

2. Дерягин, Б.В. Микрофлотация: Водоочистка, обогащение: монография / Б.В. Дерягин, С.С. Духин, Н.Н. Рулев. – М.: Химия, 1986. – 112 с.
3. Себба, Ф. Ионная флотация / Ф. Себба; пер. с англ. – М.: Metallurgiya, 1965. – 170 с.
4. Valsaraj, K.T. Nonfoaming adsorptive bubble separation processes / K.T. Valsaraj, G. J. Thoma, L. J. Thihodeaux // Separations Technology. – 1991. – Vol. 1. – P. 234–244.
5. Обушенко, Т.И. Очистка сточных вод от токсических металлов флотоэкстракцией / Т.И. Обушенко, И.М. Астрелин, Н.М. Толстопалова и др. // – Химия и технология воды. – 2008. – Т. 30, № 4. – С. 429–436.
6. Обушенко, Т.И. Закономірності процесу флотоекстракції при очищенні стічних вод від іонів важких металів / Т.И. Обушенко, І.М. Астрелін, Н.М. Толстопалова и др. // Проблеми хімії та хімічної технології. – 2009. – Т. 3. – С. 117–122.
7. Гевод, В.С. Поверхностно-активные и другие загрязнения в водопроводной питьевой воде. Свойства, мониторинг, причины накопления и экономичное удаление: монография / В.С. Гевод, И.Л. Решетняк, И.Г. Шклярова и др. – Днепропетровск: УГХТУ, 2002. – 241 с.
8. Гевод, В.С. Пузырьково-пленочная экстракция – новый эффективный метод доочистки питьевой воды от поверхностно-активных веществ и других токсичных примесей. Сообщение 1 / Гевод В.С., Решетняк И.Л., Хохлов А.С. и др. // Вопросы химии и хим. технологии. – 1998. – № 3. – С. 55–58.
9. Francisco Hernainz-Bermudez de Castro. Surface tension of Aqueous Solutions of Sodium Dodecyl Sulfate from 20°C to 50°C and pH between 4 and 12 / Francisco Hernainz-Bermudez de Castro, Antonio Galvez-Borrego, and Monica Calero-de Nocés // J. Chem. Eng. Data. – 1998. – № 43. – P. 717–718.

УДК 621.928.93

АНАЛІЗ СИЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ, ЩО ДІЮТЬ В ЦИКЛОННИХ АПАРАТАХ

**Подольнянець В. А., магістрант, Смілян І. О., аспірант, Степанюк А. Р., к.т.н., доц.
Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ**

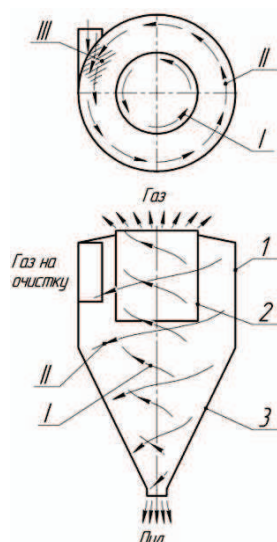
Розглянуто схема газових потоків в циклоні. Наведено сили, що діють на частинки, які знаходяться у відцентровому полі циклона. Проаналізовано результати теоретичних розрахунків гідравлічного опору за відомим методом.

The article is deals with a scheme of the gas stream in the cyclone. The powers which have an effect on particles are examined. These particles are situated in the centrifugal field of the cyclone. The results of theoretical calculation of hydraulic resistance by known method are analyzed.

Ключові слова: циклон, частинка, траєкторія руху, вихори, перепад тиску, втрати.

Вловлювання газів в циклонах, не зважаючи на простоту конструкції апаратів супроводжується великою кількістю процесів. Запилені гази подаються в циклони через тангенціальні або аксіальні завихрювачі і здійснюють всередині апаратів складні обертово-поступальні рухи. На частинки, що зависли в середині циклона, діє сила інерції, яка прагне змістити їх з криволінійних ліній течії по дотичним, направленим під деяким кутом вниз і до стінки корпусу. Частинки, стикаються з внутрішньою поверхнею стінки, під дією сили тяжіння, інерції і спускаючогося газового потоку сковзають вниз і попадають в бункер для пилі. Частинки, які не досягли стінки, продовжують рух по криволінійних лініях потоку і можуть бути винесені із циклона газовим потоком. Однозначний математичний опис ефективності вловлювання та визначення гідравлічного опору циклонів на сьогоднішній день відсутній.

Схема газових потоків [1] в протитечіному циклоні зображено на (рис. 1). Потік являє собою подвійну спіраль, причому потік на зовнішній спіралі рухається вниз до бункера, а на зовнішній – підіймаючись до вивідної труби.



*I – внутрішні вихори; II – зовнішні вихори; III – зона взаємодії на вході;
1 – корпус; 2 – вивідна труба; 3 – конус*

Рис. 1 – Схема газових потоків в протитечійному циклоні

Спрощено вважаємо, що траєкторію руху завислих частинок близькі до кільцевих. Отже розглянемо осадження частинок сферичної форми в полі відцентрових сил.

Напрямок дії сил F_T і F_B взаємно перпендикулярні. Враховуючи, що $F_B \gg F_T$, то силою тяжіння можна знехтувати [3].

Сила Архімеда:

$$F_a = \frac{\pi \cdot d^3}{6} \cdot \rho \cdot i.$$

Відцентрова сила:

$$F_B = \frac{\pi \cdot d^3}{6} \cdot \rho_{\text{ч}} \cdot i.$$

Сила опору середовища:

$$F_o = \lambda \cdot S \cdot \frac{v_{\text{ос}}^2}{2} \cdot \rho = \lambda \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{8} \cdot v_{\text{ос}}^2 \cdot \rho = \psi \cdot \rho \cdot d^2 \cdot v_{\text{ос}}^2.$$

Сила інерції:

$$F_i = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot v_T^2 \cdot \rho_{\text{ч}}}{6 \cdot r},$$

де d - діаметр частинки; ρ - густина середовища; $\rho_{\text{ч}}$ - густина частинки; λ - коефіцієнт опору; S - площа проекції частинки на площину, перпендикулярну напрямленню руху; ψ - фактор опору; $v_{\text{ос}}$ - швидкість осідання; v_T - тангенціальна швидкість; $i = \omega^2 \cdot r$ - прискорення поля відцентрових сил; r - радіус обертання.

Залежності для розрахунку ефективності не враховують встановлення розкручувача потоку, тому, що розкручувачі потоку встановлено в циклоні у конічній частині, де вважається що весь пил видалено з полку, і він по спіралі під дією сил гравітації рухається вздовж конічної частини до бункеру.

Для визначення гідравлічного опору виділимо можливі причини втрати енергії потоком [1]: втрати тиску на вхідній трубі в результаті тертя; втрати, обумовлені розширенням або стисненням газу на вході; втрати в циклоні в результаті тертя об стінки; втрати кінетичної енергії в циклоні; втрати на вході в вихідну трубу; гідростатичний напір між вхідною і вихідною трубою; рекуперация енергії на вихідній трубі.

Втрата газом кінетичної енергії в циклоні настільки перевищує втрати від всіх інших причин.

$$\Delta p = \xi \cdot \frac{v_B^2 \cdot (\rho + \rho'_c)}{2 \cdot g},$$

де $\rho'_c = c \cdot (\rho_c - \rho)$ для врахування концентрації c .

Коефіцієнт втрати тиску, заснований на двох факторах: 1) на втраті тиску на вході в циклон і втраті тиску в результаті тертя об стінки (індекс i); 2) а також на втраті тиску в центральній області і на вході в вихідну трубу (індекс e).

Для зниження перепаду тиску та підвищення ефективності в циклонах пропонується використовувати внутрішні розкручувачі потоку, зображені на (рис. 2): а) плоский сітчастий [3]; б) сітчасті ребра [3]; в) сітчастий конуса з боковими ребрами.

Коефіцієнт втрати тиску ξ виражають через швидкість газів на вході, що дорівнює $v_{T.max}$, і задаються у вигляді функції від коефіцієнта опору, що знаходиться наступним чином:

$$\varepsilon = \xi \left[\left(\frac{a \cdot b}{\pi \cdot \frac{D_B^2}{4}} \right)^2 \cdot \left(\frac{v_{T.max}}{v_B} \right)^2 \right].$$

Коефіцієнт опору являє собою суму двох компонентів:

$$\varepsilon = \varepsilon_i + \sum \varepsilon_e.$$

Вони можуть бути знайдені із наступних виразів:

$$\varepsilon_i = \frac{\Delta p_i}{v_{T.max} \cdot (\rho + \rho'_c) \cdot 2 \cdot g} = \frac{D_e}{D} \cdot \left\{ \frac{1}{\left[1 - \frac{2 \cdot v_{T.max} \cdot (H-S) \cdot \mu'}{v_e \cdot D_e} \right]^2} - 1 \right\},$$

$$\varepsilon_e^1 = \frac{\Delta p_e}{v_{T.max}^2 \cdot \frac{\rho + \rho'_c}{2 \cdot g}} = \frac{K}{\left(\frac{v_{T.max}^2}{v_e} \right)^{2/3}} + 1,$$

$$\varepsilon_e^2 = f(t, F, l),$$

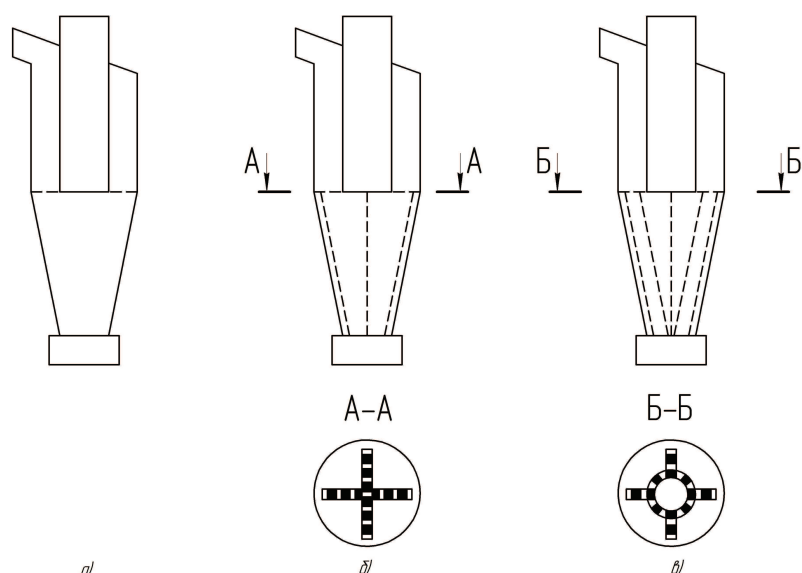
де t, F, l – параметри сітки розкручувача потоку.

Відношення швидкостей $\frac{v_{T.max}^2}{v_e}$ виражається:

$$\frac{v_{T.max}^2}{v_e} = \frac{\pi \cdot D_e \cdot (D-b)}{2 \cdot a \cdot b \cdot \alpha + \pi \cdot (H-S) \cdot (D-b) \cdot \mu'}$$

де $a \cdot b$ - площа перетину вхідної труби; v_e - швидкість на вході у вхідну трубу; μ' - коефіцієнт тертя між газом і стінкою.

Вирішення запропонованої моделі дозволило визначити гідравлічний опір циклону з різними варіантами розкручувачів.



а) плоский сітчастий, б) сітчасті ребра, в) сітчастий конус

Рис. 2 – Типи розкручувачів потоку в циклоні

Висновки

Запропоновано методики розрахунку ефективності вловлювання пилу в циклонних апаратах та визначення гідравлічного опору, що дозволяє врахувати встановлені розкручувачі потоку.

Література.

1. В. Страус «Промышленная очистка газов». – М.: Химия. – 1981. – 616с.
2. Т. А. Малиновская, И. А. Кобринский, О. С. Кирсанов, В. В. Рейнфарт, «Разделение суспензий в химической промышленности». – М.: Химия. – 1983. – 264с.
3. Авторське свідоцтво SU 1171094 МПК4: МПК В04С 5/107.

УДК 636.294.036.5

ЗАДАЧА ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО НАГРЕВА ПАНТОВ СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ В ЭМП СВЧ

Горин Д.А., аспирант
ФГБОУ ВПО «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина», г. Москва

Данная статья посвящена математическому описанию процесса предварительной термической обработки пантов оленя электромагнитным полем сверхвысокой частоты. Сформулирована математическая постановка задачи СВЧ-нагрева панта. Получена математическая модель СВЧ-нагрева панта оленя.

This paper presents the mathematical description of preliminary thermal processing of velvet antlers by a microwave electromagnetic field. Mathematical statement of a velvet antlers microwave heating problem is formulated. Mathematical model of velvet antler microwave heating process are developed.

Ключевые слова: панты оленя, термическая обработка, ЭМП СВЧ, математическое описание.

Продукция пантового оленеводства известна своими целебными и оздоровительными свойствами и успешно применяется в медицине. Одним из основных технологическим процессом при производстве готовой продукции из пантов является термическая обработка (сушка). Одним из перспективных способов такой обработки является воздействие ЭМП СВЧ.