

working in such conditions is quite relevant and is of interest to science and practice in the field of technical service of agricultural machinery.

Tribological tests were carried out on a universal tribometer UMT-2 using a special module for the pin-disk friction pairs. Visualization and recording of research results were carried out using a special program. The deviation of the location of the corresponding surfaces does not exceed 25% of the size tolerance of the corresponding surfaces. The studies were carried out under the following conditions: pressure 1 MPa, sliding speed 1,5 m/s, radius from the centre of the disk to the axis of sample 40 mm, Litol 24 was used as a lubricant. The proposed composite material as a matrix contains PA-12 polyamide (OST 6-05-425) – 70% and the epoxy oligomer P-EP.534 (TU 6-10-189-83) – 30%, and as fillers: molybdenum disulfide DM-1 (TU 48-19-133-90), hollow glass microspheres MS-VP gr. 5-4% and basalt fibre. The composite material was applied by hot pressing to one of the ends of the pins made of ordinary carbon steel without heat treatment.

Studies on optimizing the composition of PECM were carried out using mathematical planning of experiments, namely, a 3-factor non-compositional plan of the Box-Benkin type. The obtained data were processed using the STATGRAPHICS program. An analysis of the equation shows that all factors contribute to a decrease in the coefficient of friction of the polyamide epoxy composition with steel (b_1 , b_2 and b_3 , have negative values). Molybdenum disulfide, then glass microspheres and, finally, basalt microfiber ($|b_1| > |b_2| > |b_3|$) most affects the coefficient of friction. The value of the optimal coefficient of friction ($K=0,115$). The values of these factors in coded coordinates are 5% – molybdenum disulfide, 23% – hollow glass microspheres and 4,31% – basalt microfiber from the composition.

Based on the results of the studies, the following conclusions can be drawn: tribological monitoring of laboratory samples from composite polyamide-epoxy materials tested on carbon steel disks using LITOL lubricant showed a beneficial effect of all components of the composition on the friction coefficient; The results obtained made it possible to determine the optimal composition of PECM, at which the lowest coefficient of friction was achieved ($K=0,115$).

basalts microfibrils, friction coefficient, glass microspheres, molybdenum disulfide, Polyamide PA12.

Одержано (Received) 26.11.2019

Прорецензовано (Reviewed) 04.12.2019

Прийнято до друку (Approved) 23.12.2019

УДК 631.362.3 2

DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2019.49.160-167>

О.В. Нестеренко, доц., канд. техн. наук

*Центральноукраїнський національний технічний університет, м.Кропивницький, Україна
e-mail: nov_78@ukr.net*

Статистична оцінка якісних показників пневмосепарації при багаторівневому введенні зерна

Враховуючи швидкоплинність пневмосепараційного процесу і вплив на нього значної кількості факторів є необхідним проведення його статистичної оцінки при контактній взаємодії легких домішок з зерном в робочій зоні пневмосепарації. В статті проведено моделювання контактної руху легких домішок через багат шаровий зерновий потік в вертикальному пневмосепаруючому каналі при їх багаторівневому одношаровому введенні. Отримано статистичну модель ймовірності проходження легких домішок через зернові шари, яка дозволяє встановити закономірності впливу основних параметрів пневмосепаруючого каналу на якісні показники процесу сепарації. На основі цього отримано аналітичну залежність повноти розділення легких домішок від продуктивності з урахуванням коефіцієнта розрідження зернового шару та кількості задіяних рівнів живильного пристрою пневмосепаруючого каналу.

пневмосепарація, пневмосепаруючий канал (ПСК), повітряний потік, багаторівневе введення, контактний рух, зерновий матеріал, якісні показники сепарації

© О.В. Нестеренко, 2019

А.В. Нестеренко, доц., канд. техн. наук

Центральнукраїнський національний технічний університет, г. Кропивницький, Україна

Статистическая оценка качественных показателей пневмосепарации при многоуровневом введении зерна

Учитывая скоротечность пневмосепарационного процесса, а также влияние на него большого количества факторов, необходимо проведение его статистической оценки при контактном взаимодействии легких примесей с зерном в рабочей зоне пневмосепарации. В статье проведено моделирование контактного движения легких примесей сквозь многослойный зерновой поток в вертикальном пневмосепарационном канале при их многоуровневом одношаровом введении. Получено статистическую модель вероятности прохождения легких примесей сквозь зерновые шары, которая позволяет определить закономерности влияния основных параметров пневмосепарационного канала на качественные показатели процесса сепарации. На основании этого получено аналитическую зависимость полноты разделения легких примесей от продуктивности с учетом коэффициента разрежения зернового шара и количества задействованных уровней питательного устройства пневмосепаратора.

Пневмосепарация, пневмосепарационный канал (ПСК), воздушный поток, многоуровневое введение, контактное движение, зерновой материал, качественные показатели сепарации

Постановка проблеми. Аеродинамічне розділення є одним з найпоширеніших способів очищення зерна, яке внаслідок його універсальності та відносної нескладності використовується в більшості сучасних зерноочисних машин. При цьому, важливим показником, який суттєво впливає на його подальшу обробку або реалізацію, є якість очищення.

Процес пневмосепарації має досить нестационарний характер, оскільки тривалість перебування зернової частки під дією повітряного потоку незначна (0.3...0.5 с), що в реальних умовах не дозволяє в повній мірі прослідкувати і визначити його закономірності та врахувати взаємодію всіх основних факторів [1]. До дестабілізації пневмосепараційного процесу призводить значна спонтанність розподілення суміші в повітряному потоці, змінення у ній показників парусності насінини, залежно від її місця і положення, а також швидкості і густини повітря [2].

За таких умов для аналітичної оцінки якості розділення зернового матеріалу є необхідним визначення кількісної взаємодії частинок зернового матеріалу та ступеню взаємодії з повітряним потоком, особливо в умовах багаторівневого введення зернового матеріалу [3]. Відповідно, визначення траєкторій зернових часток та легких домішок, їх розподілу в робочій зоні ПСК дозволяє отримати достовірне уявлення про пневмосепараційний процес в означених умовах, і тих факторах, які найбільше впливають на його ефективність, що в остаточному дає можливість вибрати найбільш раціональні параметри пневмосепаратора.

Тому, дослідження, які спрямовані на визначення кількісної взаємодії легких домішок з зерном в робочій зоні ПСК, що дозволять провести оцінку якості очищення аналітичним шляхом має дуже важливе значення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вирішенням задачі аналітичної оцінки якості пневмосепарації займалися ряд дослідників.

Одним із перших, автором [4], використовуючи теорію ймовірностей запропонована статистична математична модель очищення двокомпонентної зернової суміші в вертикальному ПСК. Розділивши легкі домішки на дві групи, визначено кількість частинок легких домішок, що залишилась в очищеному зерні, до їх вихідної кількості в зерновому матеріалі. Розглянуто взаємодію часток як при одношаровому, так і багатосаровому введенні зернового матеріалу та визначені теоретичні залежності впливу щільності часток, питомого навантаження, рівномірності повітряного потоку на ефективність сепарації. Але складність використання такої моделі обмежується через те, що внаслідок зміни нерівномірності поля швидкостей повітряного потоку суттєво збільшується кількість зіштовхувань частинок зернової суміші, що важко врахувати.

Запропонована автором [5] методика визначення якості пневмосепарації передбачає проведення статистичного моделювання з застосуванням методу Монте-Карло для дослідження процесу динаміки руху частинок. Кількісна оцінка якості сепарації автором представлена як відношення площі ділянок нерозділених фракцій до загальної площі тієї чи іншої фракції.

Визначення теоретичної ефективності сепарації запропоновано також в роботі [6], враховуючи ймовірність виділення легких домішок як сукупність незалежних подій співвідношення об'єму легких домішок до об'єму простору, тобто пористості, необхідного для їх виділення з зернового матеріалу.

Аналізуючи означені дослідження, можна констатувати, що задача визначення якісних показників сепарації не вирішена повністю, оскільки досить складно врахувати дію всіх факторів, особливо при збільшенні кількості шарів зернового матеріалу, тобто при збільшенні питомого навантаження на ПСК. Це призводить до погіршення нерівномірності повітряного потоку, збільшення кількості вірогідних зіткнень частинок в зоні сепарації та потрапляння домішок в очищене зерно [7]. Тому, для вирішення задачі оцінки якості в першу чергу є необхідним створити умови рівномірного розподілу зерновий матеріалу.

Постановка завдання. Метою даних досліджень є оцінка якості пневмосепарації при багаторівневому введенні зерна шляхом статистичного математичного моделювання та отримання кількісної характеристики розподілу зернового матеріалу в ПСК.

Виклад основного матеріалу. При багаторівневому введенні зернового матеріалу в ПСК буде спостерігатись контактний рух легких часток, тому необхідно врахувати, що траєкторія руху домішки після контакту з зерном буде змінюватись [8]. За таких умов, найбільш несприятливою буде ситуація для домішок самого нижнього шару (рис. 1, б).

Контактний рух легкої частки в багат шаровому зерновому потоці зерна буде ступінчастим, при цьому, рух центра мас O_{ξ_i} легкої частки складається з трьох послідовних етапів (рис. 2 а):

- безконтактний рух домішки між шарами – ланка $A_i B_i$;
- зіткнення домішки з зерном в точці B_i ;
- рух легкої частки по зерну, при цьому точка дотику описує траєкторію $B_i C_i$, а центр мас окремої частинки домішок – $B_i C_i$.

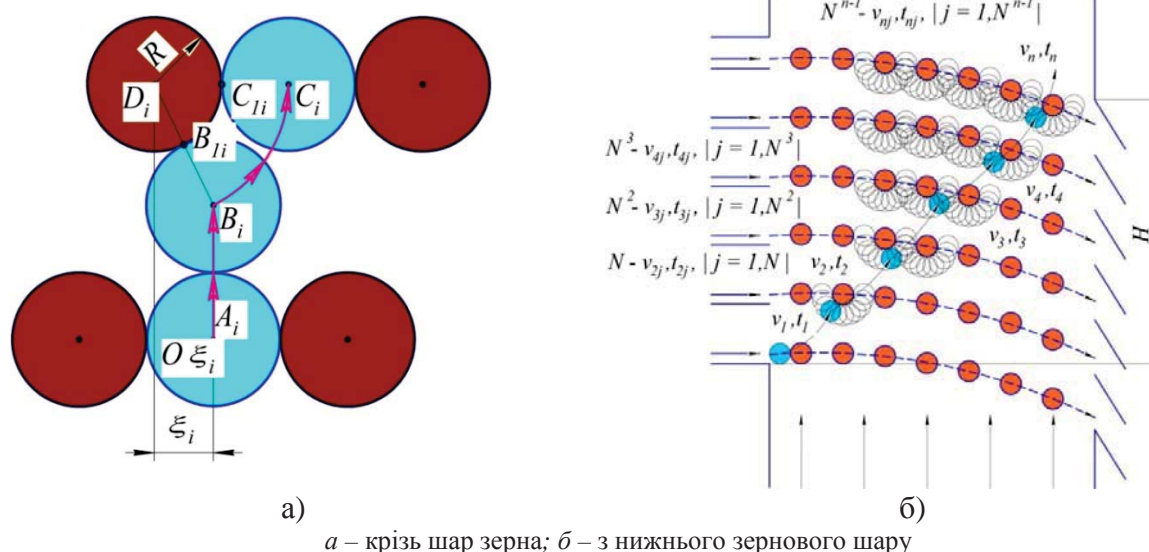


Рисунок 1 – Схема проходження легких часток при багаторівневому введенні матеріалу
Джерело: розроблено автором

Для отримання ймовірнісного розподілу легких часток необхідно розрізняти їхні кінематичні характеристики на виході з кожного шару. Кожна частинка домішок на виході з чергового шару матиме свої (відмінні від інших) значення швидкості і час виходу з шару. Вони залежатимуть від положення ξ_i / $i = 1, n$ / точки контакту домішок з зерною часткою з чергового верхнього шару. При цьому час виходу з шару буде мінімальний, якщо домішки вільно пройдуть між зернинами – $\xi_i \rightarrow 2R$, / $i = 1, n$ / , і максимальний, якщо відстань між центрами їх мас в момент зіткнення буде близька до нуля ($\xi_i \rightarrow 0$, / $i = 1, n$ /), тобто відбудеться практично лобовий удар.

Отже, траєкторія і час руху легких часток між зерновими шарами залежить від початкового горизонтального зміщення ξ_i центрів мас домішки і зерна, яке є випадковою величиною і може прийняти будь-яке значення з області $[0; 2R]$.

Область $\xi_i \in [0; 2R]$, / $i = 1, N$ / розбивається на N однакових рівноцінних інтервалів ($\xi_{i,j-1}; \xi_{i,j}$), / $j = 1, N$ / довжиною $2R/N$ (рис. 2 б).

Тоді легкі частки з першого шару після проходження:

- другого шару розділяться на N однакових по кількості груп, кожна з яких матиме свої кінематичні характеристики – $V_{2,j} \cdot t_{2,j}$, / $j = 1, N$ /, при цьому деякі з груп можуть мати однакові кінематичні характеристики;

- третього шару розділяться на N^2 груп – $V_{3,j} \cdot t_{3,j}$, / $j = 1, N^2$ /;

- четвертого шару розділяться на N^3 груп – $V_{4,j} \cdot t_{4,j}$, / $j = 1, N^3$ /; ...;

- n – го шару розділяться на N^{n-1} груп – $V_{4,j} \cdot t_{4,j}$, / $j = 1, N^{n-1}$ /.

Тривалість руху легких часток для деяких груп стає більшою за час проходження зернових часток глибини ПСК, тому кількість груп для зернових шарів може бути значно меншою. Вірогідність виділення таких домішок суттєво зменшується, оскільки досягаючи задньої стінки вони можуть потрапити у герметичний вивідний канал, і не будуть проходити наступні зернові шари.

Масштаб висоти підйому легких часток визначається за формулою:

$$\Delta Y = \frac{Y_{\max} - Y_{\min}}{n} \quad (1)$$

де, Y_{\max} – максимальна висота підйому (легка частка з верхнього шару піднімаються вгору без зіштовхувань);

Y_{\min} – мінімальна висоту підйому (легка частка з нижнього шару

$$q_B = 3600 \frac{\pi}{6} (B \cdot v \cdot n \cdot R \cdot \gamma) \cdot \frac{2}{1 + f_p} \quad (2)$$

де B – ширина каналу, м;

v – швидкість введення зернового матеріалу в пневмосепаруючий канал, м/с;

n – кількість рівнів живильного пристрою, шт;

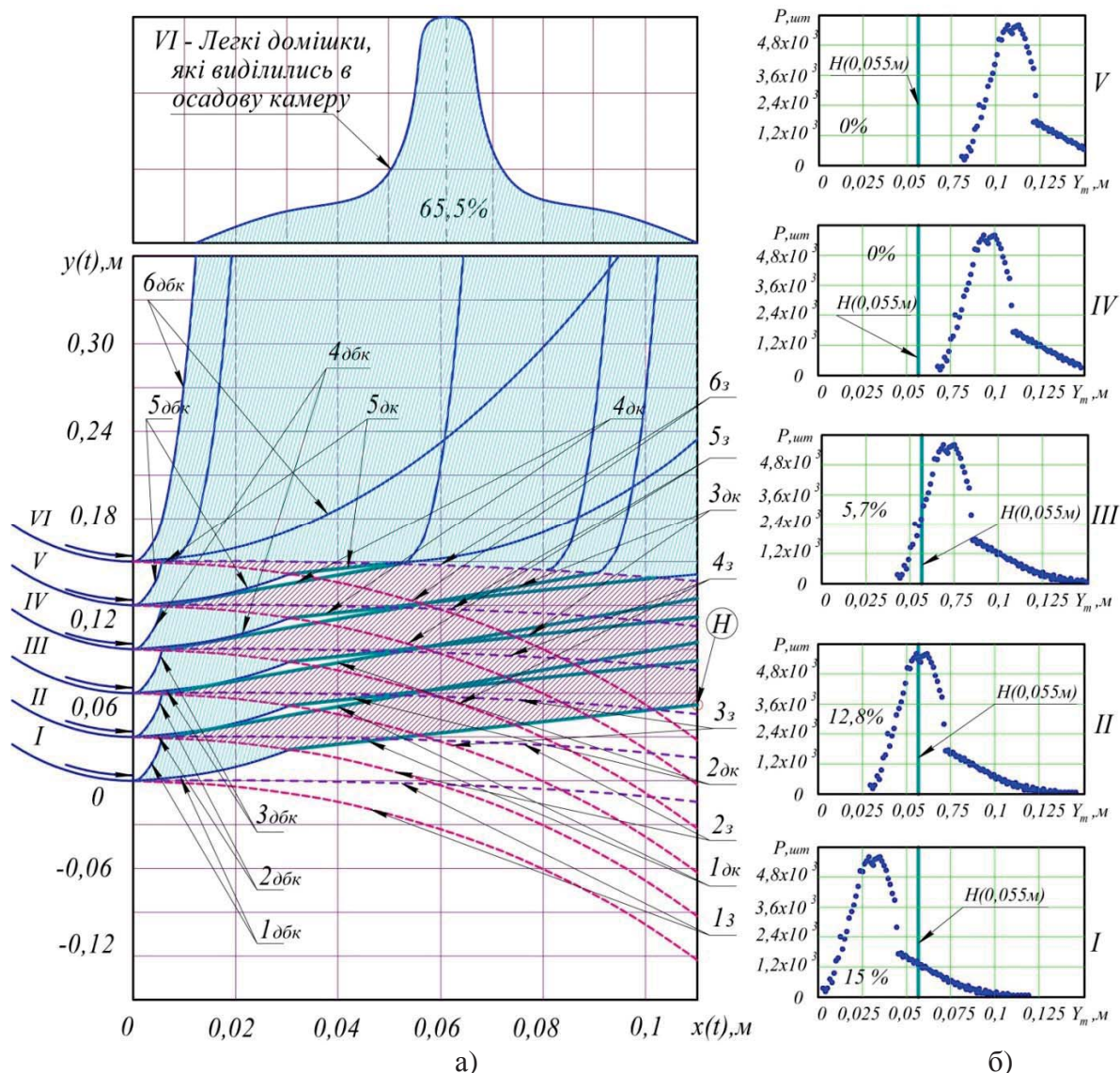
R – радіус зерна, м;

γ – об'ємна маса зерна, кг/м³;

f_p – коефіцієнт розрідження зернового потоку.

Моделювання кількісного розподілу легких домішок при багаторівневому введенні зернового матеріалу проводилось за допомогою програмного продукту Mathcad.

За результатами проведених досліджень отримано траєкторії контактного руху домішок та статистичну модель ймовірності проходження легких домішок через зернові шари при багаторівневому введенні зернового матеріалу в ПСК (рис. 2).



1з – 6з – траєкторії руху зернової фракції відповідно з 1 по 6 рівень введення;
 1дбк – 6дбк – траєкторії безконтактного руху домішок з 1 по 6 рівень введення;
 1дк – 5дк – траєкторії контактного руху домішок з 1 по 5 рівень введення;
 I – V – кількісна характеристика та відсотковий вміст домішок в важкій фракції
 з 1 по 5 рівень введення відповідно

Рисунок 2 – Траєкторії контактного руху легких часток (а) та їх кількісна характеристика в очищеному зерні (б) при багаторівневому введенні

Джерело: розроблено автором

Аналіз варіаційного розподілу легких домішок в робочій зоні ПСК дозволяє відзначити, що кількість легкої фракції, яка виділилась в осадову камеру залежить від кількості задіяних рівнів введення та місця встановлення верхньої точки жалюзійної стінки вивідного каналу H (рис. 2, а). На основі отриманих характеристик розподілу легких домішок для кожного рівня введення зернового матеріалу, можна стверджувати, що при шестирівневому введенні з максимальною щільністю зернового потоку, найбільший відсоток легких часток, які залишаються в очищеному зерні потрапляють з першого та другого рівнів введення, 15 % та 12.8 % відповідно. При цьому, легкі домішки потрапляють в очищене зерно тільки з трьох найнижчих рівнів введення

зернового матеріалу, а повне виділення легких домішок відбувається з IV по VI рівнів введення.

За результатами варіаційного розподілу з урахуванням коефіцієнта розрідження та кількості задіяних рівнів живильного пристрою отримано аналітичну залежність повноти розділення легких домішок ε , від продуктивності ПСК q_B при багаторівневому введенні зернового матеріалу (рис. 3). Приведені залежності отримані при питомому навантаженні на рівень живильного пристрою $q_{bi} = 250 \dots 350$ кг/дм·год, при якому забезпечується одношарове введення зернового матеріалу.

Аналіз отриманих залежностей (рис. 4) свідчить, що при підвищенні питомого навантаження q_B і, відповідно, збільшенні кількості рівнів введення, повнота розділення ε зменшується. При цьому, кількість задіяних рівнів живильного пристрою залежить від призначення очищення, а його раціональне значення знаходиться в межах $n = 4 \dots 6$ шт.

Зменшення якості сепарації можна пояснити збільшенням кількості вірогідних зіткнень легких частинок, які рухаються з нижче розташованих зернових шарів, відповідно, при цьому зменшується вихідна швидкість з кожним пройденим шаром та час на подолання глибини каналу.

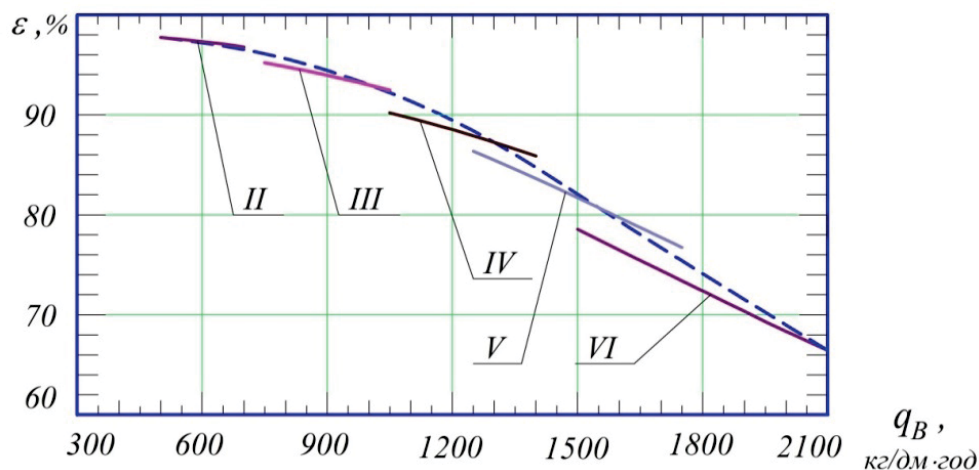


Рисунок 3 – Аналітична залежність повноти розділення зернового матеріалу від величини питомого навантаження ПСК, $\varepsilon = f(q_B)$: II – VI – кількість задіяних рівнів введення
Джерело: розроблено автором

Так, при задіяванні двох рівнів введення повнота розділення становить $\varepsilon = 97 \dots 98$ %, при цьому питоме навантаження на ПСК змінюється в межах $500 \dots 700$ кг/дм·год. Для чотирирівневого введення зернового матеріалу в ПСК повнота розділення становить $\varepsilon = 86 \dots 91$ %, при цьому питоме навантаження на ПСК можна встановити від 1000 до 1400 кг/дм·год, а при задіяванні 6 рівнів отримуємо $\varepsilon = 66,5 \dots 78,2$ %, при питомому навантаженні $q_B = 1500$ до 2100 кг/дм·год.

Висновки. В результаті статистичного математичного моделювання в залежності від вихідних параметрів, кількості задіяних рівнів живильника n , швидкості повітряного потоку V_n та концентрації зернових частинок в каналі була отримана варіаційна характеристика кількісного розподілу легких домішок в ПСК при багаторівневому введенні зернового матеріалу. На основі якої визначено, що зменшення кількості задіяних рівнів з 6 до 2 сприяє підвищенню якості сепарації на $22 \dots 30$ %, але при цьому, зменшується величина питомого навантаження на $1000 \dots 1600$ кг/дм·год, а отже й продуктивність пневмосепаратора, при цьому, кількість задіяних

рівнів залежить від призначення очищення, раціональне значення якого знаходиться в межах $n = 4 \dots 6$ шт.

Список літератури

1. Дослідження роботи пневмосепаруючого каналу на фізичній моделі / М.І. Васильковський О.М. Васильковський, С.М. Лещенко, О.В. Нестеренко. *Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: зб. наук. пр. Кіровоградського нац. техн. ун-ту.* Кіровоград, 2006. Вип.17. С. 44 – 48.
2. Кирпа М. Я., Скотар С. О., Рослик О. О. Дослідження процесу та параметрів аеродинамічного сепарування однокомпонентних насінневих сумішей. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету.* 2014. № 2. С. 95–98.
3. Перспективний напрямок інтенсифікації повітряної сепарації зерна / О.В. Нестеренко, О.М. Васильковський, С.М. Лещенко, Д.І. Петренко, Д.В. Богатирьов. *Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: зб. наук. пр. Кіровоградського нац. техн. ун-ту.* Кіровоград: КНТУ, 2012. Вип. 25, Ч.1. С.49 – 53.
4. Перцовский В.С. Основы теории очистки зерна в пневматическом сепараторе. *Тр. ВНИИЗ.* Москва. 1974. Вып. 78. С. 105 – 118.
5. Експоненційна та мультиплікативна регресійні моделі процесу пневмосепарації зернових сумішей / С. М. Лещенко та ін. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Загальнодерж. міжвідомч. наук.-техн. зб.* 2012. Вип. 42(1). С. 82 – 88.
6. До теорії розділення зерна в повітряному потоці / Б. І. Котов, С. П. Степаненко, В. О. Швидя, та ін. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин : Загальнодерж. міжвідомч. наук.-техн. зб.* 2009. Вип. 39. С. 54 – 62.
7. Нестеренко О.В., Лещенко С.М., Петренко Д.І. Дослідження нерівномірності повітряного потоку в пневмосепаруючому каналі при багаторівневому введенні зерна. *Вісник Харківського національного технічного університету ім. П. Василенка. Технічні науки.* 2015. Вип. 156. С. 35 – 42.
8. Аналітичні дослідження контактного руху легких домішок у пневмосепаруючому каналі / О.В. Нестеренко, Д.І. Петренко, І.І. Павленко та ін. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб.* 2017. Вип. 47, ч. 2. С. 185 – 191.

Referencis

1. Vasytkovskyi, M.I., Vasytkovskyi, O.M. & Nesterenko, O.V., Leschenko S.M. (2006). Doslidzhennya roboty pnevmoseparuyuchoho kanalu na fizychniy modeli [Study of pneumatic separating channel on a physical model]. *Zbirnyk naukovykh prats Kirovohradskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu. Tekhnika v silskohospodarskomu vyrobnytstvi, haluzeve mashynobuduvannia, avtomatyzatsiia, Vol 17, 44–48* [in Ukrainian].
2. Кирпа, М. Я., Скотар, С. О. & Рослик, О.О. (2014). Doslidzhennya protsesu ta parametriv aerodynamichnoho podilu odnokomponentnykh nasinnyevykh sumishey [Investigation of the process and parameters of aerodynamic separation of one-component seed mixtures]. *Visnyk Dnipropetrovs'koho derzhavnoho ahrarno-ekonomichnoho universytetu, Vol. 2, 95-98* [in Ukrainian].
3. Nesterenko, O.V., Vasytkovskyi, O.M., Leschenko, S.M., Petrenko, D.I.& Bohatyryov, D.V. (2012). Perspektyvnyy napryamok intensyfikatsiyi povitryanoi separatsiyi zerna [The perspective trend of intensification of air separation of grain]. *Zbirnyk naukovykh prats Kirovohradskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu. Tekhnika v silskohospodarskomu vyrobnytstvi, haluzeve mashynobuduvannia, avtomatyzatsiia, Vol 25, (1), 49–53* [in Ukrainian].
4. Pertsovskiy, V.S. (1974). Osnovy teorii ochistki zerna v pnevmaticheskom separatore [Fundamentals of the theory of grain cleaning in a pneumatic separator]. *Tr. VNIIZ, Moskva, Vol 78, (1), 105 – 118* [in Russian].
5. Leschenko, S.M., Salo, V.M., Vasytkovskyi, O.M. et al. (2012). Eksponentsiyina ta mul'typlikatyvna rehresiyini modeli protsesu pnevmoseparatsiyi zernovykh sumishey [Exponential and multiplicative regressive models of process air cleaner of grain mixtures]. *Konstruiuvannia, vyrobnytstvo ta ekspluatatsiia silskohospodarskykh mashyn. Zahalnoderzhavnyi mizhvidomchyi naukovu-tekhnichniy zbirnyk, Vol. 42 (1), 82 – 88* [in Ukrainian].
6. Kotov, B.I. Stepanenko, S. P., Shvydyia, V. O. et al. (2009). Do teoriiy rozdilennya zerna v povitryanomu pototsi [To the theory of grain separation in the air stream]. *Konstruiuvannia, vyrobnytstvo ta*

eksploatatsiia silskohospodarskykh mashyn. Zahalnodержavnyi mizhvidomchyi naukovo-tekhnichnyi zbirnyk, Vol. 39, 54 – 62 [in Ukrainian].

7. Nesterenko, O.V., Petrenko, D.I. & Leshchenko, S.M. (2015) Doslidzhennya nerivnomirnosti povitryanoho potoku v pnevmoseparuyuchomu kanali pry bahatorivnevomu vvedeni zerna [Study of airflow inequality in the aspirating channel at multilevel introduction of grains]. *Visnyk Kharkivs'koho natsional'noho tekhnichnoho universytetu sil's'koho hospodarstva imeni Petra Vasylenka, Vol. 78, 35-42.* [in Ukrainian].
8. Nesterenko, O. V., Petrenko, D. I., Pavlenko I.I. et al. (2017). Analitychni doslidzhennya kontaktnoho rukhu lehkykh domishok u pnevmoseparuyuchomu kanali [Analytical research the contact interaction of light impurities in the pneumatic separating channel]. *Konstruiuvannia, vyrobnytstvo ta eksploatatsiia silskohospodarskykh mashyn. Zahalnodержavnyi mizhvidomchyi naukovo-tekhnichnyi zbirnyk, Vol. 47 (2), 185 – 191 [in Ukrainian].*

Olexandr Nesterenko, PhD tech. sci.

Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, Ukraine

Statistical Assessment of Qualitative Indicators of Pneumatic Separation at Multilevel Input of Grain

Taking into consideration the rapid nature of pneumatic separation process and that it is influenced by a significant number of factors, it is necessary to carry out its statistical assessment of the contact interaction of light impurities with grain in the operating zone of pneumatic separation.

The complexity of solving this problem is a rapid change of influencing factors, especially with the increase of the number of layers of grain material. That leads to the deterioration of the uneven air flow, the increase in the number of likely collisions of particles in the separation zone and getting of impurities into the cleaned grain. Therefore, in order to solve the problem of qualitative assessment, it is necessary to create conditions for a uniform distribution of grain material.

The article deals with the modeling of the contact movement of light impurities through a multilayer grain stream in a vertical pneumatic separation channel with their multi-level single-layer input. A statistical model of the probability of light impurities passage through the grain layers was obtained. That allows establishing regularities of the influence of basic parameters of the pneumatic separation channel on the qualitative parameters of separation process. On this basis, the analytical dependence of the completeness of the separation of light impurities on the performance was obtained. It has taken into account grain thinning rate and the number of levels involved in the feeder of the pneumatic separation channel.

It is determined that reducing the number of levels from 6 to 2 increases the quality of separation by 22...30%, but at the same time, decreases the value of specific load by 1000...1600 kg/dm·h and, therefore, the productivity of the pneumatic separator. Thus, the number of the used levels depends on the purpose of purification, the rational value of which is in the range $n = 4...6$ pcs.

pneumatic separation, pneumatic separating channels, airflow, multilevel input of grain, contact movement, particles of grain, the quality of separation

Одержано (Received) 04.12.2019

Прорецензовано (Reviewed) 11.12.2019

Прийнято до друку (Approved) 23.12.2019