*Лабораторная работа № 6*

РАСЧЕТ СКРУББЕРА ВЕНТУРИ

*Завдання: Відповідно до заданого варіантом (табл. 1) розрахувати*

*скрубер Вентурі для очищення газів, що містять вапняну*

*пил.*

*Таблиця 1*

Початкові дані

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер варіанта | Витрата газу  Vо, м3/ч | Розрідження перед газоочисткою  p1, кПа | Концентрація пилу в газі  Сн, г/м3 | Температура газу  t1, оС |
| 1 | 1200 | 1,4 | 1,0 | 40 |
| 2 | 1400 | 1,4 | 1,2 | 40 |
| 3 | 1600 | 1,4 | 1,4 | 40 |
| 4 | 1800 | 1,4 | 1,6 | 40 |
| 5 | 2000 | 1,4 | 1,8 | 40 |
| 6 | 1200 | 1,6 | 1,0 | 50 |
| 7 | 1400 | 1,6 | 1,2 | 50 |
| 8 | 1600 | 1,6 | 1,4 | 50 |
| 9 | 1800 | 1,6 | 1,6 | 50 |
| 10 | 2000 | 1,6 | 1,8 | 50 |
| 11 | 1200 | 1,8 | 1,0 | 60 |
| 12 | 1400 | 1,8 | 1,2 | 60 |
| 13 | 1600 | 1,8 | 1,4 | 60 |
| 14 | 1800 | 1,8 | 1,6 | 60 |
| 15 | 2000 | 1,8 | 1,8 | 60 |
| 16 | 1200 | 2,0 | 1,0 | 70 |
| 17 | 1400 | 2,0 | 1,2 | 70 |
| 18 | 1600 | 2,0 | 1,4 | 70 |
| 19 | 1800 | 2,0 | 1,6 | 70 |
| 20 | 2000 | 2,0 | 1,8 | 70 |
| 21 | 2200 | 2,2 | 1,0 | 80 |
| 22 | 2400 | 2,2 | 1,2 | 80 |
| 23 | 2600 | 2,2 | 1,4 | 80 |
| 24 | 2800 | 2,2 | 1,6 | 80 |
| 25 | 3000 | 2,2 | 1,8 | 80 |
| Для всіх варіантів: 1) щільність газу *ρо* = 1,26 кг/м3;  2) тиск води, що надходить на зрошення*pж* = 300 кПа;  3) необхідна концентрація пилу в газі на виході з апарату  *Ск* = 20 мг/м3;  4) константи: *В* = 6,9×10-3, = 0,67. | | | | |

Робота скрубера Вентурі заснована на дробленні води турбулентним газовим потоком, захопленні краплями води частинок пилу, яку треба буде їх коагуляції і осадженні в краплевловлювачі інерційного типу.

Скруббер Вентурі включає в себе трубу Вентурі і прямоточний циклон-каплевловлювач (рис. 1).

Очищений газ

5

Газ

4 1 2 3

Вода

Шлам

## 1 – конфузор; 2 – горловина; 3 – диффузор; 4 – зрошувальний пристрій;

## 5–каплеуловлювач

## Рис. 1. Схема скруббера Вентури

Труба Вентурі складається з конфузора 1, службовця для збільшення швидкості газу, зрошувального пристрою 4, горловини 2, в якій відбувається осадження частинок пилу на краплях води, і дифузора 3, в якому протікають процеси коагуляції. У краплевловлювачі 5 завдяки тангенціальному вводу газу створюється обертання газового потоку, внаслідок чого змочені і укрупнені частки пилу відкидаються на стінки і безперервно видаляються з краплевловлювача у вигляді шламу.

Скрубери Вентурі можуть працювати з високою ефективністю *η* = 96-98% на пилях із середнім розміром частинок 1-2 мкм і вловлювати високодисперсні частинки пилу (до 0,01 мкм) в широкому діапазоні початкової концентрації пилу в газі - від 0,05 до 100 г / м3.

При роботі в режимі тонкої очищення швидкість газів в горловині повинна підтримуватися в межах 100-150 м / с.

Розрахунок ефективності очищення мокрих пиловловлювачів найбільш часто проводять на основі енергетичного методу.

Головним енергетичним параметром мокрого пиловловлювача є сумарна енергія зіткнення *Кт*, тобто витрата енергії на обробку рідиною певного обсягу газів в одиницю часу.

чисельність величину цього параметра визначають з наступного виразу, (кДж/1000 м3 газа):

, (1)

де *Δр* – гідравлічний опір апарату, Па;

*рж* – тиск розпилюється рідини на вході в апарат, Па;

*Vж* и *Vг* – об'ємні витрати рідини і газу, відповідно, м3/с.

Відповідно до енергетичним методом розрахунку ефективність очищення мокрого пиловловлювача може бути визначена за формулою:

, (2)

де *В* та  - константи, що залежать від фізико-хімічних властивостей і дисперсного складу пилу.

При високих ступенях очищення оцінку ефективності роботи апарату зручніше висловлювати ефективністю очищення *η*, а числом одиниць перенесення *Nч* - поняттям, використовуваним в теорії тепло- і масообміну, пов'язаним з *η* наступною залежністю:

. (3)

З зіставлення виразів (2) і (3) випливає, що:

. (4)

Енергетичний підхід спрощує розрахунок ефективності мокрих пиловловлювачів і дає результати, що підтверджуються досвідом роботи промислових апаратів.

*Порядок розрахунку скрубера Вентурі*

1. Визначається необхідна ефективність η роботи апарату:

 , (5)

де *Сн* – початкова концентрація пилу в газі, мг/м3;

*Ск* – кінцева концентрація пилу в газі, мг/м3.

2. За формулою (3) визначається число одиниць перенесення.

3. Використовуючи вираз (4) визначається питома енергія *КТ*, що витрачається на пиловловлювання.

4. Визначається загальна гідравлічний опір *Δр* скрубера Вентурі:

, (6)

де *m* – питома витрата на зрошення, приймаємо*m* = 0,0012 м3/м3.

5. Определяется плотность газа на входе в трубу Вентури при рабочих условиях , кг/м3:

. (7)

6. Визначається щільність газу на вході в трубу Вентурі при робочих умовах*V1*, м3/с:

. (8)

7. Визначається витрата води дл зрошення *Мж*, кг/с:

*Мж= V1 m* . (9)

8. Определяется температура газов на выходе из скруббера Вентури *t2* ,оС, по следующей эмпирической формуле:

*t2 = (*0,133 *–* 0,041*m) t1+* 35 . (10)

10. Визначається щільність газів на виході з скрубера Вентурі *ρ2*, кг/м3:

. (11)

11. Визначається об'ємна витрата газу на виході з труби Вентурі *V2*, м3/с:

. (12)

12. Визначається діаметр циклону-краплевловлювача *Dц*, м:

, (13)

де *ωц* - швидкість газу в циклоні-краплевловлювачі (приймаємо рівною 2,5 м/с).

13. Визначається висота циклону-краплевловлювача *Н*, м:

*Н = 2,5Dц* . (14)

14. Визначається гідравлічний опір циклону-краплевловлювача, , Па:

, (15)

де  - коефіцієнт опору циклону-краплевловлювача ( для прямоточного циклону= 30 - 33).

15. Визначається гідравлічний опір труби Вентурі, , Па:

 . (16)

16. Визначається коефіцієнт опору, обумовлений введенням зрошувальної рідини, для нормалізованої труби Вентурі :

, (17)

де - коефіцієнт опору сухої труби (= 0,12-0,15);

*МГ* - масова витрата газу, кг/с.

17. Визначається необхідна швидкість газів в горловині труби Вентурі , м/с:

. (18)

18. Визначається діаметр горловини труби Вентурі *d*, м:

. (19)

За отриманим діаметру знаходяться всі інші розміри нормализованной труби Вентурі.

*Зміст звіту*

Звіт по практичній роботі повинен містити:

1) титульний аркуш (додаток А);

2) завдання з вихідними даними;

3) схему скрубера Вентурі;

4) розрахунок скрубера Вентурі;

5) висновки.