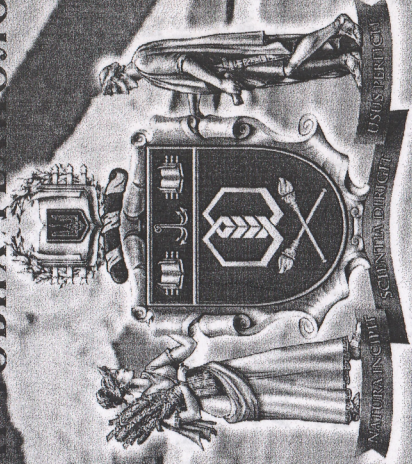


ISSN 2073-8730

ОДЕСЬКА НАУКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНА АКАДЕМІЯ  
ХАРКІВСЬКІ ТЕХНОЛОГІЇ



# НАУКОВІ ПРАЦІ

ВИПУСК 37

ОДЕСА

2010

|   |     |
|---|-----|
| ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ ОДЕРЖАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПАЛИВ З РОСЛИННИХ ОЛІЙ ТА СПИРТІВ                       |     |
| Грабов Л.М., Шматок О.І., Базєєв Р.Є.....   | 248 |
| ПРОЦЕСИ ПЕРЕРОБКИ ШЛАМУ В ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОБНИЦТВА РОЗЧИННОЇ КАВИ  |     |
| Бурдо О.Г., Терзієв С.Г., Шведов В.В., Ружицька Н.В.....  | 252 |
| ДОСЛІДЖЕННЯ АДСОРБЦІЙНОГО ТЕПЛООВОГО НАСОСА, ЩО ПРАЦЮЄ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ОБОРОТНИХ ТЕРМОХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ |     |
| Чалаєв Д.М., Шаврин В.С., Дабіжа Н.О., Корінчевська Т.В., Осадча Л.С.....                               | 255 |
| МЕТОДИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СУШИЛЬНЫХ УСТАНОВОК РАСПЫЛИТЕЛЬНОГО ТИПА                  |     |
| Дубовкина И.А., Чалаєв Д.М.....   | 262 |
| РОЗВИТОК АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ   |     |
| Бандура В.М.....  | 267 |
| АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РЕСТОРАННОГО И ГОСТИНИЧНОГО БИЗНЕСА                 |     |
| Ряшко Г.М., Перетяка С.Н.....   | 271 |

## 5. СУЧАСНЕ ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ, ХІМІЧНИХ І ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ВИРОБНИЦТВ

|  |     |
|--|-----|
| ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО НАСОСА ДЛЯ СУШКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР   |     |
| Снежкин Ю.Ф., Пазюк В. М., Чалаєв Д.М., Шаврин В.С.....  | 278 |
| СПОСІБ ОЧИСТКИ ГАЗІВ ВІД ТОНКОВОЛОКНИСТОГО ПИЛУ  |     |
| Куц В.П., Балабан С.М., Чиж В.М., Ханік Я.М.....   | 281 |
| ВИЗНАЧЕННЯ ФОРМ РЕФЛЕКТОРІВ ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ УСТАНОВОК ІЗ ДВОМА ВИПРОМІНЮВАЧАМИ  |     |
| Плевако В.П., Костенко С.М., Педорич І.П.....  | 284 |
| ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ПОДРІБНЕННІ М'ЯСА У КУТЕРІ  |     |
| Закалов О., Мазяк З., Бортник А. ....  | 290 |
| ЗАСТОСУВАННЯ КАВІТАЦІЙНИХ ПРИСТРОЇВ У ПРОЦЕСАХ ВОДООЧИСТКИ НА ПІДПРИЄМСТВАХ МОЛОЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ                   |     |
| Вітенько Т.М., Гащин О.Р.....  | 295 |
| ЗАПОБІГАННЯ ЗАКЛИНЮВАННЮ ОДИНИЦЬ СИПКОЇ МАСИ ПРОДУКТУ В РЕШЕТІ ВІБРАЦІЙНОЇ КАЛІБРУВАЛЬНОЇ МАШИНИ                     |     |
| Фалько О.Л.....  | 300 |
| ВИЗНАЧЕННЯ ПОРІВНЯЛЬНИХ ШУМОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОВОЧЕРІЗОК   |     |
| Заплетніков І.М., Кіріченко В. О., Севаторова І.С.....   | 303 |
| ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ КАРТОПЛЕЧИСТОК НА ВІБРОАКУСТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАШИН |     |
| Заплетніков І.М., Жидков Ю.В., Дахов О. Г., Булганов С. С.....   | 307 |
| ГИДРОДИНАМИКА АППАРАТОВ С ВИХРЕВЫМИ И ВЫСОКОТУРБУЛИЗИРОВАННЫМИ ПОТОКАМИ  |     |
| Коробченко К.В., Артюхов А.Е., Липошенко А.А., Склабинский В.И.....  | 310 |
| ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ШЕСТЕРЕННОГО НАСОСУ ДЛЯ ПЕРЕКАЧУВАННЯ ВИСОКОВ'ЯЗКИХ РІДИН                        |     |
| Корнієнко Я.М., Швед М.П., Домінова Г.В., Сафонов С.В., Швед Д.М.....  | 315 |
| ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ШЕСТЕРЕННОГО НАСОСА В ЛІНІЇ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА РУКАВНОЇ ПЛІВКИ                               |     |
| Кузьміна В.О., Корнієнко Я.М., Швед М.П., Швед Д.М.....  | 321 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ПЕЛЬМЕНЕЙ В МЕРНОЙ ЕМКОСТИ ДОЗАТОРА  |     |
| Владимиров В.Н, Владимиров С.В.....  | 327 |
| ОТРИМАННЯ ГЕЛЕВИХ СИСТЕМ МЕТОДОМ ГІДРОДИНАМІЧНОЇ ОБРОБКИ   |     |
| Грабова Т.Л.....   | 330 |
| ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОГО КРИТЕРІЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ БЛОЧНОГО ГРАФІТОВОГО ТЕПЛООБМІННИКА   |     |
| Сидоренко С.В., Вознюк Т.А., Волков Н.В.....   | 335 |

постепенным понижением температуры теплоносителя и создать условия для энергоэффективной сушки зерна как семенного так и технического назначения.

2. Создание данной схемы подготовки теплоносителя позволяет утилизировать теплоту отходящих газов и системы охлаждения двигателя направляя их непосредственно на сушку зерна.

3. Более высокий коэффициент использования первичной энергии топлива при сравнении с различными схемами подготовки теплоносителя.

4. В схеме предусмотрена рециркуляция теплоносителя на конденсатор ТН для подачи теплового потока в зону 3, что обеспечивает дополнительную экономию энергии.

#### Литература

1. Окунь Г. К., Чижиков А. Г. Тенденции развития технологии и технических средств сушки зерна. М.: ВНИИТЭИагропром. – 1987. – 52 с.
2. ARAJ. Проспект фирмы ARAJ (Польша). Международная выставка “УкрАГРО – 2007”.
3. Карловский машиностроительный завод. Проспект фирмы. Международная выставка “УкрАГРО – 2007”.
4. Снежкін Ю. Ф., Чаласєв Д. М., Шаврин В. С., Дабіжа Н.О. Теплові насоси в системі теплохолодопостачання. – К.: ТОВ «Поліграф – Сервіс». – 2008 – 104с.
5. Снежкін Ю. Ф., Пазюк В.М., Чаласєв Д. М., Шаврин В. С. Енергоефективна теплонасосна схема сушіння насіння ріпаку та інших зернових культур на базі газового двигуна генератора ДвГА – 315// Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету: «Земля України – потенціал енергетичної та екологічної безпеки держави», № 42, т.2. – Вінниця, 2010. – С. 129 – 132.
6. Снежкін Ю. Ф., Пазюк В.М., Чаласєв Д. М., Шаврин В. С. Теплонасосна зерносушарка. Патент України UA 49118 F26B1/00.

УДК 621.928.97

## СПОСІБ ОЧИСТКИ ГАЗІВ ВІД ТОНКОВОЛОКНИСТОГО ПИЛУ

Куц В.П., канд. техн. наук, доцент, Балабан С.М., канд. техн. наук, доцент, Чиж В.М., аспірант Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль

Ханик Я.М., д-р. техн. наук, професор

Національний університет “Львівська політехніка”, м. Львів

*Обґрунтовано доцільність і області раціонального застосування запропонованого авторами способу мокрої пиловловлювання.*

*The expediency of the management and use of the proposed Dust suction wet method the authors.*

**Ключові слова:** пиловловлювання, ефективність, гідравлічний опір, витрата рідини, вартість очищення.

Значна кількість процесів хімічної, харчової і інших галузей промисловості супроводжуються виділенням пилу. Вид і властивості цього пилу визначаються характером і видом виробництва, так же, як і шляхи його подальшого використання: буде він використаний як цінна речовина і повернений до основного продукту, чи утилізований як небажані відходи. Однак в будь-якому випадку для виділення цього пилу із газових чи повітряних потоків необхідне застосування пиловловлюючих пристроїв.

Тип необхідного пиловловлюючого обладнання залежить як від виду і властивостей тих твердих частинок, які необхідно виділити із газових потоків, так і властивостей газів.

Доволі специфічним є пил, що утворюється на підприємствах текстильної азбестової, валяноповстяної галузей промисловості. В основній своїй масі це волокнисті частинки з незначною густиною. Для виділення таких частинок найдоцільнішим є використання мокрих пиловловлювачів, адже використання гравітаційних, відцентрово-інерційних апаратів сухого очищення для такого пилу вкрай мало ефективно. Використання фільтрів також обмежене через труднощі регенерації.

Мокрі пиловловлювачі мають ряд переваг над апаратами інших типів: 1) вони порівняно недорогі і ефективніші в порівнянні із сухими пиловловлювачами; 2) деякі з них (наприклад, скрубери Вентурі) можуть бути застосовані для очищення газів від частинок розміром до 0,1 мкм; 3) вони успішно конкурують з такими високоефективними пиловловлювачами, як рукавні фільтри і електрофільтри, і використовуються в тих випадках, коли ці апарати не застосовуються, наприклад при високій температурі і

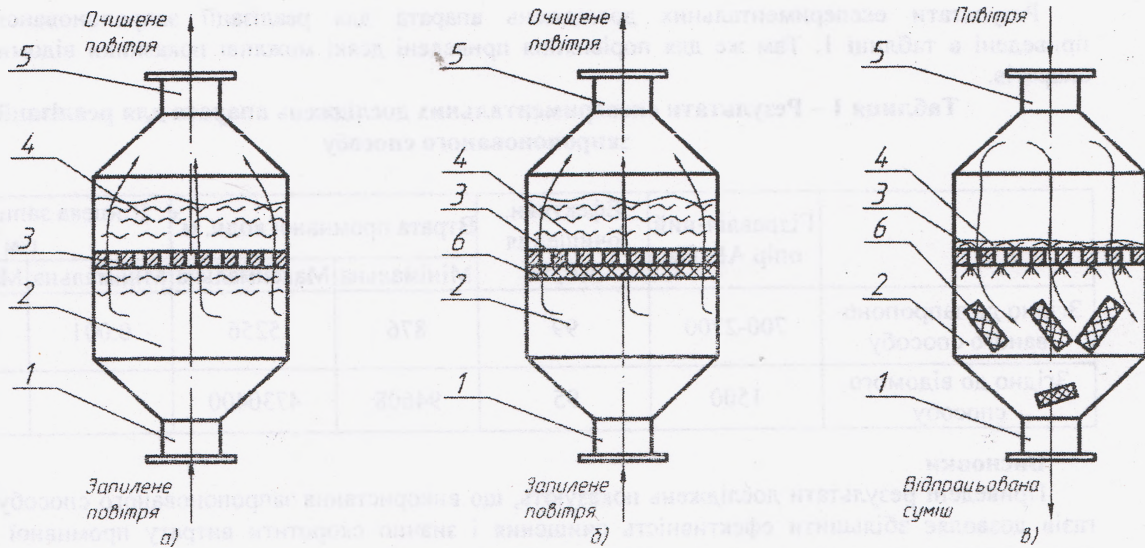


Рис. 1 – Реалізація запропонованого способу

Корпус 1 апарата для очищення газів обладнують барботажною тарілкою 2, перфорованою отворами діаметром не більше 2 мм. Запилений газ подають в корпус 1 апарата для очищення газів одночасно з промивною рідиною 3, при цьому запилений газ подають під барботажну тарілку 2, а промивну рідину 3 одноразово подають на барботажну тарілку 2 до утворення шару піни на барботажній тарілці висотою 100 мм. Запилений газ проходить через отвори в барботажній тарілці 2 і барботує через шар промивної рідини 3. При цьому волокнистий пил затримується під барботажною тарілкою 2, утворює шар пилу, що постійно збільшується і очищає запилений газ. Після досягнення висоти шару пилу 4 під барботажною тарілкою 2, при якій опір руху газу досягає 0,9 напору вентилятора, який його подає, проводять видалення пилу. Для цього припиняють подачу запиленого газу під барботажну тарілку 2 і подають у верхню частину корпусу 1 апарата повітря під тиском тим же вентилятором. При цьому промивна рідина 3, що знаходиться на барботажній тарілці 2, проходить через отвори барботажної тарілки 2, руйнує і видаляє утворений шар пилу 4 і падає з ним у нижню частину (бункер) корпусу 1 апарата.

Експериментальний зразок апарата для здійснення запропонованого способу був опробований в конкретних умовах підприємства. Його обладнали барботажною тарілкою, перфорованою отворами діаметром 2 мм, при цьому вільний переріз барботажної тарілки становить 22 %.

Запилений газ валяно – повстяного виробництва, в якому знаходяться в основному частинки вовни, подавали з місця пилоутворення системою трубопроводів до нижньої частини апарата для очищення газів з швидкістю 1 – 4 м/с і початковою запиленістю 0,1 – 5 г/м<sup>3</sup>, де він проходив через барботажну тарілку. Одночасно з подачею запиленого газу під барботажну тарілку одноразово подавали промивну рідину до досягнення початкової її висоти 50 мм.

Гідравлічний опір апарата в початковий момент його роботи був рівний сумі висоти промивної рідини на барботажній тарілці (50 мм) і гідравлічного опору самої барботажної тарілки (~ 20 мм вод. ст.) і не перевищував 70 мм вод. ст. (~ 700 Па).

Запилений газ проходив через отвори у барботажній тарілці і барботував через шар промивної рідини. При цьому волокнистий пил затримувався під барботажною тарілкою і утворював шар пилу, що постійно збільшувався. По мірі збільшення товщини шару пилу під барботажною тарілкою зростав гідравлічний опір апарата. Якщо опір апарата досягав 270 мм вод. ст. (~2700 Па), апарат автоматично переключали на зворотне продування. Така величина гідравлічного опору зумовлена напором вентиляторів середнього тиску, які у більшості випадків використовуються для аналогічних цілей і здатні розвивати напір до 300 мм вод. ст., враховуючи те, що зростання опору від 70 до 270 мм вод. ст. зумовлене утворенням шару вовни товщиною ~2 мм, зворотне продування проводили при концентрації пилу в газах 0,1 г/м<sup>3</sup> через 3 години, а при концентрації 5,0 г/м<sup>3</sup> через 30 хвилин.

Для зворотного продування апарата використовували вентилятор подачі запиленого газу. При цьому припиняли подачу запиленого газу під барботажну тарілку і подавали у верхню частину апарата повітря під тиском. Продування продовжували не більше 60 секунд. При цьому промивна рідина, що знаходиться на барботажній тарілці, проходила через отвори барботажної тарілки, руйнувала і видаляла утворений шар пилу і попадала з ним у нижню частину (бункер) апарата.

Результати експериментальних досліджень апарата для реалізації запропонованого способу приведені в таблиці 1. Там же для порівняння приведені деякі можливі показники відомих подібних апаратів.

**Таблиця 1 – Результати експериментальних досліджень апарата для реалізації запропонованого способу**

|                                   | Гідрравлічний опір АР, Па | Ефективн. очищення АР, % | Втрата промивної води, м <sup>3</sup> |             | Кінцева запиленість С, г/м <sup>3</sup> |             |
|-----------------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------------------|-------------|---|-------------|
|                                   |                           |                          | Мінімальна                            | Максимальна | Мінімальна                              | Максимальна |
| Згідно до запропонованого способу | 700-2700                  | 99                       | 876                                   | 5256        | 0,001                                   | 0,05        |
| Згідно до відомого способу        | 1500                      | 95                       | 94608                                 | 4730400     |   |             |

#### Висновки

Приведені результати досліджень показують, що використання запропонованого способу очищення газів дозволяє збільшити ефективність очищення і значно скоротити витрату промивної рідини, за рахунок чого суттєво зменшується вартість очищення.

#### Література

1. Очистка промышленных газов от пыли / Ужов В.Н., [и др.] - М: Химия – 1981. – 392 с.
2. Коузов П.А. Очистка от пыли газов и воздуха в химической промышленности. / Коузов П.А., Мальгин А.Д., Скрябин И.И. - Л: Химия, 1982. – 256 с.
3. Страус В. Промышленная очистка газов: пер. с англ. / Страус В. – М: Химия, 1991. – 616с.
4. Позин М.Е. Пенные газоочистители, теплообменники и абсорберы / Позин М.Е., Мухленов И.П., Тарат Э.Я. – Л: Госхимиздат, 1952. – 123 с.
5. Гордон Г.М. Пылеулавливание и очистка газов / Гордон Г.М., Пейсахов И.А. –М: Metallurgia, 1968. – 499 с.
6. Справочник по пыли – и золоулавливанню. Под общ. ред. .А.А. Русанова. –М: Энергия, 1975. – 296 с.
7. Патент на корисну модель №19332 Україна. В01Д47/06. Спосіб очистки газів від тонковолокнистого пилу / Куц В.П., Балабан С.М., Ханик Я.М. – Заявл. 05.06.2006; Опубл. 15. 12. 2006. Бюл. №12. – 3 с.

УДК 536.3

## ВИЗНАЧЕННЯ ФОРМ РЕФЛЕКТОРІВ ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ УСТАНОВОК ІЗ ДВОМА ВИПРОМІНЮВАЧАМИ

Плевако В.П., д-р техн. наук, професор, Костенко С.М., ст. викладач, Педорич І.П., ст. викладач  
Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків

*Розглянуто двовимірну задачу про визначення форм рефлекторів теплотехнічних установок, що забезпечують рівномірне опромінювання двома джерелами теплоти поверхні робочого тіла з півеліптичною формою перерізу.*

*The two-dimensional task, as to the defining reflectors forms of heating engineering equipment, when the receiver surface with the half-elliptical form of profile is under uniform heating from two emitters, is studied.*

**Ключові слова:** випромінювач, рефлектор, приймач, опромінювання, променевий потік.

Найпоширенішою вадою існуючого теплотехнічного устаткування є неможливість отримання рівномірного розподілу щільності теплового потоку на поверхнях теплоприймача, що неминуче веде до погіршення якості кінцевого харчового продукту та енергетичних перевитрат.

Дана розвідка присвячена розробці методики визначення форм рефлекторів теплових променів для таких апаратів, які б забезпечували однакове опромінювання усіх точок поверхні робочого тіла півеліптичного перерізу.

У працях [1–3] було розв'язано низку задач подібного стибу для установок із одним випромінювачем теплової енергії та одним рефлектором. Але очевидно, що такі апарати мають обмежену потужність, а відбивачі теплоти розташовуються в них безпосередньо над продуктом, отже,

підвищеній вологості газів, при небезпеці загорянь і вибухів газів, що очищаються, чи пилу; 4) одночасно з очищенням газів від твердих частинок можна вловлювати паро- і газоподібні компоненти, тобто їх можна використовувати як абсорбери, а також для охолодження і зволоження газів як теплообмінники змішування.

До недоліків мокрої обезпилювання слід віднести: 1) продукт, що в них вловлюється, виділяються у вигляді шламу, що зв'язано з необхідністю обробки стічних вод, і отже, з подорожчанням процесу очищення; 2) при охолодженні газів, що очищаються, до температури, близької до точки роси, а також при виносі із газоочисного апарата газовим потоком краплин рідини пил може осідати в газопроводах, димососах і димових трубах. Крім того, бризковинос приводить до незворотних втрат зрошуваної рідини; 3) у випадку очищення агресивних газів апаратуру і комунікації необхідно захищати антикорозійними матеріалами.

Як зрошувана рідина в мокрих пиловловлювачах найчастіше використовується вода. Найчастіше її класифікують в залежності від поверхні контакту або за способом дії на такі групи: 1) пустотілі газопромивачі (орошуючі пристрої, промивні камери, пустотілі, форсункові скрубери); 2) насадкові скрубери; 3) тарілкові газопромивачі (барботажи і пінні апарати); 4) газопромивачі з рухомою насадкою; 5) мокрі апарати ударно-інерційної дії (ротоклони); 6) мокрі апарати відцентрової дії; 7) механічні газопромивачі (механічні скрубери, динамічні скрубери); 8) швидкісні газопромивачі (скрубери Вентурі, ежекторні скрубери).

За затратами енергії мокрі пиловловлювачі поділяють на низьконапірні (гідралічний опір не перевищує 1500 Па), середньонапірні (гідралічний опір 1500 – 3000 Па), високонапірні (більше 3000 Па) [1-4].

Зіткнувшись з проблемою вловлювання пилу при виробництві валянок на одному із валяноповстяних підприємств Львівської області, автори не просто застосували один із вказаних пиловловлювачів, а значно вдосконалили процес очищення в такому апараті з врахуванням специфіки пилу, який необхідно вловлювати.

Апарат цей належить до тарілкових пиловловлювачів, очистка в яких здійснюється шляхом подачі запиленого потоку в рідину, де він дробиться на бульбашки, всередині яких знаходяться частинки пилу. При русі бульбашок через шар рідини частинки підводяться до зовнішньої, вологої поверхні бульбашок, змочуються і вимиваються із газу. На решітках таких апаратів з діаметром отворів 4 – 7 мм і вільним перерізом 10 – 40 % підтримується шар рідини висотою 100 – 200 мм. Ступінь вловлювання пилу досягає максимуму при висоті шару пінні приблизно 160 мм. При дальшому збільшенні висоти шару пінні вловлювання пилу не покращується. Основна частина (60 – 80 %) вловленого пилу видаляється з пульпою, яка протікає разом з рідиною через отвори тарілки [5].

Недоліком вказаного способу є те, що при малих швидкостях газів в отворах решітки (менше 5 – 6 м/с) значна частина рідини попадає через них в бункер апарата, а при швидкостях вищих 12 – 20 м/с, навпаки, рідина не протікає через отвори, що необхідно для змивання пилу, який налипає знизу решітки і в її отворах. Для нормальної роботи апарата необхідно, щоб через отвори протікало до 50 % рідини. Іншим недоліком є значна витрата рідини

Ці недоліки в певній мірі зменшені в апараті, в якому запилений газ подається під барботажи тарілку, барботує через шар пінорідинної суміші, рідина безперервно подається на барботажи тарілку і безперервно зливається пінорідинна суміш з барботажи тарілки разом з вловленим пилом, а очищений газ безпосередньо відводиться у верхній частині апарата [6]. Однак недоліком такого способу очищення є низька ефективність під час очищення від волокнистого пилу через закупорювання отворів решітки і відсутність ефективного методу їх очищення, а також значна витрата рідини.

Поставивши за мету підвищити ефективність очищення, покращити умови видалення вловленого пилу і скоротити витрату промивної рідини, автори запропонували вести процес очищення так: промивну рідину подавати не безперервно, а одноразово, осаджувати основну частину пилу під барботажи тарілкою, а для видалення утвореного шару пилу використовувати повітря шляхом подачі його у верхню частину апарата.

Реалізується запропонований спосіб в апараті, зображеному на рис. 1: а) в режимі запуску в роботу, б) в робочому режимі, в) в режимі очищення від вловленого пилу [7].