

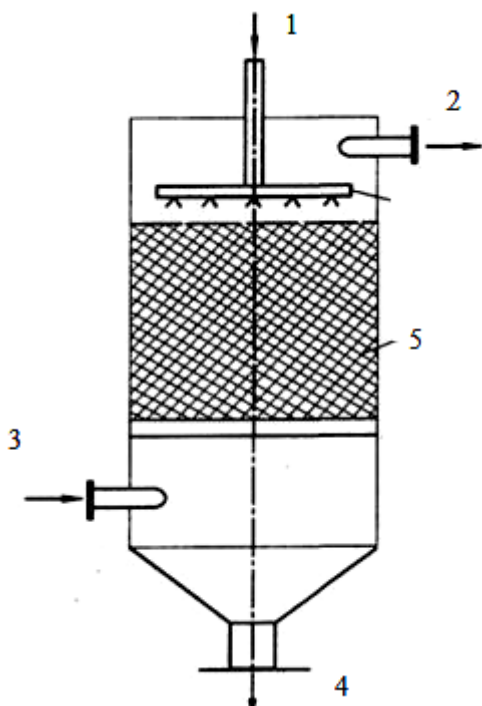
Бурда Ю.О.

Харківський національний університет будівництва та архітектури

АНАЛІТИЧНЕ ПОРІВНЯННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ НАСАДОК В СКРУБЕРІ

Процес мокрого пиловловлення заснований на контакті запиленого газового потоку з рідиною, яка захоплює зважені частинки і забирає їх з апарату у вигляді шламу. Метод мокрого очищення газів від пилу вважається досить простим і в той же час досить ефективним способом знепилювання [1].

Скрубер насадкового типу - апарат для промивання рідинами газів з метою їх очистки і для добування одного або декількох компонентів, а також барабанні машини для промивання корисних копалин. Широко використовується при уловлюванні продуктів коксування та очищенні промислових газів від пилу, для зволоження і охолодження газів, в різних хіміко-технологічних процесах (рис 1) [2].



1 - рідина; 2 - очищені гази; 3 - гази на очистку; 4 - шлам; 5 – насадка

Рис. 1. Скрубер насадкового типу

Переваги мокрих пиловловлювачів перед апаратами інших типів: - порівняно невелика вартість і більш висока ефективність уловлювання зважених часток в порівнянні

з сухими механічними апаратами; - Застосування для очищення газів від частинок розміром до 0,1 мкм; - охолодження (контактний обмін) і зволоження (кондиціонування) газів; - можливість застосування для очищення високотемпературних газових потоків; - менші габарити в порівнянні з тканинними фільтрами можливість одночасної очищення від пилу і газоподібних забруднюючих речовин, тобто використання в якості абсорберів [5,8].

Башти з насадкою (насадкові скрубери) - ємність, яку можна представити у формі колони. Такого роду скрубери може містити різні насадки, що мають як просту, так і складну форму. Наприклад, це можуть бути кільця з перегородками або прості кільця (кільця Рашига), спіральні розетки Теллера, сідла Берля і багато інших пристосування. В насадок скрубери є система зрошення, що складається з декількох ступенів всередині корпусу, де розташовуються форсунки. Форсунки перекривають перетин, де з сопел проводиться розпорошення. Не дивлячись на те, що розпилення рідини проводиться назустріч потоку або поперек, гідродинаміка цього потоку не велика [3].

Основною перевагою скрубери насадкового типу – є те, що вони легко піддаються реконструкції. Тому важливо знати, яка з насадок є більш ефективною. Для цього в даній статті будуть наведені основні види насадок, та будуть порівняні деякі з них. [9]

Види насадок для скрубера (рис 2).

- дерев'яна хордова;
- сідла «Інталокс»;
- кільця Рашига;
- кільця Паля;
- пропелерна насадка;
- сідла Берля;
- кільце з хрестоподібними перегородками;
- кільце з внутрішніми спіралями.

Дерев'яна хордова насадка виконується у вигляді решіток з прямокутних рейок перетином 6 x 12 мм. (рис 2).

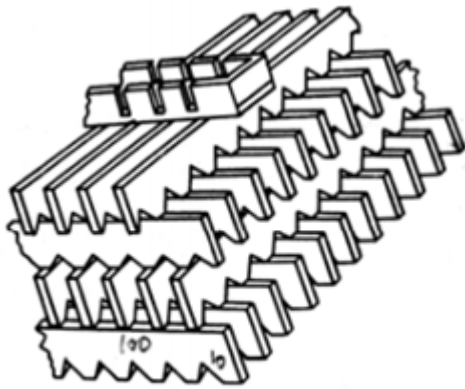


Рис. 2. Дерев'яна хордових насадка

Кільця бувають металеві у вигляді коротких відрізків залізних труб, які спеціально виготовляють. Дерев'яною хордовою насадкою або кільцями Рашига заповнюється велика частина внутрішнього об'єму зрошувального холодильника. У верхній частині холодильника є зрошувальний пристрій, який рівномірно розподіляє воду яка надходить на зрошення по верхній поверхні насадки. В кінцевому холодильнику виділяються невелика кількість легкої смоли, крапельки якої все ще надходить у холодильник. [4]

Дерев'яна хордових насадка зазвичай використовується в скруберах, які мають невеликі швидкості газового потоку і рівномірне зрошення насадки рідиною.

Насадки кислототривкі сідлоподібні - Інталокс - призначені для заповнення робочих об'ємів насадкових колон і апаратів з метою підвищення інтенсивності тепло - та масообмінних процесів в обладнанні хімічної, нафтохімічної, нафтопереробної, коксової та інших галузей промисловості. Використовуються з метою перемішування, перерозподілу та збільшення поверхні контакту рідкої і газової фаз. Насадки «Інталокс» мають підвищену ефективність (до 35%) і збільшений термін служби. (рис. 3).

Інталокс відноситься до нерегулярним кислототривких насадок. Поверхня насадки Інталокс являє собою частину тора. Сідла Інталокс при однакових розмірах з кільцями Рашига мають на 25% більшу питому поверхню і трохи більший вільний об'єм. Сідлоподібна насадка володіє меншим гідравлічним опором і дещо більшою ефективністю ніж кільця Рашига. Сідла Інталокс краще змочуються ніж кільця Рашига і забезпечу-

ють більшу безладність насадки, не створюючи переважних шляхів (каналів) для протікання рідини [6].



Рис. 3. Насадка «Інталокс»

Кільця Рашига – шматки труби (приблизно рівні по довжині і діаметру), використувані у великих кількостях, як ущільнювальний шар в колонках для дистиляції та інших інженерних хімічних процесах (рис. 4).



Рис. 4. Кільця Рашига

Вони, як правило, керамічні або металеві і забезпечують велику площу поверхні в межах робочих об'ємів апаратів і насадних колон для взаємодії між рідиною і газом або парою. Вони також використовуються у реакційних рідинних середовищах для покращення теплообміну, можуть використовуватись: при виділенні газів з рідинного середовища; для очищення газу в очисниках транспортних газогенераторних установок, сітчастих газових фільтрах на підприємствах, в масляних промислових фільтрах для тонкої очистки повітря від пилу при початковій запиленості не більше 20 мг/м³, для очистки технологічних газів, є незамінними в процесах нафтопереробки при розділенні продукту на фракції; в процесах очищення від складових шляхом поглинання рідиною, для глибокого видалення з води вуглекислого газу і сірководню [7].

Кільця Рашига були названі на честь їх винахідника, німецького хіміка Фрідріха Рашига. Використання їх дозволило Рашигу, при виконанні дистиляції, набагато збільшити ефективність, ніж його конкурентам з використанням фракційної конденсаційної колони з лотків.

У ректифікаційній колоні, рефлюкс або конденсована пара біжить вниз по колоні, і охоплює поверхню кілець, в той час як пара з кип'ятильника йде вгору по колоні. Пари і рідини переходять одне в одного в протиток у невеликому просторі і прагнуть до рівноваги. Таким чином, менш леткі речовини, як правило, йдуть вниз, а вгору — більш леткі речовини.

Кільця Рашига також використовуються для пристроїв, в яких газ і рідина направляються в контакт з метою поглинання газу; в якості опори для біоплівки в біологічних реакторах.

Кільця Рашига з боросилікатного скла іноді використовуються в роботі з ядерними матеріалами, де вони використовуються всередині резервуарів та цистерн, що містять розчини, що розщеплюються, наприклад, розчини збагаченого уранілітрату, які виступаючи в якості поглиначів нейтронів запобігають потенційним аваріям критичності.

Кільця Паля призначені для заповнення робочих об'ємів насадкових колон і апаратів з метою підвищення інтенсивності тепло- та масообмінних процесів в обладнанні хімічної, нафтохімічної, нафтопереробної та інших галузях промисловості. [10]

Кільця Паля відносяться до нерегулярним насадкам. Кислототривкі керамічні насадки Паля призначені для заповнення насадкових колон іншої апаратури, що працює при температурі від 0 до 120 градусів для кислих середовищ.

У порівнянні з кільцями Рашига кільця Паля володіють кращою пропускною здатністю і низьким гідравлічним опором, мають кращу ефективність розділення і ступінь змочування за рахунок перфорованої структури. Розгорнута структура насадки полегшує рівномірну засипку насадки і цим знижує втрати тиску. Насадки з поліпропілену і металу дозволяють добитися високої швид-

кості газу при дуже високому масообміні.

Використовувані матеріали: метал, поліпропілен і кераміка.

Області застосування:

- конвектори оксиду вуглецю;
- колони виділення етилену;
- апарати для отримання технічного аміаку;
- колони для перегонки диметилтерефталата;
- масообмінні колони і розподільчі пристрої;
- абсорбери діоксиду вуглецю та сірководню;
- екстрактори для рідин.

Принципово новою – є металева припливно-витяжна насадка з ромбовидними отворами.

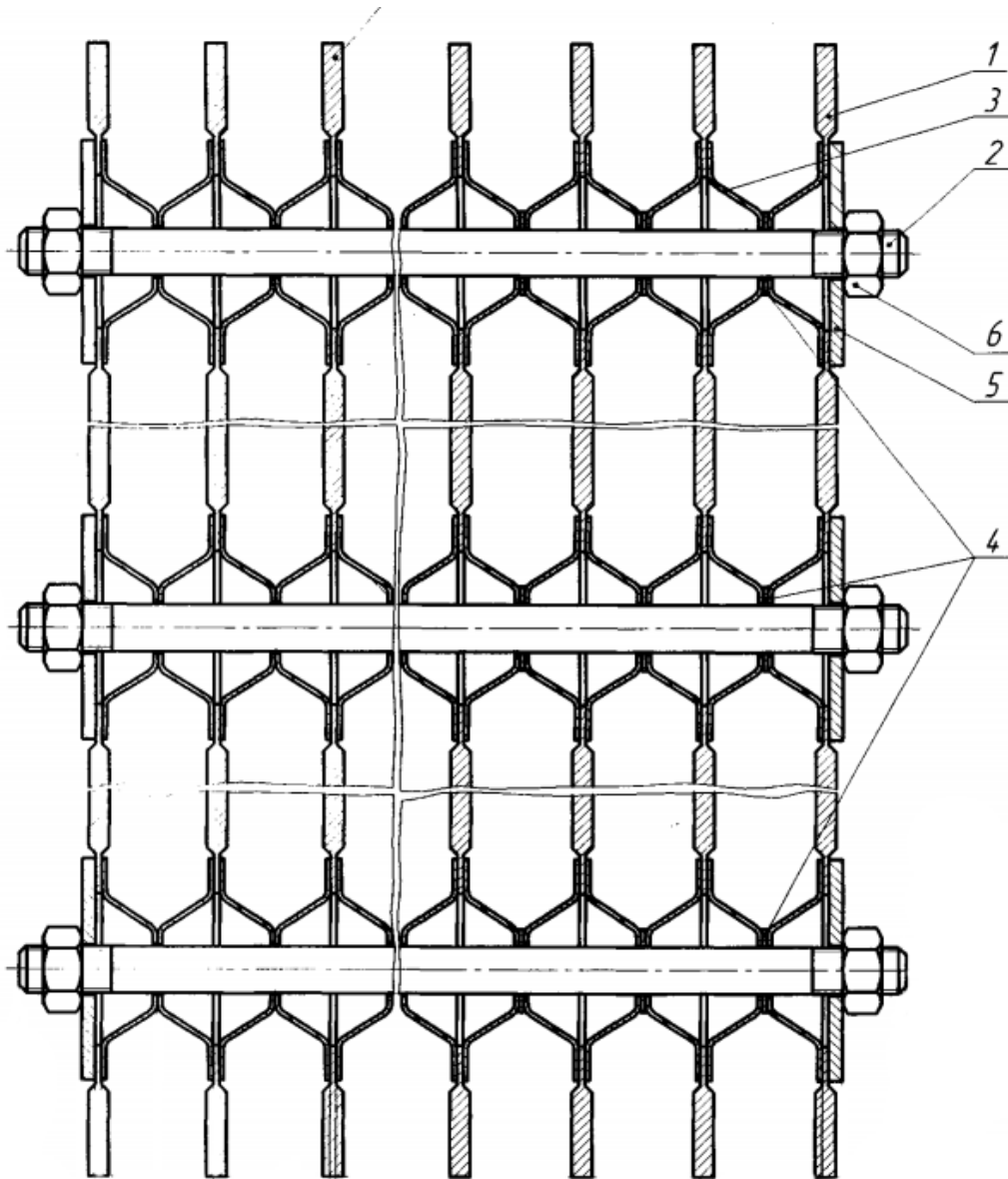
З метою підвищення поверхні контакту робочого середовища модифікували насадку, а також почали повторно використовувати рідину. В результаті було запропоновано в розрахунок кількості води, що подається ввести необхідні поправки, що призвело до наступного вигляді виразу:

$$Q_{\text{ж}} = K \cdot Q_{\text{г}} \frac{C_{\text{вих}}}{C_{\text{ост}}}$$

де $Q_{\text{р}}$ – кількість води, яка подається на зрошення; $Q_{\text{г}}$ – кількість газу який очищують; $C_{\text{вих}}$ – вихідна концентрація фенолів у газі; $C_{\text{кін}}$ – коефіцієнт який характеризує вплив температури води на процес уловлювання фенолу; $K = (1,6-5,8) \cdot 10^{-5}$, коефіцієнт характеризує вплив температури води на процес уловлювання фенолу.

Листи ПВ сітки, квадратної форми, розташовані на відстані 24 мм один від одного, в блоці знаходиться 26 аркушів. Розміри межі аркуша ПВ 650 мм. Параметри даної насадки: $a = 72 \text{ м}^2/\text{м}^3$, $\varepsilon = 0,87 \text{ м}^3/\text{м}^3$, $\rho = 158,4 \text{ кг}/\text{м}^3$, $d_0 = 0,049 \text{ м}$. (рис 5).

Висновки. В результаті проведеного аналізу, були порівняні існуючі види насадок для скрубера, а також запропоновано принципово новий вид насадки. Як видно з вище викладеного в залежності від середовища, найбільш ефективними є або Кільця Рашига, або Насадки «Інталокс». Хордова дерев'яна насадка застаріла, та замість неї є більш доцільно використовувати металеву припливно-витяжну насадка з ромбовидними отворами.



1 – лист припливно-втяжної сітки; 2 – шпилька; 3 – ковпак; 4 – шайба; 5 – шайба; 6 – гайка.

Рис. 5. Металева припливно-втяжна насадка з ромбовидними отворами.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Алексеев В., Булкин В., Поникаров И., Галеев А. Аппараты вихревого типа, применяемые для мокрой очистки газов. -Казань, 1987. - 22с.
2. Алиев Г.М.-А. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов. - М.: Metallurgia, 1986. - 320 с.
3. Андоньев С., Филиппьев О. Пылегазовые выбросы предприятий черной металлургии. - М.: Metallurgia, 1979. - 60 с.
4. Апостолок С. Промислова екологія - "знання", 2012 – 300 с.
5. Ветошкин А. Процессы и аппараты пылеочистки. Учебное пособие. - Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005. - 210 с.
6. Алиев Г.М.-А. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов - М.: Metallurgia, 1990. - 240 с.
7. Диденко В., Малахова Т. Интенсификация обеспыливания и очистки вентиляционных выбросов на основе вихревых эффектов. - Волгоград: Волгогр. Гос. Архит.-строит. Акад., 1998 - 144с.
8. Дытнерский Ю. Основные процессы и аппараты химической технологии – Пособие по проектированию. М.: Химия, 1991. – 496 с.
9. Козлова С. и др. Оборудование для очистки газов промышленных печей – Красноярск: СФУ, 2007. – 156 с.
10. Коробчанский И., Кузнецов М. Расчеты аппаратуры для улавливания химических продуктов коксования. М.: Metallurgia. 1972, 2-е изд., 296с.