

Табл. 2. Критерій степеня модифікації K_i

час, хв.	Вміст натрію у цеоліті, %		Вміст кальцію у цеоліті, %		Вміст калію у цеоліті, %		Вміст алюмінію у цеоліті, %	
	Ряд 1	Ряд 2	Ряд 1	Ряд 2	Ряд 1	Ряд 2	Ряд 1	Ряд 2
0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0,474	0,513	0,026	0,093	0,062	0,175	0,02	0,024
60	0,545	0,583	0,057	0,144	0,072	0,220	0,022	0,046
90	0,558	0,603	0,072	0,165	0,079	0,237	0,023	0,061
120	0,596	0,635	0,098	0,196	0,086	0,265	0,024	0,074
	T:R = 1:5 d = 2.5мм 5%-H ₂ SO ₄	T:R = 1:5 d = 0.25мм 5%-H ₂ SO ₄	T:R = 1:5 d = 2.5мм 5%-H ₂ SO ₄	T:R = 1:5 d = 0.25мм 5%-H ₂ SO ₄	T:R = 1:5 d = 2.5мм 5%-H ₂ SO ₄	T:R = 1:5 d = 0.25мм 5%-H ₂ SO ₄	T:R = 1:5 d = 2.5мм 5%-H ₂ SO ₄	T:R = 1:5 d = 0.25мм 5%-H ₂ SO ₄

Іони Ca^{2+} мають більший заряд ніж іони K^+ , однак значна різниця в їх розмірах визначає більш слабкий зв'язок кальцію з алюмокремнієкисневими каркасами цих цеолітів порівняно з калієм і, відповідно, більш легке вилучення. Іони K^+ , як правило, розташовані в найменш доступних позиціях. Важкість переходу у розчин іонів Al^{3+} пов'язана з розташуванням їх у каркасі та тому при деалюмініюванні має відбуватись розрив зв'язків Si-O-Al і заміщення цього катіона на чотири гідроксильні групи. Незначне вилучення Al^{3+} порівняно з іншими катіонами пояснюється присутністю у вихідному зрізці клинотиліту певної кількості глинистих мінералів, з яких Al^{3+} вилучається значно легше, ніж з каркасних мінералів.

Література

1. Челищев Н.Ф., Беренштейн Б.Г., Володин В.Ф. Цеолиты – новый тип минерального сырья. – М.: Недра, 1987. – 175 с.
2. Цицишвили Г.В., Андроникашвили Т.Г., Киров Г.Н., Філітова Л.Д. Природные цеолиты. – М.: Химия, 1985. – 224 с.
3. Попова Н.П. Химический анализ горных пород и минералов. – М.: Недра, 1974. – 248 с.

УДК 628.511

*Проф. А.І. Дубинін, д-р техн. наук; доц. В.В. Майструк, канд. техн. наук; асист. Р.І. Гаврилів, канд. техн. наук –
НУ "Львівська політехніка"*

ВИЗНАЧЕННЯ КРИТИЧНОГО ДІАМЕТРА ВЛОВЛЕНОГО ПИЛУ d_{50} ДЛЯ ПРЯМОТЕЧІЙНОГО ЦИКЛОНА З КОАКСІАЛЬНОЮ ВСТАВКОЮ

Проаналізовано роботи прямотечіного циклона з коаксіальною вставкою. Теоретичним шляхом отримано залежність, яка дає змогу визначити величину критерію d_{50} з урахуванням негативного впливу радіального стоку.

Ключові слова: прямотечіний циклон, ефективність очищення, критерій d_{50} .

*Prof. A.I. Dubynin; doc. V.V. Maystruk; assist. R.I. Havryliv –
NU "L'vivs'ka Politekhnik"*

Definition critical diameter of the dust d_{50} for the cyclone with direct-flow working zone

Are analyse work of the cyclone with direct-flow working zone. The dependences for definition of criterion d_{50} with negative influence of radial flow are received.

Keywords: cyclone with direct-flow working zone, efficiency of clearing, criterion d_{50} .

Відомо, що ефективність роботи пилоочисної апаратури характеризується ступенем вловлювання пилу з газового потоку і часто попередню теоретичну її оцінку проводять на основі критеріїв ефективності.

Одним із критеріїв ефективності роботи циклонів є величина d_{50} – діаметр частинок, які вловлюються у даному конкретному режимі роботи апарата з ефективністю 50 %. Вважають, що практично пиловловлювач вловлює частинки розміром більше d_{50} і пропускає, не вловлює – менше d_{50} .

Експериментальне визначення величини d_{50} для конкретного циклона зв'язано з достатньо трудомісткими дослідженнями фракційної ефективності. Тому виникає необхідність отримання залежностей для теоретичного визначення d_{50} , що значно спростить попередній аналіз ефективності роботи циклона.

Автори [1] запропонували залежність теоретичного визначення d_{50} для протитечійних циклонів, яка включає коефіцієнт гідравлічного опору ζ , діаметр апарата D , в'язкість μ і фіктивну швидкість w_0 газу та густину твердої фази, яка вловлюється $\rho_{\text{ч}}$:

$$d_{50} = 14.5 \cdot 10^{-5} \zeta - 0.51 (D\mu / (w_0 \rho_{\text{ч}}))^{0.5}. \quad (1)$$

Спроба використати означену залежність для прямоотечірного циклона з коаксіальною вставкою [2] показала, що розраховані та експериментальні значення d_{50} значно відрізняються. Це пояснюється різним характером руху газової фази в робочій зоні протитечійних і прямоотечірних циклонів. Крім того, залежність (1) теоретично не обґрунтована, тобто отримана на підставі узагальнення результатів експериментальних досліджень саме циклонів з протитечійною зоною розділення.

Підійдемо до теоретичного знаходження залежності для визначення d_{50} у прямоотечірних циклонах з коаксіальною вставкою таким чином. Теоретичний аналіз сил, які діють на частинку у криволінійному потоці газу, дає змогу визначити тривалість осадження частинки:

$$t_R = (18 \mu / d_{\text{ч}}^2 \rho_{\text{ч}} w_0^2) \ln(R_2/R_1). \quad (2)$$

Знаючи час осадження t_R і прирівнюючи його до часу перебування газу в апараті t_{Γ} , можна розрахувати граничний розмір частинок, що будуть вловлюватися циклоном.

$$t_{\Gamma} = V/Q, \quad (3)$$

де: $V = \pi(R_2^2 - R_1^2)H$ – об'єм кільцевого простору (рис. 1); Q – об'ємна продуктивність циклона. З рівняння (2)

$$d_{\text{зр}} = ((18\mu/H\rho_{\text{ч}}w_0^2) \ln(R_2/R_1) (Q/\pi(R_2^2 - R_1^2)))^{0.5}. \quad (4)$$

Вважають, що частинки з розміром $d_{\text{зр}}$ і більші вловлюються циклоном на 100 %.

У роботі [2] наведено результати досліджень ефективності циклона з коаксіальною вставкою певних геометричних розмірів. Розрахунок $d_{\text{зр}}$ для цього циклона за рівнянням (4) дає результати, згідно з якими у циклоні повністю повинні вловлюватися частинки з розмірами 10 мкм, що за результатами фракційної ефективності не реально. Причина полягає в тому, що рівняння (4) не враховує впливу радіального стоку, під дією якого з очищеним газом виносяться дрібні фракції.

Розглянемо це питання більш детально. У зоні верхнього торця коаксіальної вставки, тобто на її границі радіусом R_3 , умова осадження частинки діаметром d_q .

$$mv_t^2/R_3 = 3\pi\mu W_R d_q, \quad (5)$$

або

$$(\pi d_q^3 \rho_q v_t^2)/6R_3 = 3\pi\mu W_R d_q \quad (6)$$

де: W_R – радіальна швидкість стоку газу, спрямовано від внутрішньої поверхні корпусу до осі, v_t – тангенціальна швидкість руху частинки. З (6) мінімальний розмір частинок $d_{\min}$, які будуть вивантажуватися через кільцеву розвантажувальну камеру, дорівнюватиме:

$$d_{\min} = ((18\mu R_3 W_R)/(\rho_q v_t^2))^{0.5} \quad (7)$$

Будемо вважати, що частинки з розміром $d_{\min}$ вловлюються циклоном не менше, ніж на 50 %, тобто $d_{\min} \approx d_{50}$. Припустимо, що у кільцевому просторі між центральною трубою і внутрішньою поверхнею вставки газ рухається з деякою осьовою швидкістю, і тільки з шару, товщиною s відбувається радіальний сток (рис. 1).

Витрати з цього шару:

$$Q_R = Q - \pi(R_3^2 - R_1^2)w_0, \quad (8)$$

де Q – продуктивність циклона, w_0 швидкість газу у кільцевому просторі між центральною трубою і корпусом.

Прийmemo радіус нисхідного потоку R_3 , з якого відбувається радіальний сток, постійним по всій висоті робочої зони H . Тоді радіальна швидкість визначається таким чином:

$$W_R = Q_R / 2\pi R_C H, \quad (9)$$

де $R_C = (R_2 + R_3)/2$, – середній радіус шару, товщиною s . Підставимо (9) в рівняння (7). З врахуванням (8):

$$d_{50} = ((18\mu R_3(Q - \pi(R_3^2 - R_1^2)w_0))/(\rho_q v_t^2 \pi(R_2 + R_3)H))^{0.5}. \quad (10)$$

Рівняння (10) не претендує на точність розрахунку розміру частинок d_{50} , але дає змогу хоча б приблизно оцінити вплив радіального стоку на ефективність розділення.

За рівнянням (10) було визначено величину d_{50} за умови очищення повітря від кварцового пилу з медіанним діаметром 8 мкм у прямотечійному циклоні з коаксіальною вставкою з його оптимальними геометричними параметрами [2], фіктивна швидкість газу в апараті $w_0 = 3$ м/с, діаметр апарата $D = 150$ мм. Розрахунок показує, що $d_{50} = 2,6$ мкм.

Згідно з графіком визначення фракційних коефіцієнтів очищення (рис. 2), за результатами експериментальних досліджень роботи циклона за тих самих умов, $d_{50} \approx 3$ мкм.

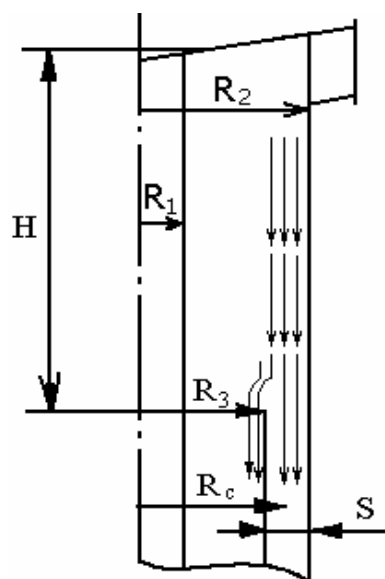


Рис. 1. Схема радіального стоку

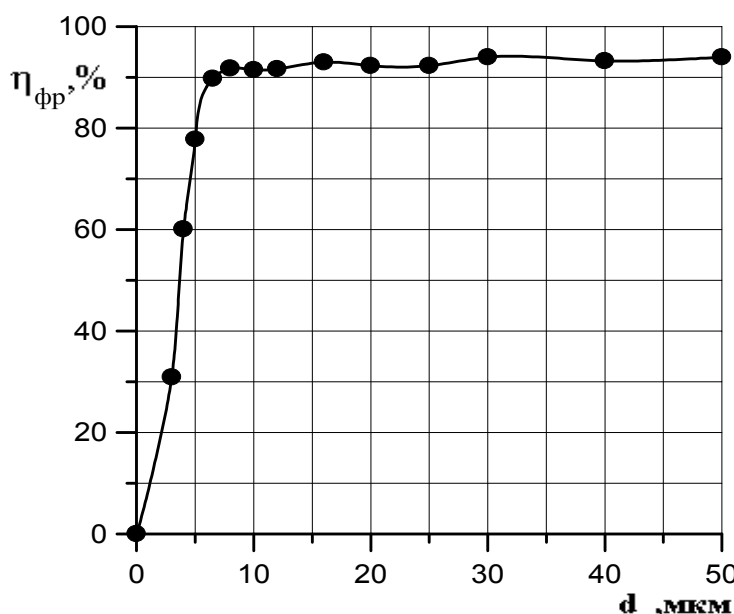


Рис. 2. Залежність коефіцієнта очищення від діаметра частинок для циклона з коаксіальною вставкою

Таким чином, можна зробити висновок, що за залежністю (10) з достатньою точністю можна визначити розмір частинок, що вловлюються циклоном на 50 %.

Література

1. Вальдберг А.Ю., Кирсанова Н.С. Метод расчета эффективности механических пылеуловителей по энергозатратам// ТОХТ. – 1992, т. 26, № 1. – С. 145-147.
2. Дубинін А.І., Ханік Я.М., Майстрок В.В., Гаврилів Р.І. Аналіз роботи прямотечійного циклону з коаксіальною вставкою// Хімічна промисловість України, 2005. – № 3.

УДК 674.047

*Ст. викл. М.В. Дендюк; проф. Я.І. Соколовський,
д-р техн. наук – НЛТУ України*

ВПЛИВ ГЕОМЕТРИЧНИХ РОЗМІРІВ ПИЛОМАТЕРІАЛІВ НА НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНИЙ СТАН У ПРОЦЕСІ ЇХ СУШІННЯ

Розглянуто вплив геометричних розмірів висушеної деревини на динаміку вологісного і напружено-деформівного стану.

Senior teacher M.V. Dendyuk; prof. Ya.I. Sokolovs'ky – NUFWT of Ukraine

Influence of geometry of saw-timbers on the stress-deformation state in the process of their hydrothermal treatment

Influence of geometrical dimensions of the dried wood out is considered on the dynamics of the moist and stress-deformation state.

Актуальність і аналіз відомих досліджень. Процес конвективного сушіння деревини супроводжується нерівномірним в її об'ємі розподілом вологи, що спричиняє нерівномірне всихання матеріалу і є причиною виникнення внутрішніх напружень, які, своєю чергою, знижують якість та, досягнувши критичних значень, можуть зруйнувати матеріал. Прямих методів вимірювання згаданих вище напружень на сьогодні немає, а їх контроль і, власне, керування ними вимагають сучасні автоматизовані системи управління технологічним процесом. Відомі дослідження напружено-деформівного стану в об'ємі