

Отримані результати можуть бути використані для прогнозування реальних процесів очищення мідьвмісних стоків з використанням як адсорбентів природних цеолітів.

1. Одноріг З.С., Мальований М.С. Кислотна модифікація клиноптилоліту // Вісн. ДУ “Львівська політехніка”. – 2000. – № 395. – С. 108–110. 2. Дистанов У.Г., Михайлов А.С., Буров А.И. Природные сорбенты СССР. – 1990. – 208 с. 3. Челищев Н.Ф., Беренштейн Б.Г., Володин В.Ф. Цеолиты – новый тип минерального сырья. – М., 1987. – 176 с.

УДК 628.511

А.І. Дубинін, В.В. Майструк, Б.С. Свідовий
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра хімічної інженерії та промислової екології

ВІДЦЕНТРОВІ ПИЛОВЛОВЛЮВАЧІ З ПОПЕРЕЧНО-ПОТОЧНОЮ ЗОНОЮ РОЗДІЛЕННЯ ТА ЇХ РОЗРАХУНОК

© Дубинін А.І., Майструк В.В., Свідовий Б.С., 2001

Розглянуто процеси очищення забруднених газів і вміщено аналіз роботи й розрахунку відцентрового пиловловлювача з поперечно-поточною зоною розділення. Новий апарат є легким в експлуатації і обслуговуванні, а також дешевший за існуючі апарати пилоочищення.

Considers process of purification polluting gases and contains investigation of the centrifugal gas flue of across motion. New aperture is easy in exploitation and control cheaper from existent technologies is proposed.

Пиловловлювач складається з двох горизонтальних і концентрично розміщених труб, закритих з торців фланцями, патрубків входу і виходу газу по краях кільцевої зони розділення і збірного бункера. Патрубки введення і виведення газу розміщені тангенціально відносно кільцевого простору і, крім того, нахилені під кутом 11° відносно вертикалі для створення спрямованого закрученого потоку. Осаджена тверда фаза (під дією відцентрових сил) попадає в бункер через щілину вифрезеровану вздовж утворюючої в нижній частині зовнішньої труби.

На відміну від звичайних циклонних апаратів, у розробленому пиловловлювачі відсутній радіальний сток і турбулізація потоку біля входу очищеного газу у вихлопну трубу. Внаслідок цього ступінь очищення в даному апараті при інших однакових умовах значно більший. Наприклад, при медіанному діаметрі частинок 8 мкм $\eta_1 \approx 96\%$. Коли тверда частинка попадає в кільцевий простір пиловловлювача і починає разом з газом рухатися по коловій траєкторії, на неї діють відцентрова сила P_B і сила опору середовища T , яка в межах дії закону Стокса має значення

$$T = 3\pi\mu\vartheta_R d, \quad (1)$$

де μ – в'язкість газу; ϑ_R – радіальна складова руху частинки; d – діаметр частинки.

Під дією різниці означених сил частинка рухається в радіальному напрямку з деяким прискоренням “а”.

Таким чином, балансове рівняння діючих сил має вигляд:

$$ma = \frac{m\vartheta_{\tau}^2}{R} - 3\pi\mu\vartheta_R d, \quad (2)$$

де $m = \frac{\pi d^3}{6}\rho_{\text{ч}}$ – маса частинки; ϑ_{τ} – тангенціальна швидкість частинки; R – поточний радіус; $\rho_{\text{ч}}$ – густина частинки.

Враховуючи, що $a = \frac{d^2R}{dt^2}$, можна (2) переписати у вигляді:

$$\frac{d^2R}{dt^2} \cdot \frac{\pi d^3}{6} \cdot \rho_{\text{ч}} = \frac{\pi d^3}{6} \cdot \rho_{\text{ч}} \cdot \frac{\vartheta_{\tau}^2}{R} - 3\pi\mu\vartheta_R d, \quad (3)$$

або

$$\frac{d^2R}{dt^2} + A \cdot \frac{dR}{dt} - \frac{\vartheta_{\tau}^2}{R} = 0, \quad (4)$$

де $A = \frac{18\mu}{d^2\rho_{\text{ч}}}$.

Приймаємо, що швидкість частинки і газу ϑ_{τ} зростає пропорційно \sqrt{R} , тоді:

$$\frac{\vartheta_{\tau}^2}{R} = B = \text{const}$$

і

$$\frac{d^2R}{dt^2} + A \cdot \frac{dR}{dt} - B = 0. \quad (5)$$

За граничних умов, тобто, коли $t = 0$, $\frac{dR}{dt} = 0$ і $R = R_1$, де R_1 – радіус внутрішньої труби, рішення (5) дає вираз

$$R = \frac{B}{A^2} (e^{-At} - 1) + \frac{B}{A} \cdot t + R_1. \quad (6)$$

Аналіз свідчить, що величина A має достатньо велике значення і e^{-At} прямує до нуля.

Тоді

$$R = \frac{B}{A} \left(t - \frac{1}{A} \right) + R_1. \quad (7)$$

Для того, щоби частинка попала через пилорозвантажувальну щілину в бункер, вона повинна пройти в радіальному напрямку шлях $S = R_2 + \delta - R_1$, де R_2 – внутрішній діаметр зовнішньої труби; δ – товщина стінки, або $S_{\text{max}} = R_3 - R_1$, де R_3 – зовнішній діаметр зовнішньої труби.

Приймаючи, що для пиловловлювача з вхідним патрубком, розміщеним під кутом α (в роботі прийнятий для дослідження $\alpha = 11^\circ$)

$$\vartheta_\tau = \vartheta_{\text{вх}} \cos \alpha, \quad (8)$$

де $\vartheta_{\text{вх}}$ – швидкість газу у вхідному патрубку,

$$B = \frac{\vartheta_{\text{вх}}^2 \cos^2 \alpha}{R_{\text{сер}}},$$

де

$$R_{\text{сер}} = \frac{R_1 + R_3}{2},$$

отримаємо з (7) час осадження

$$t = \frac{d^2 \rho_{\text{ч}}}{18\mu} + \frac{9\mu(R_3^2 - R_1^2)}{d^2 \rho_{\text{ч}} \vartheta_{\text{вх}}^2 \cos^2 \alpha}. \quad (9)$$

Розрахуємо довжину пиловловлювача L за умови:

$$t = t_r, \quad (10)$$

де t_r – час перебування газу в апараті.

$$t_r = V / Q, \quad (11)$$

де $V = \pi(R_2^2 - R_1^2)L$ – об'єм кільцевого простору; Q – об'ємна продуктивність.

Прирівнюючи праві частини рівнянь (9) і (11) і вирішуючи рівняння відносно L , отримаємо

$$L = Q \left[\frac{d^2 \rho_{\text{ч}}}{18\mu\pi(R_2^2 - R_1^2)} + \frac{9\mu(R_3^2 - R_1^2)}{d^2 \rho_{\text{ч}} \vartheta_{\text{вх}}^2 \cos^2 \alpha \pi(R_2^2 - R_1^2)} \right] \quad (12)$$

або, нехтуючи різницею між R_3 і R_2 , остаточно будемо мати

$$L = Q \left[\frac{d^2 \rho_{\text{ч}}}{18\pi\mu(R_2^2 - R_1^2)} + \frac{9\mu}{\pi d^2 \rho_{\text{ч}} \vartheta_{\text{вх}}^2 \cos^2 \alpha} \right]. \quad (13)$$

Отримана залежність при заданих розмірах пиловловлювача і витратах газу може бути використана для визначення розміру граничного зерна і ступеня очищення запиленого газу.

1. Белевицкий А.М. Проектирование газоочистительных сооружений. – Л., 1990. – 288 с.
2. Плановский А.Н., Николаев П.И. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии. – М., 1972. – 496 с.
3. Старк С.Б. Пылеулавливание и очистка газов в металлургии. – М., 1977. – 328 с.
4. Пирумов А.И. Обеспыливание воздуха. – М., 1981. – 296 с.