

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПНЕВМАТИЧНОГО СЕПАРАТОРА ТИПУ «ЗИГ-ЗАГ» ІЗ ЖАЛЮЗІЙНИМИ ЕКРАНАМИ

О. С. Стадник, В. О. Гнеушев

Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33000, Україна. E-mail: alexandr_stadnyk@mail.ru, volod_g@mail.ru

Запропоновано вдосконалити конструкцію пневматичних сепараторів типу «Зиг-заг» шляхом встановлення жалюзійних екранів для зменшення нерівномірності поля швидкості. Як критерій нерівномірності поля швидкості запропоновано використовувати коефіцієнт варіації швидкості у робочому об'ємі пневматичного сепаратора. За результатами числового експерименту отримана емпірична формула для розрахунку коефіцієнта варіації швидкості у робочому об'ємі пневматичного сепаратора при різних значеннях конструктивних та режимних параметрів. Також, за допомогою числового моделювання отримана поліноміальна залежність параметрів сепараційних характеристик (крупності розділення та середнього імовірного відхилення від крупності розділення) від коефіцієнта варіації швидкості у робочому об'ємі пневматичного сепаратора. На основі отриманої залежності обґрунтований оптимальний крок пластин жалюзійних екранів величиною 30–50 мм. Це дозволяє зменшити середнє імовірнісне відхилення сепараційних характеристик на 50 %.

Ключові слова: пневматичний сепаратор, торф, сепараційна характеристика, поле швидкості потоку.

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО СЕПАРАТОРА ТИПА «ЗИГ-ЗАГ» С ЖАЛЮЗИЙНЫМИ ЭКРАНАМИ

А. С. Стадник, В. А. Гнеушев

Национальный университет водного хозяйства и природопользования,
ул. Соборная, 11, г. Ровно, 33000, Украина. E-mail: alexandr_stadnyk@mail.ru, volod_g@mail.ru

Предложено усовершенствовать конструкцию пневматических сепараторов типа «Зиг-заг» путем установления жалюзийных экранов для уменьшения неравномерности поля скорости. В качестве критерия неравномерности поля скорости предложено использовать коэффициент вариации скорости в рабочем объеме пневматического сепаратора. По результатам численного эксперимента получена эмпирическая формула для расчета коэффициента вариации скорости в рабочем объеме пневматического сепаратора при различных значениях конструктивных и режимных параметров. Также с помощью численного моделирования получена полиномиальная зависимость между параметрами сепарационных характеристик (крупности разделения и среднего вероятностного отклонения от крупности разделения) и коэффициента вариации скорости в рабочем объеме пневматического сепаратора. На основе полученной зависимости обоснован оптимальный шаг пластин жалюзийных экранов величиной 30–50 мм. Это позволяет уменьшить среднее вероятностное отклонение сепарационных характеристик на 50 %.

Ключевые слова: пневматический сепаратор, торф, сепарационная характеристика, поле скорости потока.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Пневматична сепарація корисних копалин та інших продуктів широко застосовується на різних виробництвах. Цей процес може ефективно використовуватися й на виробництві альтернативних видів палива, зокрема, паливних брикетів із торфу, деревини, біомаси та різних композиційних сумішей.

Використання пневматичної сепарації у сепараторах типу «Зиг-заг» на виробництві паливних брикетів з торфу дає можливість знизити зольність паливної продукції та додатково залучити у цьому виробництві близько 0,3 млрд. тон некондиційного високозольного торфу. Пневматичною сепарацією з торфу видаляється до 50 % золи, зосередженої у класах крупності 0,1–1 мм. Видалений високозольний продукт, який містить і частину горючої маси, спалюється у теплогенераторах сушильних відділень виробництв торфових палив. Це дозволяє з максимальною ефективністю використовувати горючу масу високозольного торфу [1–4].

Водночас ефективність процесу пневматичної сепарації торфу суттєво залежить від вологості сировини та нерівномірності поля швидкості у робочому об'ємі пневматичного сепаратора. Отже, для ефективної сепарації торфу потрібно вдосконалюва-

ти конструкцію пневматичних сепараторів типу «Зиг-заг» з урахуванням властивостей сировини.

Відомий метод підвищення рівномірності поля швидкості у робочому об'ємі сепаратора за рахунок встановлення перфорованих перегородок [5, 6]. Однак, для пневматичної сепарації торфу цей метод не ефективний, оскільки частинки торфу мають малу міцність, через що частково руйнуються і забивають отвори перфорованих перегородок.

Встановлення перетинок та інших елементів у робочому об'ємі пневматичного сепаратора дає можливість зменшити нерівномірність поля швидкості та покращити дезінтеграцію вологих частинок торфу. Але ефективність встановлення перетинок залежить від їх розміщення і форми. Варіантів може бути безліч, тому у роботі застосовується числове моделювання процесу пневматичної сепарації, що дає можливість значно зменшити затрати часу та матеріалів на проведення досліджень.

Отже, метою даної роботи є вдосконалення конструкції пневматичних сепараторів типу «Зиг-заг» та обґрунтування їх конструктивних параметрів для ефективної сепарації торфу на основі числового моделювання.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.
При пневматичній сепарації вологого матеріалу в

першу чергу інтегруються частинки дрібних фракцій, тому необхідно забезпечити дезінтеграцію агрегатів дрібних частинок, що рухаються до легкої фракції. Для більш якісної дезінтеграції потрібно отримати максимальне значення нормальної складової швидкості удару частинки об стінку та перегородку сепаратора. У зв'язку з цим було запропоновано розмістити на кожному повороті робочого каналу пневматичного сепаратора жалюзійні екрани, виконані у вигляді плоских пластин. Плоскі пластини орієнтовані паралельно між собою та відносно площин стінок відповідних їм секцій пневматичного сепаратора типу «Зиг-заг». Запропонована конструкція пневматичного сепаратора зображена на рис. 1.

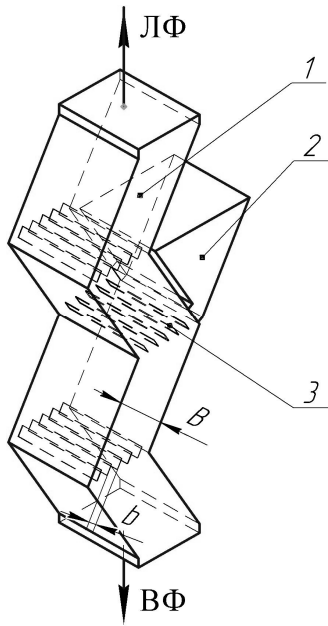


Рисунок 1 – Пневматичний сепаратор типу «Зиг-заг» із жалюзійними екранами: 1 – робочий канал; 2 – живильник; 3 – жалюзійний екран; B – ширина робочого каналу; b – крок пластин жалюзійного екрану; ЛФ, ВФ – легка та важка фракції

Основним параметром, що визначає нерівномірність поля швидкості у робочому об'ємі пневматичного сепаратора є крок пластин жалюзійного екрану b , який і досліджувався у числовому експерименті.

Методика розрахунку процесу пневматичної сепарації у криволінійному потоці сепаратора типу «Зиг-заг» із жалюзійними екранами включала:

1. Розрахунок поля швидкостей криволінійного турбулентного потоку;

2. Розрахунок траєкторій руху частинок.

Розрахунок поля швидкості криволінійного турбулентного потоку включав чисельне розв'язання рівняння Рейнольда для нестисної рідини з урахуванням гіпотези Бусінеска і k - ε моделі турбулентності [7].

Рівняння Рейнольда для нестисної рідини з урахуванням гіпотези Бусінеска:

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} + u_j \cdot \frac{\partial u_i}{\partial x_j} = -\frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial}{\partial x_i} \left(p + \frac{2}{3} k \right) + \frac{\partial}{\partial x_i} \left[(v + v_t) \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) \right] + f, \quad (1)$$

$$\frac{\partial u_i}{\partial x_i} = 0, \quad (2)$$

де u_i, u_j – усереднені компоненти вектора швидкості, м/с; t – час, с; p – усереднений тиск, Па; ρ – густина повітря, кг/м³; k – кінетична енергія турбулентності, м²/с²; v – кінематична в'язкість, м²/с; v_t – турбулентна кінематична в'язкість, м²/с; f – вектор зовнішніх сил (враховує силу тяжіння, відцентрову силу та силу Кориоліса), Н; $i=1..3, j=1..3$.

Кінематична турбулентна в'язкість визначалася за формулою:

$$v_t = C_v \frac{k^2}{\varepsilon}, \quad (3)$$

де k – кінетична енергія турбулентності, м²/с²; ε – дисипація турбулентної енергії, м²/с³; $C_v=0,09$.

Значення k та ε визначалися з відомих k - ε моделей турбулентності

$$\frac{\partial k}{\partial t} + u_j \cdot \frac{\partial k}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\left(v + \frac{v_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right) + v_t G + \varepsilon, \quad (4)$$

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial t} + u_j \cdot \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\left(v + \frac{v_t}{\sigma_\varepsilon} \right) \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} \right) + C_1 \frac{\varepsilon}{k} v_t G + C_2 \frac{\varepsilon^2}{k}, \quad (5)$$

де G – турбулентна енергія; $\sigma_k=1, \sigma_\varepsilon=1,3, C_1=1,44, C_2=1,92$ – параметри моделі.

Турбулентна енергія визначалася за формулою:

$$G = \left[\left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) - \frac{2}{3} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{k}{v_t} \right) \delta_{ij} \right] \cdot \frac{\partial u_i}{\partial x_j}, \quad (6)$$

де δ_{ij} – символ Кронекера.

Траєкторії руху частинок визначалися за допомогою числового розв'язання рівняння динаміки руху частинки [7]:

$$\frac{\partial u_d}{\partial t} = \frac{\pi d^2}{8m} C_d \rho |u - u_d| (u - u_d) + g, \quad (7)$$

де u – вектор швидкості потоку з урахуванням пульсацій, м/с; u_d – вектор швидкості руху частинки, м/с; m – маса частинки, кг; C_d – коефіцієнт опору, який визначався за моделлю Стейна:

$$C_d = \frac{24}{Re} + 5,48 Re^{-0,573} + 0,36, \quad (8)$$

де Re – число Рейнольда.

При ударах частинок об стінки та перегородки враховувалися значення коефіцієнта гальмування 0,5 та коефіцієнта відновлення 0,4, характерні для частинок торфу.

Моделювання процесу пневматичної сепарації торфу у криволінійному потоці сепаратора типу «Зиг-заг» із жалюзійними екранами виконувалося із

застосуванням програмного забезпечення FlowVision 2.5.4 [7]. Розрахунок виконувався для площини симетрії пневматичного сепаратора.

Як показник, що характеризує нерівномірність поля швидкості, використано коефіцієнт варіації швидкості у робочому об'ємі пневматичного сепаратора V . Для розрахунку коефіцієнта варіації швидкості використовувалися місцеві значення вертикальної складової швидкості у площині симетрії пневматичного сепаратора з кроком 3 мм у всіх напрямках. Значення коефіцієнта варіації, отримане для площини, приймалося рівним коефіцієнту варіації швидкості у робочому об'ємі сепаратора.

Серед конструктивних та режимних параметрів, що визначають нерівномірність поля швидкості, досліджувалися ширина пневматичного сепаратора B , крок пластин жалюзійного екрану b , вертикальна складова середньої швидкості потоку повітря v_c . Ширина пластин жалюзійного екрану приймалася 30 мм, товщина – 5 мм. Для пошуку залежності $V=f(B, b, v_c)$ виконано повнофакторний числовий ек-

перимент. У процесі розрахунку розглядалися і інші фактори, такі як масова концентрація частинок продукту та їх густина. Вплив цих факторів у межах оптимальних масових концентрацій (1–3 кг/кг) і можливих значень густини (900–2600 кг/м³) на значення коефіцієнта варіації швидкості виявився несуттєвим. Тому розрахунок коефіцієнта варіації швидкості потоку виконувався при масовій концентрації продукту 2 кг/кг та густині частинок 1600 кг/м³.

Ширина пневматичного сепаратора змінювалася від 60 до 300 мм із кроком 120 мм, відстань між пластинами жалюзійного екрану – від 20 до 60 мм із кроком 10 мм, нормальна швидкість на виході з сепаратора – від 3 до 7 м/с із кроком 2 м/с.

Розрахунки пневматичних сепараторів типу «Зиг-заг» із кроком перетинок жалюзійного екрану 20, 30 і 60 мм зображено на рис. 2, де вказано графіки розподілу швидкості у вигляді заливки відтінками сірого кольору. Точками позначено положення частинок продукту.

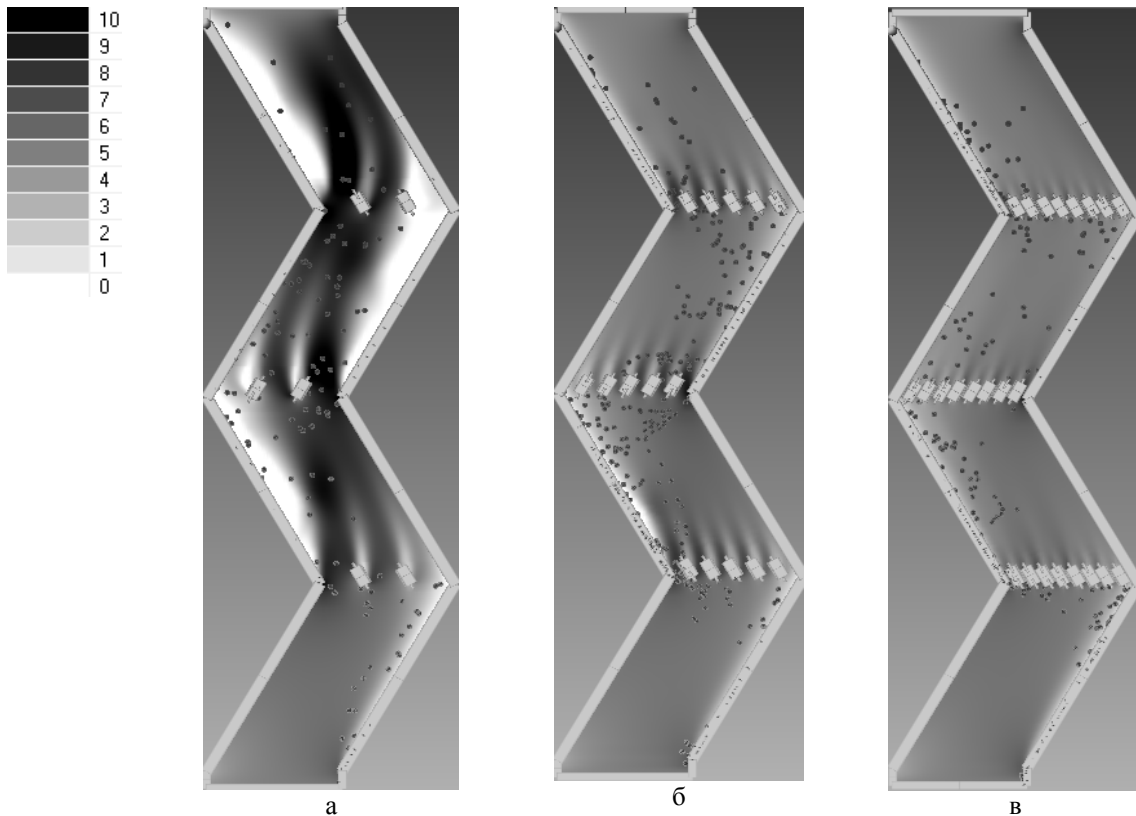


Рисунок 2 – Графік розподілу швидкості (в м/с) у центральній вертикальній площині сепаратора типу «Зиг-заг» з ухідним перерізом 200x300 мм, швидкість повітря на вході 5 м/с, сепаратор працює під розрідженням: а – крок перегородок жалюзійного екрану 60 мм; б – 30 мм; в – 20 мм

За результатами числового експерименту отримана емпірична залежність для розрахунку коефіцієнта варіації швидкості V :

$$V = \frac{18,2b^{1,16}}{(v_c B)^{0,16}}, \text{ ч.од.}, \quad (9)$$

де b – крок пластин жалюзійного екрану (відстань між паралельними площинами) м; B – ширина каналу пневматичного сепаратора (відстань між паралельними площинами), м; v_c – середня швидкість повітря на виході з пневматичного сепаратора, м/с.

Кореляційне відношення для отриманої залежності становить 0,967, максимальна відносна похибка 18,2%.

На значення коефіцієнта варіації швидкості найбільш суттєво впливає крок пластин жалюзійного екрану. Зі зменшенням кроку пластин жалюзійного екрану значення коефіцієнта варіації швидкості зменшується, але це також призводить до збільшення місцевого аеродинамічного опору пневматичного сепаратора типу «Зиг-заг». Оскільки пневматичні

сепаратори типу «Зиг-заг» можуть виконуватися з різною кількістю секцій, то розглянемо значення аеродинамічного опору лише для однієї секції. Також припустимо, що поле швидкості у кожній секції сепаратора має однакову топологію. Це означає, що коефіцієнти варіації швидкості у робочому об'ємі сепаратора та в окремій секції однакові. Винятком є вхідна секція.

Залежність коефіцієнта варіації швидкості та місцевого аеродинамічного опору секції пневматичного сепаратора від кроку пластин жалюзійного екрану зображено на рис. 3.

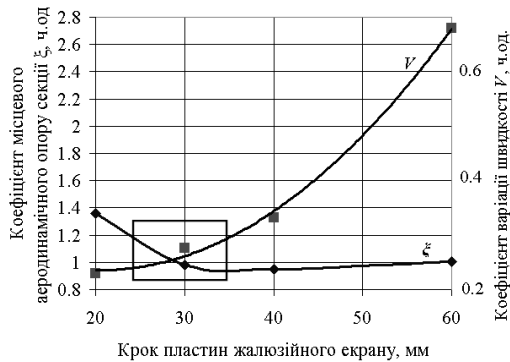


Рисунок 3 – Залежність коефіцієнта варіації швидкості та місцевого аеродинамічного опору секції пневматичного сепаратора від кроку пластин жалюзійного екрану

Досягнення мінімальних значень і незначних коливань коефіцієнтів варіації швидкості у робочому об'ємі пневматичного сепаратора та місцевого аеродинамічного опору секції досягається при значенні кроку пластин жалюзійного екрану 25–35 мм, тобто, при $b=25-35$ мм досягається максимальна рівномірність поля швидкостей і мінімізація витрат енергії на процес пневматичної сепарації.

Ефективність роботи пневматичних сепараторів типу «Зиг-заг» із різним кроком пластин жалюзійних екранів порівнювалася за їх сепараційними характеристиками. Для кожної сепараційної характеристики визначалося середнє імовірнісне відхилення від крупності розділення E_{pm} , яке й використовувалося як критерій ефективності.

Сепараційні характеристики по крупності розділення визначалися з числового моделювання траєкторій руху частинок з різною густиною та крупністю у програмному забезпеченні FlowVision 2.5.4. Паралельно визначався коефіцієнт варіації швидкості у робочому об'ємі пневматичного сепаратора. В результаті числового експерименту були розраховані кількості частинок із певними параметрами, які потрапили до легкої та важкої фракцій.

При виконанні числового експерименту, крім конструктивних параметрів та швидкості, змінювалася також густина частинок від 1200 до 2400 $\text{кг}/\text{м}^3$, з кроком 400 $\text{кг}/\text{м}^3$. Сепараційні характеристики, отримані при густині частинок 1600 $\text{кг}/\text{м}^3$, що визначалися для трьох секцій пневматичних сепараторів зображено на рис. 4.

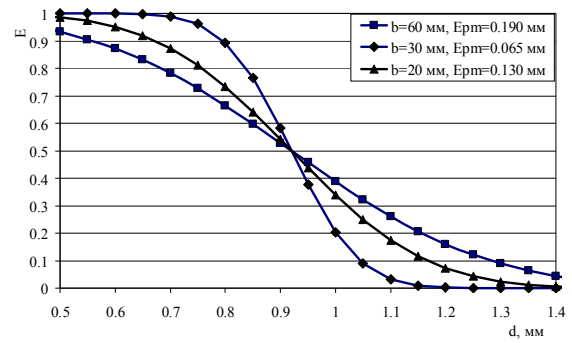


Рисунок 4 – Сепараційні характеристики сепараторів типу «Зиг-заг» (переріз 200x300 мм) із кроком пластин жалюзійних екранів 60, 30 і 20 мм

Якщо сепарацію у кожній секції представити як окрему операцію, то ефективність сепарації для однієї секції (розділове число) E_1 розраховується за формулою:

$$E_1 = \frac{E - \sqrt{-E(1-E)}}{2E-1}, \text{ ч.од.} \quad (10)$$

де E – результуюче розділове число для трьох секцій, ч.од. [8, 9].

За отриманою сепараційною характеристикою значення E_{pm1} визначалося графічно.

Для отримання зв'язку між параметрами сепараційної характеристики та коефіцієнтом варіації швидкості у робочому об'ємі сепаратора була розроблена критеріальна залежність виду:

$$E_{pm1}/d_p = f(V), \quad (11)$$

де E_{pm1} – середнє імовірнісне відхилення від крупності розділення, що відповідає одній секції сепаратора типу «Зиг-заг».

Для встановлення залежності відношення E_{pm1}/d_p від коефіцієнта варіації швидкості у робочому об'ємі сепаратора (рис. 5) отримане рівняння регресії:

$$\frac{E_{pm1}}{d_p} = -3,44V^3 + 6,40V^2 - 3,05V + 0,58. \quad (12)$$

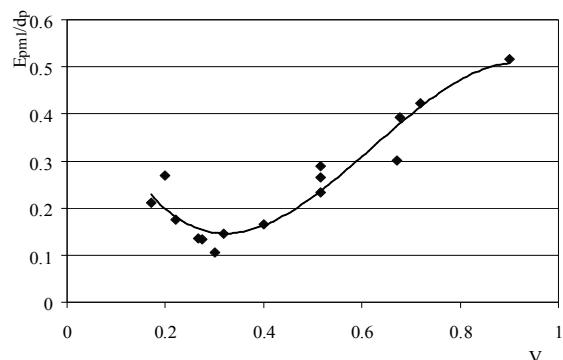


Рисунок 5 – Графік залежності $E_{pm1}/d_p = f(V)$

Коефіцієнт детермінації для отриманої залежності становить 0,908, середньоквадратичне відхилення не перевищує 7%.

Отримана залежність на досліджуваному діапазоні значень має екстремальне значення. Мінімальна

величина відношення E_{pm1}/d_p , а також значення E_{pm} досягається при значеннях коефіцієнта варіації швидкості у потоці пневматичного сепаратора типу «Зиг-заг» 0,3–0,4 ч.од., що відповідає кроку пластин жалюзійного екрану 30–50 мм. Значення коефіцієнта аеродинамічного опору секції пневматичного сепаратора при вказаному діапазоні кроку пластин жалюзійного екрану змінюється несуттєво. Ці значення відповідають режиму пневматичної сепарації з максимальною ефективністю. За візуальними спостереженнями числових експериментів, при зменшенні коефіцієнта варіації швидкості (збільшенні рівномірності поля швидкостей) менше 0,3 проходження частинок через жалюзійний екран ускладнюється, що знижує ефективність пневматичної сепарації.

Для перевірки адекватності отриманої залежності (12) виконано лабораторні експериментальні дослідження. Експерименти виконувалися на лабораторному сепараторі типу «Зиг-заг» з жалюзійними екранами і вхідним перерізом 80x100 мм. Лабораторний сепаратор складався з шести секцій з живленням у другій секції від верху. Жалюзійний екран являв собою набір фанерних вставок з кроком пластин 30 мм. В експериментах використовувався зразок торфу родовища «Старники», подрібнений до класу крупності 0–3 мм. Середня швидкість на виході з сепаратора становила 5 м/с. Масова концентрація продукту становила 2 кг/кг повітря. В результаті експерименту було отримано важку та легку фракції, після чого визначався гранулометричний склад цих фракцій, за яким розраховувались сепараційні характеристики.

Розрахункові сепараційні характеристики враховували кількість стадій пневматичної сепарації та фракційний склад торфу. Вони були визначені у наступній послідовності:

1. Коефіцієнт варіації швидкості був розрахований за формулою (9);

2. Значення крупності розділення d_p визначалося за формулою Смишляєва, з урахуванням перехідного режиму обтікання частинки [10]:

$$d_p = \frac{v_c}{40,6 \cdot \sqrt[3]{\rho_c^2}}, \text{ м}, \quad (13)$$

де ρ_c – густина частинки, кг/м³.

4. Значення середнього імовірнісного відхилення від крупності розділення для однієї секції сепаратора типу «Зиг-заг» з жалюзійним екраном визначалося з формули (12),

3. Сепараційні характеристики пневматичних сепараторів були розраховані відповідно до компоновки секцій та місця подачі живлення, відповідно до рекомендацій [8, 9] з розрахунку схем збагачення.

Сепараційні характеристики, отримані у результаті експериментів та на основі моделювання, зображені на рис. 6.

Кореляційне відношення між експериментальними та розрахунковими даними становить 0,914, а максимальна похибка не перевищує 7 %, що свідчить про адекватність залежності (12).

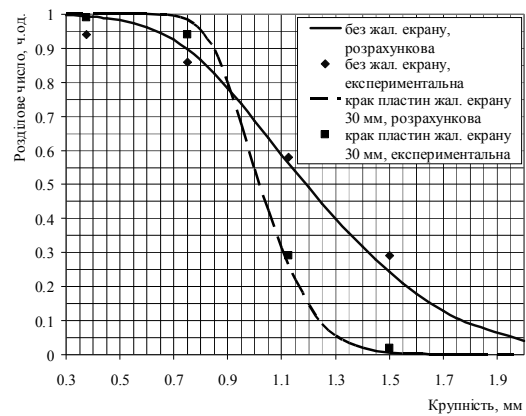


Рисунок 6 – Сепараційні характеристики, отримані при пневматичній сепарації високозольного торфу на сепараторі типу «Зиг-заг» із жалюзійними екранами (вхідний переріз 80x100 мм)

ВИСНОВКИ. На підставі виконаного дослідження обґрунтовано раціональні конструктивні параметри пневматичних сепараторів типу «Зиг-заг» з жалюзійними екранами, а саме – оптимальний крок пластин жалюзійних екранів 30–50 мм, що дозволяє удвічі зменшити середнє імовірнісне відхилення сепараційних характеристик. Запропоновано використовувати коефіцієнт варіації швидкості у робочому об'ємі пневматичного сепаратора як критерій нерівномірності поля швидкості, отримана емпірична залежність для розрахунку цього критерію від конструктивних та режимних параметрів сепаратора. За допомогою числового моделювання отримана поліноміальна залежність між параметрами сепараційних характеристик (відношенням E_{pm1}/d_p) та коефіцієнтом варіації швидкості у робочому об'ємі пневматичного сепаратора, на основі якої обґрунтований оптимальний крок пластин жалюзійних екранів. Адекватність отриманої залежності підтверджена експериментально. Сукупність отриманих результатів дозволяє підвищити ефективність застосування пневматичних сепараторів типу «Зиг-заг» для збагачення торфу.

Автори вдячні Державним підприємствам «Смигаторф» та «Волиньторф» за надання зразків високозольного торфу для проведення досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

- Обґрунтування технологічної схеми виробництва торфових гранул та брикетів з некондиційної сировини / В.О. Гнеушев, О.С. Стадник // Вісник КНУ. – Кривий Ріг: КНУ, 2012. – Вип. 31. – С. 252–255.
- Perspectives of use of a low moor peat with high ash content in the energy of Ukraine / Stadnyk A., Hnyushev V. // 14th International Peat congress «Peat in Balance»: Proceeding. – Stockholm, Sweden, 2012. – June 3–8, 2012. – P. 142.
- Use of Ukrainian Peat: Problems and Prospects in Energy and Horticulture / Hnyushev V., Stadnyk A. // Peatlands International. – № 2 / 2011. – Finland, 2011. – PP. 34–36.
- Обоснование технологической схемы обога-

щения вискозольного торфа Украины для производства гранул и брикетов / В.А. Гнеушев, А.С. Стадник, И.И. Рыбак // Сбор. трудов Междунар. науч.-техн. конф., посвященной 80-летию с дня рождения заслуженного работника высшей школы Беларуси, д.т.н., проф. Кислова Н.В. «Процессы и средства добычи и переработки полезных ископаемых», 17–20 апреля 2012. – Минск: БНТУ, 2012. – С. 120–124.

5. Кирсанов В.А. Основные принципы конструирования контактных элементов каскадных пневмоклассификаторов // Сбор. докладов Междунар. науч.-практической конф. «Пищевые продукты XXI века». – М., 2001. – С. 13.

6. Разработка и исследование перспективных конструкций каскадных воздушных классификаторов / В.А. Кирсанов, В.В. Титаренко // Сбор. докла-

дов Междунар. науч.-практической конф. «Пищевые продукты XXI века». – М., 2001. – С. 20–21.

7. Система моделирования движения жидкости и газа FlowVision 2.5.4: Руководство пользователя / ООО «ТЕСИС». – М.: ТЕСИС, 2008. – 284 с.

8. Тихонов О.Н. Закономерности эффективного разделения минералов в процессах обогащения полезных ископаемых. – М.: Недра, 1984. – 208 с.

9. Анализ технологий сепарации полезных ископаемых с обратными связями / И.К. Младецкий, П.И. Пилов, В.А. Святошенко // Горный информационно-аналитический бюллетень: научно-техн. журнал. – М.: Горная книга, 2004. – № 4. – С. 331–333.

10. Гравітаційні процеси збагачення корисних копалин / В.О. Смирнов, В.С. Білецький. – Донецьк: Східний видавничий дім, 2005. – 300 с.

THE GROUNDING OF DESIGN PARAMETERS OF ZIG-ZAG AIR SEPARATOR WITH THE LOUVRE SCREENS

O. Stadnyk, V. Hnyeushev

National University of water Management and Nature Resources Use,
vul. Soborna, 11, Rivne, 33000, Ukraine. E-mail: alexandr_stadnyk@mail.ru, volod_g@mail.ru

The improving design of Zig-Zag air separators design by setting the louvre screens to reduce the non-uniformity of the speed field is proposed. As a criterion of non-uniformity of the speed field it is suggested to use the variation coefficient of speed in the working volume of the air separator. According to the results of numerical experiments it was obtained an empirical equation to calculate the variation coefficient of speed in the working volume of the air separator, depending on the design and operational parameters. Also, using numerical simulations it was obtained the polynomial equation of dependence between parameters separation characteristic (particle size of separation and average probability deviation from the particle size of separation) and variation coefficient of speed in the working volume of the air separator. Based on the equations it is justified an optimal step plates louvre screens 30 - 50 mm. It allows to decrease the average probability deviation of separation characteristics on 50 %

Key words: air separator, peat, separation characteristic, speed field of the flow

REFERENCES

1. Hnyeushev, V.O. and Stadnyk, O.S. (2012), “Rational technological scheme for peat pellets and briquettes production from substandard raw materials”, *Visnyk Krivoriz'koho Natsyonal'noho Unyversytetu*, vol. 31, pp. 252–255.

2. Stadnyk, O. and Hnyeushev, V. (2012), “Perspectives of use of a low moor peat with high ash content in the energy of Ukraine”, *14th International Peat congress «Peat in Balance»: Proceeding*, Stockholm, June 3–8, 2012, p. 142.

3. Hnyeushev, V. and Stadnyk, A. (2011), “Use of Ukrainian Peat: Problems and Prospects in Energy and Horticulture”, *Peatlands International*, vol. 2, pp. 34–36.

4. Hnyeushev, V.A., Stadnyk, A.S. and Rybak, I.I. (2012), “Rational technological scheme for peat pellets and briquettes production from high ash content peat of Ukraine”, *Scientific collection works of the conference dedicated to the 80th anniversary of birth of Honored Worker of Higher School of Byelorussia Professor N.V. Kislov “The Processes and means of production and processing of minerals”*, Belarusian National Technical University, Minsk, pp. 120–124, Byelorussia.

5. Kirsanov, V.A. (2001), “General principles for design of the contact elements cascade pneumatic classifiers”, *Proceedings of the International scientific-*

practical conference “Food of XXI century”, Moscow, p. 13, Russia.

6. Kirsanov, V.A., Titarenko, V.V., (2005), “Development and research of promising designs cascade air classifiers”, *Proceedings of the International scientific-practical conference “Food of XXI century”*, Moscow, pp. 20–21, Russia.

7. TESYS (2008), *Sistema modelirovaniya dvizheniya zhidkosti i gaza FlowVision 2.5.4: Rukovodstvo pol'zovatelya* [The Simulation System of Liquid and Gas Motion – FlowVision2.5.4: User Manual], TESYS, Moscow, Russia.

8. Tikhonov, O.N. (1984), *Zakonomernosti effektivnogo razdeleniya mineralov v protsessakh obogashcheniya poleznykh iskopayemykh*, [The laws of effective separation of minerals in mineral processing], Nedra, Moscow, Russia.

9. Mladetsky, I.K., Pilov, P.I., and Svyatoshenko, V.A. (2004), “The analysis of mineral separation technology with feed-backs”, *Gornyy inf.analiticheskiy byulleten'*, vol. 4, pp. 331–333.

10. Smirnov, V.A., and Beletskyi, V.S. (2005), *Gra-vitatsiyni protsesy zbahachennya korysnykh kopalyn* [Gravity concentration of minerals], Skhidnyi vydavnychiy dim, Donetsk, Ukraine.

Стаття надійшла 19.03.2015.