

Yaroshenko L.N. Pest risk analysis for cutleaf nightshade (*Solanum triflorum* Nutt.) for Ukraine

The results are given of the pest risk analysis of cutleaf nightshade (*Solanum triflorum* Nutt.) for Ukraine. The probability of entry, acclimatization and potentially economic harmfulness is established. Its quarantine status in the list A1 "Quarantine organisms missing in Ukraine" is confirmed and proved the need to start the monitoring the program is proved.

Keywords: pest risk analysis, acclimatization, introduction, quarantine weed.

3. ТЕХНОЛОГІЯ ТА УСТАТКУВАННЯ ЛІСОВИРОБНИЧОГО КОМПЛЕКСУ

УДК 674.047

Проф. І.М. Озарків, д-р техн. наук;

доц. Г.В. Сомар, канд. техн. наук; доц. І.А. Соколовський, канд. техн. наук;

доц. Ю.Р. Дадак, канд. техн. наук – НЛТУ України, м. Львів

ЗАКОНОМІРНОСТІ ПЕРЕМІЩЕННЯ ПОДРІБНЕНИХ МАТЕРІАЛІВ У ЦИКЛОНАХ

Проаналізовано особливості переміщення дрібних частинок пилу у відцентрових пристроях. Розкрито особливості подрібнених частинок їхнього руху в циклонах. Наведено номограму для визначення швидкості кружіння дрібної частинки пилу залежно від її діаметра. Розкрито формули розрахунку ефективності циклонів. Показано вплив розмірів дисперсних матеріалів на швидкість кружіння за різних густин матеріалів.

Ключові слова: циклон, відцентрові сили, криволінійний рух частинки, сила опору руху, швидкість, діаметр, функція, динамічна в'язкість.

Вступ. Сучасні вимоги до якості і ступеня очищення промислових викидів підприємств потребують використання таких технологічних процесів та відповідного устаткування, які б зменшили або повністю унеможливили викиди шкідливих речовин в атмосферу

Запобігання забрудненню навколишнього середовища твердими й дрібними частинками (зокрема деревним та абразивним пилом) може бути досягнуте завдяки очищенню промислових викидувань. До сучасних апаратів (пристроїв) очищення відносять чотири групи обладнання для очищування: механічні знепиловальні пристрої (пил відділяють під дією сил земного тяжіння, інерції та відцентрових сил), гідравлічні або мокрі апарати (тверді частинки вловлюються рідинами), пористі фільтри та електрофільтри. Найбільш поширеними відцентровими пиловловлювачами є циклони [1]. Під дією відцентрових сил завислі в газоповітряній суміші дрібні механічні частинки відкидаються до стінок циклону і, втрачаючи швидкість, опускаються вниз по його конусоподібній нижній частині циклону (чим вищою буде швидкість газу в циклоні, тим вищою буде його ефективність та меншими будуть діаметр та висота самого циклону).

Теоретичні дослідження. Циклон, як відомо [1, 2], є одним із найбільш поширених пиловловлювальних апаратів для вловлювання пилу розміром 12...20 мкм і більше. Робота його базується на використанні відцентрових сил, що виникають у процесі обертання газового потоку в середині корпусу циклону. Це обертання досягається шляхом тангентального введення газової суміші в циклон. Газ, що звільнився від пилу, продовжує обертатися, здійснює поворот на 180° і виходить через витяжну (вихлопну) трубу. У процесі руху частинки пилу знаходяться під дією сили земного тяжіння, відцентрової сили і сили опору.

Згідно із законом Ньютона сила опору руху частинки у в'язкому середовищі, починаючи з моменту руху її, визначається за формулою

$$P = C \cdot F \cdot \frac{\rho_{\Gamma} \cdot \omega^2}{2}, \quad (1)$$

де: C – аеродинамічний коефіцієнт; F – площа проекції частинки на площину, нормальну до напрямку руху, м^2 ; ρ_{Γ} – густина речовини оточуючого середовища, кг/м^3 ; ω – швидкість руху частинки відносно середовища, м/с .

Цей закон є також справедливим для випадку, коли частинка є рухомою, а потік газу обтікає її зі швидкістю ω . За руху частинки, як відзначено вище, в нерухомому середовищі або обтіканні частинки потоком газу можливі ламінарний, перехідний і турбулентний режими руху. Тому, основною характеристикою режиму є критерій Рейнольдса, який для ламінарного режиму руху $Re_f \leq 2$ ($c:24/Re$); коли є турбулентний режим $Re_f > 500$ ($c=0,44$, де c – значення аеродинамічного коефіцієнта) і для перехідного режиму $2 < Re_f \leq 500$ ($18,5 / Re_f^{0,6}$).

За ламінарного режиму для частинок сферичної форми площа проекції частинки на площину, перпендикулярну до напрямку руху, становить

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \quad (2)$$

а розгорнутого значення величини аеродинамічного коефіцієнта

$$P = \frac{24 \cdot \mu}{\omega \cdot d \cdot \rho_{\Gamma}} \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4 \cdot 2} \cdot \omega^2 \cdot \rho_{\Gamma} = 3 \cdot \pi \cdot d \cdot \mu \cdot \omega, \quad (3)$$

де μ – коефіцієнт гідродинамічної в'язкості, $\text{Па} \cdot \text{с}$.

Ця формула виражає закон Стокса для ламінарного режиму руху частинки сферичної форми в однорідному та необмеженому стінками в'язкому середовищі.

У найбільш простому випадку, коли частинка рухається вниз під дією сили земного тяжіння (гравітації) із зростаючою швидкістю внаслідок зростання сили опору швидко настає момент, коли ці дві сили проходять в рівновагу. Із цього моменту частинка починає рухатися вниз із постійною швидкістю $\omega_{\text{в}}$, яку можна визначити за формулою

$$\omega_{\text{в}} = \frac{d^2 (\rho_{\text{ч}} - \rho_{\Gamma}) \cdot g}{18 \cdot \mu}, \quad \text{м/с}, \quad (4)$$

де: $\rho_{\text{ч}}$, ρ_{Γ} – відповідно густина частинки пилу і оточуючого газу (середовища); $\omega_{\text{в}}$ – швидкість витання (кружіння) частинки, тобто седиментації.

Швидкість $\omega_{\text{в}}$ можна розглядати і як швидкість направлено вгору вертикального потоку газу, коли дана частинка буде утримуватися в даному положенні. Маса частинки M у межах застосування закону Стокса може бути виражена через швидкість витання (кружіння), тобто

$$M = c \cdot F \cdot \frac{\omega_{\text{в}}^2 \cdot \rho_{\Gamma}}{2} = 3 \cdot \pi \cdot d \cdot \mu \cdot \omega_{\text{в}}, \quad (5)$$

Із останнього рівняння діаметр частинки визначається

$$d = \sqrt{\frac{18 \cdot \mu \cdot \omega_{\text{в}}}{(\rho_{\text{ч}} - \rho_{\Gamma}) \cdot g}}. \quad (6)$$

Рівняння (6) показує, що за постійної густини ρ_{Γ} ($\rho_{\Gamma} = \text{const}$) і в'язкості середовища μ кожної швидкості витання відповідає свій розмір частинок або іншої густини (рис. 1).

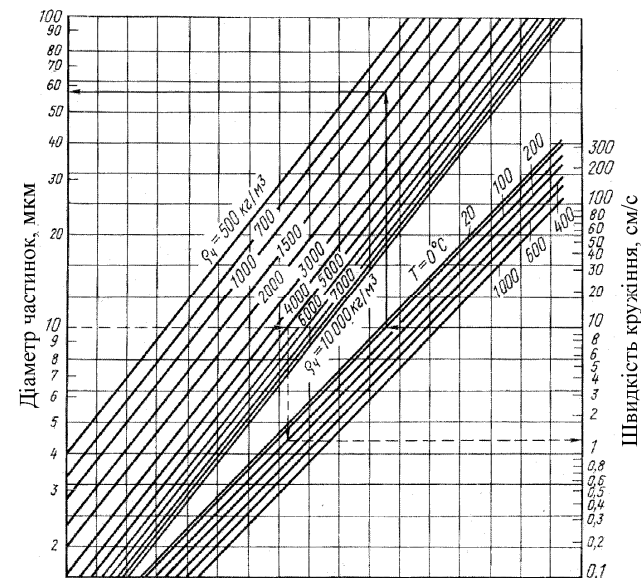


Рис. 1. Номограма для визначення швидкості кружіння (витання) у повітрі частинок розміром 2...100 мкм [3]

Сила земного тяжіння для частинки є порівняно дуже малою. Тому швидкість частинок пилу в циклоні можна вважати рівною швидкості обертання газового потоку. Величина відцентрової сили $P_{\text{ц}}$, що діє на частинку пилу масою $m_{\text{ч}}$, буде дорівнювати

$$P_{\text{ц}} = \frac{m_{\text{ч}} \cdot \omega_{\text{т}}^2}{R} = \frac{\pi \cdot d_{\text{П}}^3}{6} \cdot \rho_{\text{ч}} \cdot \frac{\omega_{\text{т}}^2}{R}, \quad (7)$$

де R – радіус кривизни траєкторії в розглядуваній точці.

Під дією відцентрової сили частинка дістає швидкість у радіальному напрямку, зустрічаючи при своєму русі опір газового шару. Зауважимо, що рух частинки пилу в радіальному напрямку наближено можна розглядати як проходження через сукупність рівноважних станів, у кожному із яких змінювана по величині відцентрова сила врівноважується відповідно змінюваною силою опору. На основі закону Стокса можна записати

$$\frac{\pi \cdot d_{\text{П}}^3}{6} \cdot \rho_{\text{ч}} \cdot \frac{\omega_{\text{т}}^2}{R} = 3 \cdot \pi \cdot d_{\text{П}} \cdot \mu \cdot \omega_{\text{сп}}, \quad (8)$$

де ω_{zp} – гранична швидкість, яку може досягнути частинка пилу в радіальному напрямку.

Із рівняння (8) величина граничної швидкості буде дорівнювати

$$\omega_{zp} = \frac{d^2 \cdot \rho_{\text{ч}} \cdot \omega_{\text{т}}^2}{18 \cdot \mu \cdot R}. \quad (9)$$

У зв'язку з тим, що в процесі безперервного переміщення частинки пилу в радіальному напрямку, величина радіуса R , а значить і величина граничної швидкості ω_{zp} безперервно змінюється, тобто вони можуть бути виражені похідною $dR/d\tau$. Отже,

$$\frac{dR}{d\tau} = \frac{d_{\text{т}}^2 \cdot \rho_{\text{ч}} \cdot \omega_{\text{т}}^2}{18 \cdot \mu \cdot R}. \quad (10)$$

Після розділення змінних та інтегрування в межах від R_1 до R_2 і від 0 до τ отримаємо

$$(R_2^2 - R_1^2) = \frac{d_{\text{т}}^2 \cdot \rho_{\text{ч}} \cdot \omega_{\text{т}}^2}{9 \cdot \mu}. \quad (11)$$

З формули (11) час проходження частинкою шляхом $(R_2 - R_1)$ буде дорівнювати

$$\tau = \frac{9 \cdot \mu \cdot (R_2^2 - R_1^2)}{d^2 \cdot \rho_{\text{ч}} \cdot \omega_{\text{т}}^2}. \quad (12)$$

Тоді, діаметр частинки, яка за час τ пройшла шлях $(R_2 - R_1)$, буде дорівнювати

$$d_{\text{т}} = 3 \sqrt{\frac{(R_2^2 - R_1^2) \cdot \mu}{\omega_{\text{т}} \cdot \rho_{\text{ч}} \cdot \tau}}, \text{ м.} \quad (13)$$

Отримані рівняння (12) і (13) дадуть змогу прослідкувати якісну зміну впливу різних факторів на ефективність самого процесу. Треба зазначити, що розрахунок циклонів за теоретичними формулами є досить важким, якщо практично неможливим. Тому для полегшення розрахунків циклонів використовують графо-аналітичні методи з використанням відповідних діаграм та номограм. Найбільш надійним та узагальненим методом розрахунку ефективності циклонів є метод, що базується на використанні елементів теорії ймовірності.

Дисперсний склад дрібних частинок пилу в ймовірно-логарифмічних координатах "маса частинок – діаметр частинки пилу" апроксимується прямою лінією і буде характеризуватися двома параметрами: середньоеквівалентним (медіанним) діаметром $d_{\text{екв.т}}$ і середньоквадратичним відхиленням $\lg \sigma_n$ функції розподілення. Середньомедіанний розмір d_m представляє собою розмір такої частинки, за якого сумарна маса всіх частинок більша або менша від d_m . Тому, використовуючи результати досліджень, на основі рівнянь статичної математичного оброблення для ймовірних функцій можна отримати вираз, що відображатиме процес повного очищення в циклоні, тобто

$$\eta = \Phi(x). \quad (14)$$

Величина x стосовно циклонів може бути виражена формулою

$$x = \frac{\lg\left(\frac{d_m}{d_{\text{ем}}}\right)}{\sqrt{\lg^2 \sigma_{\eta} + \lg^2 \sigma_{\text{ч}}}}, \quad (14)$$

де $d_{\text{ем}}$ – діаметр частинок, осаджених за фактичних умов роботи вибраного циклону із ефективністю 50 %.

Робота пиловловлювачів визначається й оцінюється ступенем очищення η . Ступінь очищення – це відношення кількості вловленого пилу ΔM до кількості пилу, що надходить у пиловловлювач M_1 , тобто

$$\eta = \frac{\Delta M}{M_1} = \frac{M_1 - M_2}{M_1} = 1 - \frac{M_2}{M_1} = \frac{\Delta M}{\Delta M + M_2}, \quad (16)$$

де M_2 – маса пилу, що виходить із пиловловлювача.

Ступінь проскакування (проскоку) ξ доповнює ступінь очищення пиловловлювача до одиниці, тобто

$$\xi = 1 - \eta. \quad (17)$$

Найчастіше ефективність сухого пиловловлювача визначають на основі заміру концентрації пилу в газі до пиловловлювача (Z_1) і після вловлювача (Z_2), тобто

$$\eta = \frac{V_1 \cdot Z_1 - V_2 \cdot Z_2}{V_1 \cdot Z_1} = 1 - \frac{V_2 \cdot Z_2}{V_1 \cdot Z_1}, \quad (18)$$

де V_1, V_2 – відповідно витрати газу на вході і виході в пиловловлювач.

Абсолютні значення витрат газу V_1 і V_2 визначати не обов'язково, достатньо знати їх відношення V_2/V_1 (останнє можна знайти за зміною концентрації будь-якого компонента, що не вступає в межах пиловловлювача в реакції, наприклад SO_2). Тобто, отримуємо

$$\eta = 1 - \frac{C'_{\text{SO}_2} \cdot Z_2}{C''_{\text{SO}_2} \cdot Z_1}. \quad (19)$$

Коефіцієнт ефективності очищення для частинок пилу різних розмірів є неоднаковим. У більшості випадків краще вловлюється більш крупний пил. Зокрема, криві парціальних ступенів очищення циклонів, що побудовані в ймовірно-логарифмічних координатах для умов, за яких проводили випробування, показано на рис. 2.

Фракційний ступінь очищення – це масова для даної фракції, що осаджується в пиловловлюючому апараті. Можна знайти фракційну ступінь очищення як середнє значення парціальних ступенів очищення частинок пилу, що входять в дану фракцію.

Висновок. Ефективність роботи циклону зростає зі збільшенням швидкості газу ($\omega_{\text{т}}$), розміра частини ($d_{\text{т}}$) і густини частинки пилу ($\rho_{\text{ч}}$) і зменшується із збільшенням в'язкості газу (μ) і розмірів циклону.

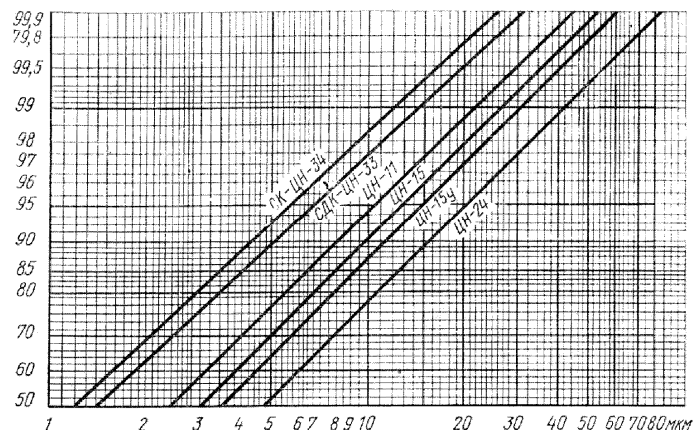


Рис. 2. Крива парціальних ступенів очищення в циклонах конструкцій НДЮ газу за $D_k=300$ мм; $\rho_n=2670$ кг/м³; $d_{50}=13,0$ мкм; $\mu=18,1 \cdot 10^{-6}$ Па·с; $\omega=3,5$ м/с (циклони типу ЦН); $\omega=2,5$ м/с (циклони типу СДК-ЦН-33); $\omega=1,75$ м/с (циклони типу СК-ЦН-34)

Література

1. Озарків І.М. Основи техноекології : навч. посібн. / І.М. Озарків, Й.С. Мисак, В.С. Джигирей, М.Д. Кірик, І.А. Соколовський, І.І. М'якуш. – Львів : НВФ "Українські технології", 2009. – 336 с.
2. Дадак Ю.Р. Підвищення ефективності пиловловлення в процесах механічного оброблення деревини та деревинних матеріалів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук / Ю.Р. Дадак. – Львів, 2008. – 18 с.
3. Расчеты аппаратов кипящего слоя : справочник / под ред. И.П. Мухленова, Б.С. Сажина, В.Ф. Фролова. – Л. : Изд-во "Химия", 1986. – 352 с.

Озарків І.М., Сомар Г.В., Соколовський І.А., Дадак Ю.Р. Закономерности перемещения измельченных материалов в циклонах

Проанализированы особенности перемещения мелких частиц пыли в центробежных устройствах. Раскрыты особенности измельченных частиц их движения в циклонах. Приведены номограмма для определения скорости кружения мелкой частицы пыли в зависимости от ее диаметра. Раскрыты формулы расчета эффективности циклонов. Показано влияние размеров дисперсных материалов на скорость кружения при различных плотностях материалов.

Ключевые слова: циклон, центробежные силы, криволинейное движение частицы, сила сопротивления движению, скорость, диаметр, функция, динамическая вязкость.

Ozarkiv I.M., Somar G.V., Sokolovskyy I.A., Dadak Yu.R. Patterns of chopped materials movement in cyclone

This paper analyzes the features of small dust particles movement in centrifugal devices. The features of the crushed particles of their motion in cyclones. A nomogram to determine the speed of small dust particles depending on its diameter has been represented. Specific features of cyclones efficiency calculation have been revealed. The influence of the size of dispersed materials whirl velocity at different density materials.

Keywords: cyclone, centrifugal force, curvilinear motion of particles, intensity of resistance movement, speed, diameter, function, dynamic viscosity.

УДК 674.815:631.572

Доц. Р.О. Козак, канд. техн. наук –
НЛТУ України, м. Львів

РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ ПІДГОТОВКИ СОЛОМ'ЯНОЇ СТРУЖКИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ СТРУЖКОВИХ ПЛИТ

Визначено і проаналізовано особливості соломи, що впливатимуть на підготовку якісної стружки для виготовлення стружкових плит. Розроблено технологічні схеми виготовлення та підготовки солом'яної стружки для виготовлення стружкових плит, які визначають послідовність технологічних операцій виготовлення та підготовки стружки і відображають відмінності від традиційних схем виготовлення та підготовки стружки на основі деревинної сировини.

Ключові слова: солом, подрібнення, стружка, технологічна схема.

Вид сировини має вирішальний вплив на технологічний процес виготовлення стружкових плит. Стружка, як основний структурний елемент таких плит, чинить істотно впливає на їх якість і повинна відповідати технологічним вимогам виробництва та забезпечувати отримання стружкових плит згідно державними стандартами [1, 2]. Для виготовлення стружкових плит з деревинної сировини розроблено низку технологічних схем виготовлення і підготовки частинок [1]. Організація технологічного процесу за тою чи іншою схемою дає змогу створити систему, яка забезпечувала б безперервність і рівномірність подачі сировини в цехи виготовлення плит.

Організація технологічного процесу виготовлення стружкових плит із солом'яної сировини потребує перегляду існуючих схем виготовлення і підготовки стружки. Замінюючи деревинну сировину на солом'яну, необхідно визначити особливості цієї сировини на етапі виготовлення якісної стружки та підготовки її до виготовлення стружкових плит і розробити технологічні схеми, які давали б змогу організувати високопродуктивне виробництво солом'яної стружки. До особливостей солом'яної сировини, що визначатимуть умови виготовлення та підготовки стружки для стружкових плит, можна віднести: початковий вигляд сировини; макробудова соломини; фізичні властивості соломи; механічні властивості соломи.

Початковий вигляд сировини впливатиме на організацію процесу первинного дрібнення соломи. На відміну від деревинної сировини, яка на заводі виготовлення стружкових плит надходить у вигляді кускових відходів, круглої сировини чи тріски, солом від агропідприємств може надходити у тюкованому вигляді, рулонах, розсіпом або у вигляді січки. У такому вигляді солом'яна сировина не придатна для виготовлення стружкових плит і потребує подрібнення, а в разі постачання у вигляді січки – доподрібнення.

Подрібнення тюкованої, рулонної чи розсіпної соломи на обладнанні для виготовлення деревинної стружки є малоефективним [3], а в деяких випадках і неможливим. Тому, для виготовлення солом'яної стружки, придатної для виготовлення стружкових плит, є необхідність застосування подрібнювального обладнання, яке застосовується в сільському господарстві, та розроблення технологічних схем підготовки солом'яної сировини.