

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГВИНТОВОГО ЦИКЛОНУ

Гаск Є.А., к.т.н., доц., Дьяконов С.О., к.т.н., доц., Бабаев Р.М., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Для всіх моделей циклонів є принцип відцентрового відділення твердих частинок з їх переноситься потоку. Відповідно, чим краще реалізується цей принцип у конструкції циклону, тим вища його ефективність. Також вказується, що ефективність відділення твердих частинок залежить як від фізичних властивостей частинок, наприклад, щільності, форми поверхні, дисперсного складу, так і від геометричних розмірів та форми циклонів, а також від швидкості руху запиленого потоку.

Величина відцентрової сили інерції визначається за рівнянням:

$$\Phi_{\text{ц}} = \frac{m_{\text{ч}} \cdot v_{\varphi}^2}{r}, \quad (1)$$

де $m_{\text{ч}}$ – маса частки; v_{φ} – тангенціальна швидкість частки; r – радіус кола, за яким у даний момент переміщається частка.

Маса частки

$$m_{\text{ч}} = \rho_{\text{ч}} \cdot V_{\text{ч}}, \quad (2)$$

де $\rho_{\text{ч}}$ – щільність частинки; $V_{\text{ч}}$ – обсяг частки, що визначається через еквівалентний діаметр частки $d_{\text{ч}}$ за рівнянням $V_{\text{ч}} = 1/6\pi \cdot d_{\text{ч}}^3$.

Якщо орієнтуватися лише величину $\Phi_{\text{ц}}$, то більшого ефекту відділення частинок можна досягти, збільшуючи швидкість твердих частинок, отже швидкість потоку, і зменшуючи радіус r , тобто. габарити циклонного апарату. Однак збільшення вхідної швидкості аеропотоку вище оптимальної призводить до значного зниження ефективності циклонів, а зменшення радіусу призводить до створення батарейних циклонів, як наслідок, ускладнення конструкції та збільшення габаритів.

Можна констатувати, що вдосконалення циклонів у теоретичному напрямі засноване на складанні рівнянь динаміки несжимаємої в'язкої рідини за допомогою ньютонівської моделі та умови ізотермічності руху, коли динамічна в'язкість, щільність і кінематична в'язкість рідини залишаються незмінними величинами, тобто. $\mu = \text{const}$, $\rho = \text{const}$, $\nu = \text{const}$.

У векторній формі рівняння динаміки можуть бути записані, наприклад,

$$\begin{cases} \frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + (\vec{v} \cdot \nabla) \vec{v} = \vec{F} - \frac{1}{\rho} \text{grad } p + \nu \nabla^2 \vec{v}, \\ \text{div } \vec{v} = 0, \end{cases} \quad (3)$$

де \vec{v} – вектор швидкості рідини; t – час; ∇ – оператор набла; \vec{F} – Прискорення рідини в результаті дії об'ємних сил; p – тиск; $\nabla^2 \vec{v}$ – лапласіан \vec{v} .

У нашому випадку як фактор поділу використовують, як правило, не величину відцентрової сили інерції, а критерій подоби – число Фруда, яке дорівнює відношенню відцентрової сили інерції до сили тяжіння частки

$$Fr = \frac{m \cdot v_{\phi}^2}{r} = \frac{v_{\phi}^2}{g \cdot r} \quad (4)$$

І третім критерієм, який є відношення сил інерції до сил в'язкості, є критерій Рейнольдса. Як відомо, цей критерій визначає перехід течії від ламінарного режиму до турбулентний.

Критерій Рейнольдса

$$Re = \frac{\rho \cdot D \cdot v}{\mu}, \quad (5)$$

де D – діаметр циліндричної частини циклону.

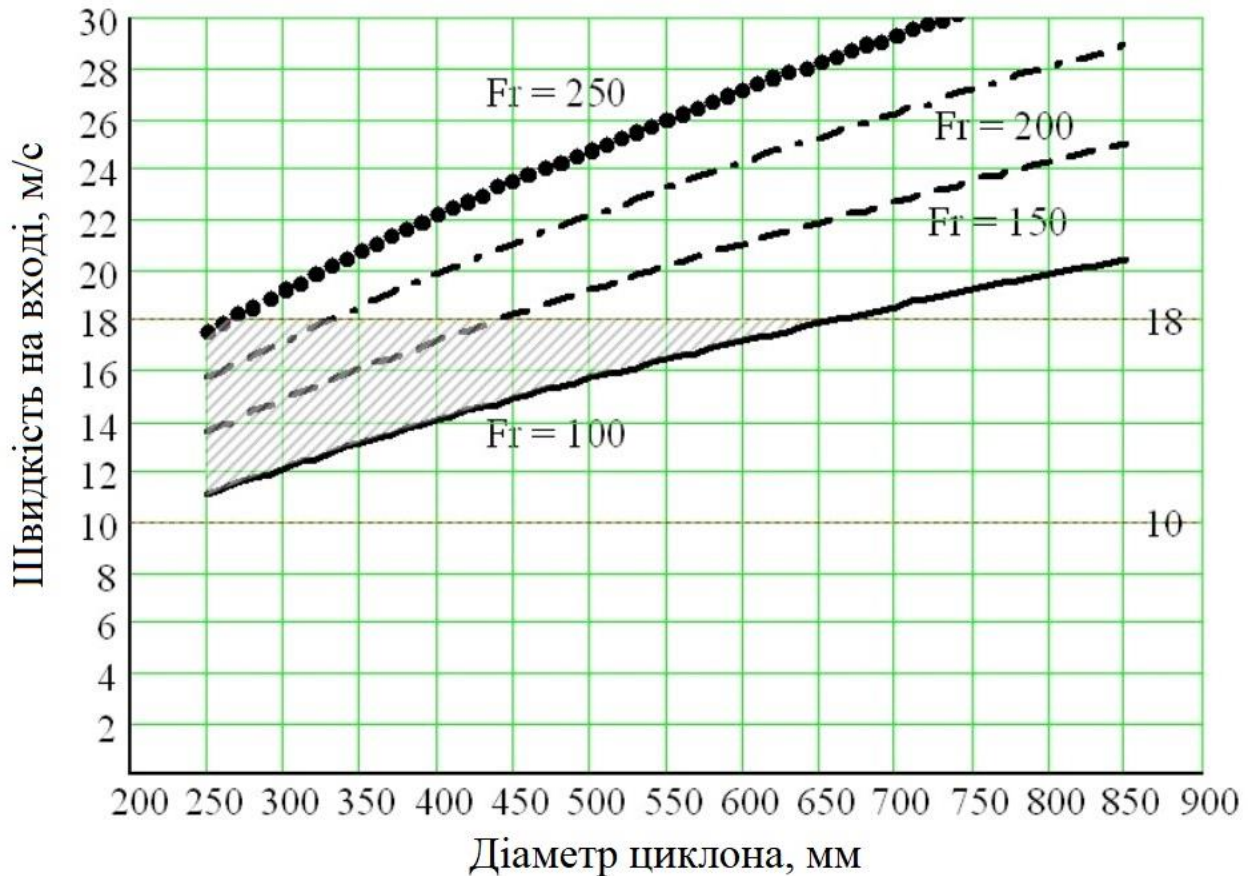


Рисунок 1 Область підбору v та r за критерієм Fr

Протиструмєніві циклони прийнято розділяти на три категорії: класичні, високоефективні та високопродуктивні. Причому кожна категорія має свої особливості в плані очищення запиленого повітря. Чому ж не можна, спираючись, наприклад, на положення теорії подібності та розмірностей, створити універсальний циклон, копіюючи який можна було б отримати і високу ефективність, і високу продуктивність.

Список літератури:

1. Харченко С.О. Напрямок в розробці агротехнологій блочно-варіантних систем для господарств різних технологічних рівнів / С.О. Харченко, О.І. Анікеєв, М.О. Циганенко, О.Д. Калюжний, Г.В. Рудницька, В.В. Качанов, О.М. Красноруцький, С.А. Чигрина, К.Г. Сировицький, Є.А. Гаєк // Вісник

Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка, Вип. 156, – 2015. с. 174-179.

2. Харченко С.О. Польові дослідження борони-луцильника Дукат-4 з стійками кріплення дисків різної жорсткості / С.О. Харченко, О.І. Анікеєв, М.О. Циганенко, Р.В. Антощенков, В.В. Качанов, О.Д. Калюжний, Є.А. Гаєк, Г.В. Сорочотяга // Інженерія природокористування, № 1, – 2017. с. 58-62.

3. Експлуатація та сервіс техніки. Частина I. Трактори. Навчальний посібник. / С.О. Харченко, О.В. Адамчук, О.І. Анікеєв, К.Г. Сировицький, Є.А. Гаєк, І.С. Тіщенко, Д.О. Харченко. За ред. С.О. Харченка. – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2020. - 140 с.

4. Гаєк Є. А. Підвищення ефективності роботи зерноочисної техніки від шкідливого впливу дисперсного пилу //Науковий журнал «Інженерія природокористування». – 2020. – №. 3 (17). – С. 53-57.

5. Харченко С. А., Гаєк Е. А. К построению математической модели динамики запылённого воздушного потока в зоне доочистителя разработанного прямооточного циклона. – 2015.

6. Гаєк Е. А. Алгоритм математического моделирования частиц дисперсной фазы запылённого воздушного потока в разработанном циклоне зерновых сепараторов //MOTROL. Lublin: Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. – 2016. – Т. 18. – №. 7. – С. 79-83.

7. Гаєк Е. А. Сравнительный анализ результатов экспериментальных и теоретических исследований в разработанном циклоне аспирационных систем зерноочистительных машин //Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2015. – №. 157. – С. 203-208.

8. Гаєк Е. А. Оптимизация конструктивно-технологических параметров разработанного циклона аспирационных систем зерноочистительных машин. – 2015.

9. Харченко С.О., Артёмов М.П., Гаєк Є.А., Бажинова Т.О., Ліньов А.О. Ковалишин С.Й. Ідентифікація енерговитрат зернових пневмосепараторів / Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. -2021. № 23 - С. 234 – 240.

10. Гаєк Е. А. Оптимизация конструктивно-технологических параметров разработанного циклона аспирационных систем зерноочистительных машин / Е. А. Гаєк // Інженерія природокористування. — 2015. —№ 1 (3). — С. 123-127.