

Винахід відноситься до пристроїв для здійснення процесів тепломасообміну, інерційного осадження, захоплення та дифузійного поглинання пилозолових частинок із запилених газових потоків та абсорбції газів і їх сполук краплями рідин, відцентрового розділу газових і рідинних середовищ і може використовуватися в різних галузях техніки, наприклад, для кондиціонування повітря, очищення газових потоків від окисів сірки, азоту, пилозолових частинок тощо.

Уже відомий тепломасообмінний скрубєр з коагулятором Вентурі та форсуночним розпилом води для зрошення газових потоків [1 - Шульгин Е.С. и др. "Нормальный ряд мокрых золоуловителей из трубами Вентури". Энергетик. 1987г. №1, с.23-24].

Недоліками відомих скрубєрів є низький рівень очищення димових газів від механічних і хімічних домішок та винесення дрібних крапель води в атмосферу. Причинами цих недоліків є технологічні процеси, які реалізовані в таких скрубєрах. В них гази, що очищаються, надходять спочатку у трубу Вентурі, яка складається з конфузора, горловини та дифузора. Гази, що очищаються, в конфузорі збільшують свою вхідну швидкість з 15-20м/с до швидкості в горловині 50-60м/с. В дифузорі швидкість газового потоку зменшується і, на виході, вона не перевищує вхідну - 15-20м/с. З розташованих у конфузорі форсунок газовий потік зрошується промивною водою. Краплі промивної води підхоплюються газовим потоком і за рахунок його енергії збільшують свою швидкість в конфузорі та в горловині. На початкових ділянках дифузора і далі, коли швидкість газового потоку знижується, швидкість крапель води стає більшою за швидкість газового потоку, який обумовив високу первісну швидкість крапель. Таким чином, відносні швидкості газового потоку та крапель промивної води в трубі Вентурі постійно змінюються, краплі води додатково дробляться, чим забезпечується реалізація основного технологічного процесу очищення газового потоку від твердих включень - їх коагуляції. Остання включає в себе три основні процеси - інерційне осадження, захоплення та дифузійне поглинання твердих частинок краплями рідини. Розрахунками та експериментами встановлено, що власне у трубах Вентурі величини очищення газового потоку від твердих частинок не перевищують ~ 65% їх початкового значення [2 - А.с. SU 1771800 A2, МПК: B01D47/10].

Початкова швидкість газового потоку в горловині труби Вентурі, довжина її дифузора, кількість промивної води, яка подається на зрошення в конфузєр, та інші фактори впливають не тільки на кількість крапель води мікронних розмірів, що утворюються за рахунок додаткового дроблення промивної води газовим потоком, але і на процеси очищення газового потоку від твердих частинок. Так як у прямоточних трубах Вентурі здійснення процесів коагуляції проводиться при супутньому русі газового потоку і крапель промивної води, то реалізувати процеси коагуляції пилових частинок мікронних та субмікронних розмірів і крапель промивної води відносно великими краплями промивної води виявляється неможливим. Додатковими причинами цього, крім супутнього руху, є могутній газовий прикордонний шар, що утворюється оброблюваним газом на краплях промивної води та практично мала турбулізація газового потоку.

Додаткове очищення газового потоку виконується у скрубєрі, в який він подається по тангенціальному або евольвентному патрубку. Таке входження забезпечує умови для руху газового потоку у скрубєрі по спіралі та сепарації крапель промивної води і золових частинок на стінки скрубєра. Зверху на стінки скрубєра із спеціальних сопел подають воду, яка стікає вниз, утворюючи плівку рідини. При товщині цієї плівки більшій за поперечний розмір золової частинки, робота відриву останньої з плівки значно перевищує роботу її занурення в рідину. Цим забезпечується додаткове очищення газового потоку від золових частинок та крапель води малих розмірів.

Однак, швидкості обертання газового потоку в скрубєрі відносно малі і відцентрове виділення золових частинок та крапель води малих розмірів з нього виявляється відносно незначними. Найбільш дрібні краплі води та золові частинки залишаються в потоці газу та виносяться ним в атмосферу.

В цілому рівні очищення газових потоків в мокрих скрубєрах з трубами Вентурі не перевищують 96-97,5%.

В мокрих скрубєрах з трубами Вентурі газовий потік при взаємодії з водою зволожується та охолоджується. Якщо в ньому є водорозчинні газоподібні домішки, наприклад сірчистий, сірчаний ангідриди, двоокис азоту, тощо, то в ньому відбуваються додаткові масообмінні процеси - процеси абсорбції цих домішок водою. У результаті такої абсорбції вода, що зрошує газовий потік (і що залишається в ньому в стані малих крапельок), стає "кислою", з рН=5-2. На практиці це означає, що, наприклад, мокрими скрубєрами з трубами Вентурі з потоку з димових газів видалається менше 10% "кислих" домішок (від їх первинного вмісту).

Підвищення ефективності комплексного очищення газових потоків досягається [3 - прототип: "Циклонний апарат для газорідних систем" а.с. SU 1416192 A1, МПК: B 04C5/14]. В таких апаратах конфузєр труби Вентурі виконаний як циклонна камера, газовий потік в яку подається по тангенціальному патрубку, а на виході газового потоку із осьового вихідного патрубка розміщена камера для осадження крапель зрошувальної води та пилових частинок. Камера для осадження виконана таким чином, що в ній формується тороподібний вихор, який додатково обертається навколо осі горловини.

В прототипі відносні швидкості потоку газу та краплинок зрошувуючої рідини збільшені, підвищується загальна турбулізація газового потоку, чим, в цілому, підвищується ефективність тепломасообмінних процесів, процесів очищення газового потоку від твердих пилових частинок та їх видалення з потоку за рахунок інтенсивних сепараційних процесів.

Але і в прототипі не вирішені питання виносу крапель рідини та найменших пилових частинок з апарату. Забезпечують умови для виносу малих частинок з апарату високі швидкості потоків газу та його потужні прикордонні пристінні шари.

В основу винаходу поставлена задача підвищити ефективність тепломасообмінного скрубєра та зменшити виноси з нього крапель зрошувальної рідини та пилових частинок.

Поставлена задача вирішується тим, що в тепломасообмінному скрубєрі, утвореному циклонною камерою з боковим введенням оброблюваного газового потоку, осьовим патрубком для відведення останнього і системою форсунок для розпилювання зрошуючих газовий потік рідин, розташованою за осьовим патрубком соосно осаджувальною камерою з осьовим конусним розсікувачем, циклонна і осаджувальна камери з'єднані круговою обчайкою з боковим патрубком, через який організовано відводиться оброблений газовий потік, а на осьовому патрубку між розсікувачем та відбивачем закріплений з кільцевою щільною направляючий козирьок, який може переміщуватися.

Сутність винаходу пояснюється кресленням на фіг.1, де приводиться принципова схема тепломасообмінного скрубера. В тепломасообмінному скрубері підведення оброблюваного газового потоку передбачається через патрубок 1, який тангенціально або евольвентно, включається в кругову обичайку 2. Обичайка 2 заглушена зверху кришкою 3, та має дно 4 з горловиною 5, які сумісно являють собою циклонну камеру. Циклонна камера оснащена форсунками 6 з трубопроводами 7 для підведення зрошувальних рідин та патрубком 8 для відведення рідких продуктів очищення газового потоку (пульпи).

В горловину 5 включен осьовий патрубок 9 для відведення оброблюваного закрученого газового потоку. Він може бути виконаним як циліндричним, так і конусним. З зовнішньої сторони на осьовому патрубку 9 закріплені направляючий відбійник 10, який можна переміщувати, та направляючий козирьок 11, причому останній закріплено на осьовому патрубку з круговою щільною. Направляючий козирьок можна переміщувати по осьовому патрубку для регулювання режимів очищення.

Обичайка 12 з відбійником 13, дном 14, патрубком 15, для відведення рідин та продуктів очищення газового потоку, сумісно являють собою осаджувальну камеру. В осаджувальну камеру підключений гідрозатвор 16, який, в свою чергу, підключений до зливного патрубка 17. В осаджувальній камері, соосно осьовому патрубку закріплений конусний розсікувач 18 закрученого газового потоку.

Осаджувальна камера та циклонна камера з'єднані додатковою круговою обичайкою 19 оснащеною патрубком 20 для організованого відведення обробленого газового потоку.

Тепломасообмінний скрубер працює слідує таким чином. Потік газу поступає по патрубку 1, підключеному до обичайки 2, яка разом з кришкою 3 та дном 4 утворює кругову циклонну камеру. В цій камері газовий потік закручується в вихор, в центральній частині якого, утворюється розрідження - око циклона. Вихор "стікає" через горловину 5. Форсунками 6, на які по трубопроводах 7 подаються зрошувальні рідини (або одна рідина), ці рідини розпилюються та зрошують закручений потік. При взаємодії крапель рідин з закрученим, високотурбулізованим газовим потоком реалізуються інтенсивні тепломасообмінні процеси та процеси коагуляції пилозолових частинок, які несе в собі газовий потік - проводиться основний процес очищення цього потоку.

Захоплені газом потіком краплі з уловленими твердими частинками, абсорбованими з потоку газами та парами, збільшують свою кругову швидкість, сепаруються на стінки обичайки 3, частково осідають на дно 4 циклонної камери та виводяться з камери через трубопровод 8.

Закручений газовий потік разом з частиною крапель рідин, які подавались на його зрошення, "стікає" в горловину 5 і осьовий патрубок 9. В осьовому патрубку 9 газовий потік зменшує свою приведену швидкість та рівень турбулізації. За рахунок постійної зміни швидкості потоку та його турбулізації, збільшується ефективність додаткового очищення газового потоку.

Направляючий відбійник 10 та закріплений на осьовому патрубку з круговою щільною направляючий козирьок 11 можна переміщувати по зовнішній стороні осьового патрубка 9, що дозволяє найбільш раціонально організувати відведення очищеного газу з тепломасообмінного скрубера та зменшити до мінімуму винесення очищеним потоком газу крапель рідин за об'єм тепломасообмінного скрубера.

Зберігаючи свою закручену форму, вихор із патрубку 9 вводиться в осаджувальну камеру. В утвореній обичайкою 12, відбійником 13, дном 14 та патрубком 15 з гідрозатвором 16 і патрубком для відведення рідин 17 осаджувальній камері газовий потік значно зменшує свою швидкість, додатково закручується та додатково звільняється від крапель рідин та пилозолових частинок.

Після розсікувача 18 закручений потік очищеного газу відводиться з осаджувальної камери по траєкторії - дно 14 осаджувальної камери, обичайка 12, відбійник 13, патрубок 9 та направляючий козирьок 11. Ця траєкторія забезпечує умови створення нового тороподібного вихора, що за рахунок раніше придбаного осьового кружіння, продовжує переміщуватися навколо осьового патрубка.

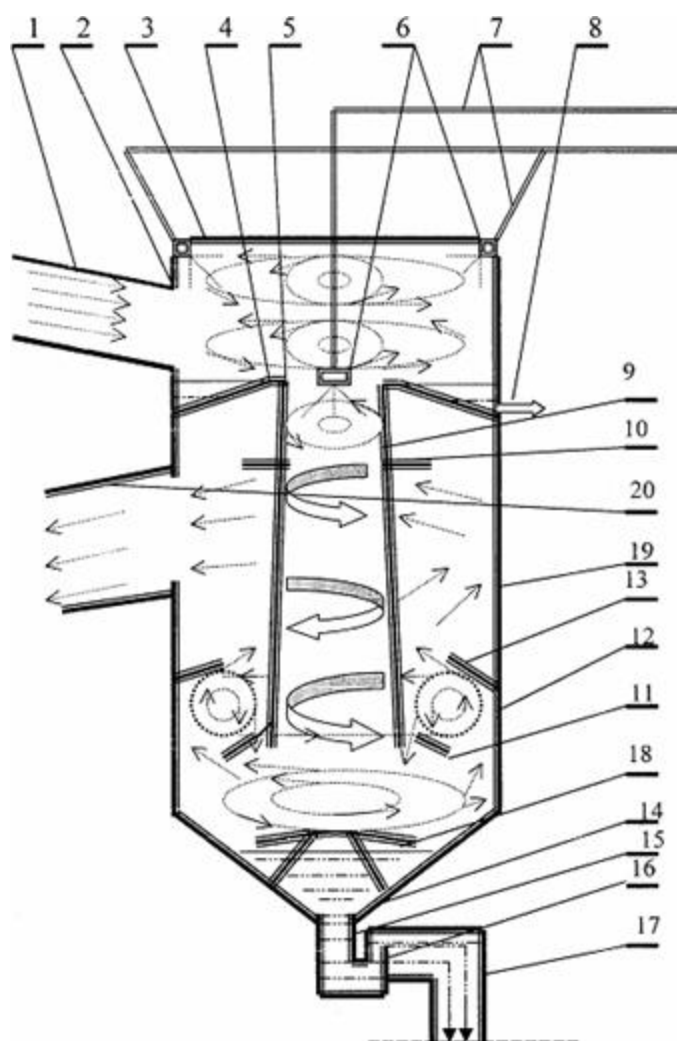
Сам тороподібний вихор, його переміщення навколо осьового патрубка ще раз додатково забезпечують умови коагуляції пилозолових частинок, сепарації їх та крапель рідин, що ще залишились в потоці очищеного газу.

Таким чином, потік очищеного газу, що виходить з осьового патрубка в осаджувальну камеру та переміщується по вищезазначеній траєкторії, постійно звільняється від крапель зрошувальних рідин та не прокоагулює пилозолових частинок особливо малих розмірів. Але на поверхні осьового патрубка 9 завжди утворюється відносно товстий, малорухомий газовий прошарок (могутній газовий прикордонний шар, що утворюється оброблюваним газом), який для особливо малих крапель рідини та пилозолових частинок є таким, що перетнути його вони не в змозі. Тому вони затримуються в потоці виходячого з осаджувальної камери очищеного газу і, при значному зменшенні швидкості останнього, залишаються в ньому та виводяться за об'єм тепломасообмінного скрубера.

На заваді такого краплєвиносу стає потік обробленого газу через щілину, утворену направляючим козирьком 11 та осьовим патрубком 9.

Газовий потік, що виходить в осаджувальну камеру з осьового патрубка 9 має досить високу швидкість. Вона є достатньою умовою для створення розрідженої газової зони між осьовим патрубком 9 та направляючим козирьком 11. Цим створюються умови для всосування частини газового потоку з тороподібного вихора через кільцеву щілину і знищення малорухомого газового прошарку. Всосування частини газового потоку з тороподібного вихора через кільцеву щілину дозволяє ввести і сепарат рідин із зовнішніх стінок осьового патрубка 9 в очищений газовий потік, що виходить з осьового 9 після циклонної камери. Таким чином знищується прикордонний газовий прошарок та забезпечується додатковий ефект - газовий потік практично повністю очищується від найменших крапельок рідин та пилозолових частинок.

За рахунок обичайки 19, патрубку 20 та направляючого відбійника 10, що може переміщуватися, траєкторія відведення газового потоку може бути додатково керованою. Зменшення абсолютної швидкості газового потоку, турбулізації в зоні відведення, організація спеціальних траєкторій руху та використання для цього надлишків його кінетичної енергії забезпечують загальне зменшення гідравлічного опору тепломасообмінного скрубера, в порівнянні з прототипом, ще на 5-10%.



Фиг. 1