*Лабораторна робота № 5*

*РОЗРАХУНОК ПІННОГО ПИЛОВЛОВЛЮВАЧА*

*Завдання: відповідно до заданого варіанту (табл. 1) розрахувати*

*пінний апарат, що має круглий поперечний переріз, для очищення газу від гідрофільної, що не схильної до злипання, пилу водою.*

*Таблиця 1*

*Вихідні дані*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер  варіанту | Витрата газу, *Q*, м3/ч | Початкова концентрація пилу у газі, *сн*, кг/м3 | Концентрація пилу у витоку, *ху*, кг/кг | Ефективність очищення, *η* |
| 1 | 10 000 | 0,0040 | 0,10 | 0,98 |
| 2 | 10 500 | 0,0042 | 0,10 | 0,98 |
| 3 | 11 000 | 0,0044 | 0,10 | 0,98 |
| 4 | 11 500 | 0,0046 | 0,10 | 0,98 |
| 5 | 12 000 | 0,0048 | 0,10 | 0,98 |
| 6 | 12 500 | 0,0050 | 0,12 | 0,97 |
| 7 | 13 000 | 0,0052 | 0,12 | 0,97 |
| 8 | 13 500 | 0,0054 | 0,12 | 0,97 |
| 9 | 14 000 | 0,0056 | 0,12 | 0,97 |
| 10 | 14 500 | 0,0058 | 0,12 | 0,97 |
| 11 | 15 000 | 0,0060 | 0,14 | 0,96 |
| 12 | 15 500 | 0,0062 | 0,14 | 0,96 |
| 13 | 16 000 | 0,0064 | 0,14 | 0,96 |
| 14 | 16 500 | 0,0066 | 0,14 | 0,96 |
| 15 | 17 000 | 0,0068 | 0,14 | 0,96 |
| 16 | 17 500 | 0,0070 | 0,16 | 0,95 |
| 17 | 18 000 | 0,0072 | 0,16 | 0,95 |
| 18 | 18 500 | 0,0074 | 0,16 | 0,95 |
| 19 | 19 000 | 0,0076 | 0,16 | 0,95 |
| 20 | 19 500 | 0,0078 | 0,16 | 0,95 |
| 21 | 20 000 | 0,0080 | 0,18 | 0,94 |
| 22 | 20 500 | 0,0082 | 0,18 | 0,94 |
| 23 | 21 000 | 0,0084 | 0,18 | 0,94 |
| 24 | 21 500 | 0,0086 | 0,18 | 0,94 |
| 25 | 22 000 | 0,0088 | 0,18 | 0,94 |
| 26 | 22 500 | 0,0090 | 0,20 | 0,93 |
| 27 | 23 000 | 0,0092 | 0,20 | 0,93 |
| 28 | 23 500 | 0,0094 | 0,20 | 0,93 |
| 29 | 24 000 | 0,0096 | 0,20 | 0,93 |
| 30 | 24 500 | 0,0098 | 0,20 | 0,93 |
| Для всіх варіантів: температура газу 60 оС. | | | | |

Видалення пилу в апаратах мокрого очищення відбувається завдяки змочування частинок пилу рідиною. Процес протікає тим ефективніше, чим більше поверхня контакту фаз між газом і рідиною, що досягається, наприклад, диспергированием рідини на краплі або газу на безліч бульбашок, які формують піну.

До мокрих пиловловлювачів відносять барботажно-пінні пиловловлювачі з провальною і переливної решітками (тарілками). У таких апаратах газ на очищення надходить під решітку, проходить через отвори в решітці і, барботіруя через шар рідини і піни, очищається від пилу за рахунок осадження частинок на поверхні газових бульбашок.

Тарілки з переливом мають отвори діаметром 3-8 мм і вільний перетин 0,15-0,25 м2 / м2. Провальні тарілки можуть бути дірчастими, щілинними, трубчастими і колосниковими. Дірчасті тарілки мають отвори dо = 4-8 мм. Ширина щілин у інших конструкцій тарілок дорівнює 4-5 мм. Вільне перетин всіх тарілок становить 0,2-0,3 м2 / м2.

Режим роботи апаратів залежить від швидкості подачі газу під решітку. При швидкості до 1 м / с спостерігається барботажний режим роботи. Подальше зростання швидкості газу до 2-2,5 м / с супроводжується виникненням пінного шару над рідиною, що призводить до підвищення ефективності очищення газу і бризгоуносу з апарату. Сучасні барботажно-пінні апарати забезпечують ефективність очищення газу від дрібнодисперсного пилу 0,95-0,96 при питомих витратах води 0,4-0,5 л / м3 [3, 4].

Серед апаратів мокрого очищення газів широке поширення набули пінні газоочисники ЛТИ. Вони можуть бути з провальною і переливної гратами. Апарати з переливної гратами і зливним пристроєм дозволяють працювати при великих коливаннях навантаження по газу і рідини.

Корпус пиловловлювача може бути круглого або прямокутного перерізу. У першому випадку забезпечується більш рівномірний розподіл газу, в другому - рідини.

На рис. 1 показана схема пінного пиловловлювача з переливної гратами для очищення газів з відведенням води через зливний пристрій.

При розрахунку пінних пиловловлювачів визначають площа поперечного перерізу апарату *S*,, витрата води *L*, який потрібно для очищення газу, висоту шару піни *Н* і зливного порога *hп* , що забезпечують нормальну роботу апарату [5].

Очищений газ

1

2

3

Вода

Запилений газ

Шлам

Шлам

1 – корпус; 2 – решітка; 3 - зливний поріг

Рис. 1. Схема піного пилоуловлювача

Порядок розрахунку

1. Вибір розрахункової швидкості газу. Швидкість газу в апараті - один з найважливіших факторів, що визначають ефективність роботи апарату. Допустимий діапазон фіктивних швидкостей становить 0,5-3,5 м / с. Однак при швидкостях вище 2 м / с починається сильний бризгоунос і потрібна установка спеціальних бризгоуловітель. При швидкостях менше 1 м / с можливе сильне протікання рідини через отвори решітки, внаслідок чого висота шару піни знижується, а рідина може не повністю покривати поверхню решітки. Для звичайних умов рекомендована швидкість ω = 2 м / с.

2. *Визначення площі перерізу апарату*. Площа поперечного перерізу апарату S, м2, дорівнює:

, (1)

де *Qн* - витрата газу, що надходить в апарат при робочих умовах, м3/с.

У разі круглого поперечного перерізу, в якому забезпечується більш рівномірний розподіл газу, при відомій площі перетину S можна визначити діаметр корпусу апарату *D*, м:

. (2)

3. Визначення витрати води, що поступає. Для холодних і сильно запилених газів витрата визначається з матеріального балансу пиловловлення, для гарячих газів - з теплового балансу. У сумнівних випадках виконують обидва розрахунки і вибирають найбільші з отриманих значень витрати. Зазвичай газ можна розглядати як холодний, якщо його температура нижче 100 оС.

Витрата води, що поступає *L*, кг / с, розраховують, виходячи з матеріального балансу пиловловлювання:

*L* = *Lу* + *Lсл* , (3)

де *Lу* – витрата води, що стікає через отвори в решітці (витік),

кг / с;

*Lсл* – витрата води, що стікає через зливний поріг, кг / с.

Величина *Lу* визначається масовим витратою уловленной пилу *Gп*, кг/с; концентрацією пилу в витоку *ху*, кг пилу/кг води; коефіцієнтом розподілу пилу між витоком і зливний водою *Кр*, вираженим ставленням витрати пилу, що потрапляє в витік, до загальної витрати уловленной пилу:

, (4)

Витрата уловленной пилу *Gп*, кг/с, може бути визначений з виразу

*Gп* = *Qн сн η*, (5)

де *сн* - початкова концентрація пилу в газі, кг / м3;

*η* - задана ефективність пиловловлення, частки одиниці.

Коефіцієнт розподілу *Кр* знаходиться в діапазоні 0,6-0,8; в розрахунках звичайно приймають *Кр* = 0,7.

Концентрація пилу у витоку змінюється від *ху* = 0,2 (для не схильні до злипання мінеральних пилу) до *ху* = 0,05 (для пилу що цементується. Оскільки в витік потрапляє більше пилу, ніж в воду, що стікає через зливний поріг, то для зменшення загальної витрати води доцільно зменшувати величину *Lсл*. Однак занадто сильна витік створює нерівномірність висоти шару води на решітці. Тому в розрахунках рекомендується приймати *Lсл* = *Lу*. Виходячи з цього, вираз (3) приводиться до вигляду:

, (6)

4. Визначення типу решітки. У завдання цього етапу розрахунку входить вибір типу перфорації (круглі отвори або щілини), діаметра отвору *dо* або ширини щілини *bщ* і кроку між ними *t*. Форму отворів вибирають з конструктивних міркувань, а їх розмір - виходячи з ймовірності забивання пилом. Зазвичай приймають *bщ* = 2–4 мм, *dо* = 2–6 мм.

Потім вибирають таку швидкість газу в отворах *ωо*, яка забезпечить необхідну величину витоку. При діаметрах отворів *dо* = 2–3 мм швидкість газу повинна становити 6-8 м / с, а при *dо* = 4–6 мм *ωо* = 10–13 м/с.

Далі розраховують частку вільного перетину решітки *Sо*, відповідає обраної швидкості:

, (7)

де *φ* – ставлення перфорованої площі решітки до площі перетину апарату (*φ* = 0,9 - 0,95).

Виходячи з величини *Sо*, визначають крок *t*, м, між отворами в залежності від способу розбивки отворів на решітці. При розбивці по рівностороннього трикутника

 . (8)

Товщину решітки *δ* вибирають з конструктивних міркувань. Мінімального гідравлічного опору відповідає *δ* = 5 мм.

5. *Визначення висоти шару піни і зливного порога*. Висоту порога на зливі з решітки встановлюють виходячи з створення шару піни такої висоти, яка забезпечила б необхідну ступінь очищення газу.

Спочатку визначають коефіцієнт швидкості пиловловлювання *Кп*, м/с:

, (9)

де *η* – задана ступінь очищення газу від пилу.

Зв'язок між *Кп* і висотою шару піни *Н*, м, при уловлюванні водою гидрофильной пилу виражається наступним емпіричним рівнянням:

*Н* = *Кп* – 1,95*ω* + 0,09 , (10)

де величини *Кп* і *ω* мають розмірність м / с.

Далі визначають висоту вихідного шару води на решітці *ho*, м:

*ho* = 1,43 *Н*1,67 *ω*-0,83. (11)

Висоту порога *hп* , м, розраховують за емпіричною формулою

*hп* = 2,5 *ho* – 0,0176, (12)

де *i* - інтенсивність потоку на зливі з решітки, кг/(м ∙ с)

 , (13)

де *bс* - ширина зливного отвору.

При прямокутному перерізі апарату *bс* дорівнює ширині решітки.

*Зміст звіту*

Звіт по практичній роботі повинен містити:

1) титульний аркуш (додаток А);

2) завдання з вихідними даними;

3) схему пінного пиловловлювача;

4) розрахунок пиловловлювача;

5) висновки.