М. Рамм - изд. 2-е, переработ. и доп. - М.: Химия, 1976. - 656 с.

4. *Гребенюк, С.М.* Технологическое оборудование сахарных заводов / С.М.Гребенюк. – изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Легкая и пищевая пр-ть, 1983.- 520 с.

5. *Науменко, В.Д., Науменко И.В., Науменко А.В.* Производство извести, известкового молока и сатурационного газа на сахарных заводах / В.Д. Науменко, И.В. Науменко, А.В. Науменко– К., 2003. - с. 220.

6. *Табунщиков, Н.П.* Производство извести и сатурационного газа на сахарных заводах / Н.П.Табунщиков, Э.Т.Аксенов, Р.Я.Гурвич, Л.Д.Шевцов.– М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981, с.137-142.

7. *Патент 100063 UA, МПК B01D 45/12 (2006/01), B01D 47/06 (2006.01), Очисник сатураційного газу / Пономаренко В.В. заявник Національний університет харчових технологій - № а2011 00600; заявл. 19.01.2011; опубл. 12.11.2012, Бюл. № 21/2012.*

*Рецензент: О.О.Серьогін,  
д.т.н., проф.*