

УДК 631.362.3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РОЗДІЛЕННЯ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ ПІД ДІЄЮ ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ

Е. Б. Алієв

Інститут олійних культур, Україна.

Кореспонденція автора: aliev@meta.ua.

Історія статті: отримано – травень 2018, акцептовано – вересень 2018.
Бібл. 7, рис. 3, табл. 1.

Анотація. Приведені результати експериментальних досліджень процесу сепарації насіння соняшнику при його переміщенні під дією повітряного потоку. Наведеної залежності, які зв'язали коефіцієнт розподілу і споживану потужність із подачею насіння і швидкістю повітря. Вирішення компромісної задачі, а саме мінімізація потужності, що споживається експериментальною установкою, при максимальному значенні коефіцієнта розподілу і подачі насіння призвели до раціональних режимних параметрів зазначеного процесу.

Ключові слова: соняшник, насіння, сепарація, розділення, потік, експериментальні дослідження.

Постановка проблеми

До великих перевитрат насіннєвого матеріалу соняшника та істотного зниженню врожайності сільськогосподарської продукції призводить незадовільна якість насіння [1]. Сортова чистота в залежності від культури повинна складати для елітного насіння олійних культур (еліта, супереліта) згідно діючих стандартів 99,6-99,9 % [2].

Аналіз останніх досліджень

Задачею сепарації насіння соняшнику за питомої вагою (щільністю, фактурі) зводиться до його калібрування за геометричними розмірами [3]. З'являється дві змінні: парусність і щільність.

Відомо, що при однаковій питомій вазі насіння меншої маси під впливом повітряного потоку летить далі, а насіння більшої маси – ближче.

Окрім цього, в залежності від напрямку орієнтації насінини до вектору швидкості повітряного потоку з'являється парусність, що призводить до випадкової траєкторії руху насінини [4].

При тривалому впливі повітряного потоку насіння займе найліпше аеродинамічне положення при якому спостерігається найменший опір [5].

Потік повітря повинен мати рівномірну структуру, як по епюрі швидкості, так і за параметрами турбулентності [6].

Виходячи з вищесказаного необхідно провести експериментальні дослідження процесу сепарації насіння соняшнику при його переміщенні під дією повітряного потоку.

Мета досліджень

Підвищення ефективності процесу розділення насіння соняшнику під дією повітряного потоку шляхом обґрунтування його режимних параметрів.

Результати досліджень

Експериментальні дослідження проводилися на установці із базою аеродинамічного сепаратора серії «Алмаз» (виробництва ЧП ПФ «Агротех»). Конструктивно-технологічна схема та загальний вигляд експериментальної установки представлено на рис. 1. Для забезпечення певної подачі насіння використовується відкалібрована заслінка, яка обмежує вхідну продуктивність. Задана подача повітря встановлюється за допомогою частотного перетворювача (Danfoss VLT Micro Drive), а контролюється з використанням анемометра (Benetech GM-816).

Вихідним матеріалом при проведенні експериментальних досліджень були насіння соняшнику сорту Прометей, селекції Інституту олійних культур НААН, які були відкалібровані до фракції 3,2–3,4 мм. Один дослід проводився при пропусканні через експериментальний зразок блоку подачі 100 кг насіння.

Факторами для експериментальних досліджень є швидкість подачі повітря V і подача насіння Q . Інтервали і рівні варіювання даними факторами співпадають з теоретичними (табл. 1).

В якості критеріїв оптимізації було прийнято: споживану потужність – P , кВт і коефіцієнт розподілу – δ .

Потужність, що витрачається приводом вентилятора, вимірювалася з використанням однієї з додаткових функцій частотного перетворювача Danfoss VLT Micro Drive.

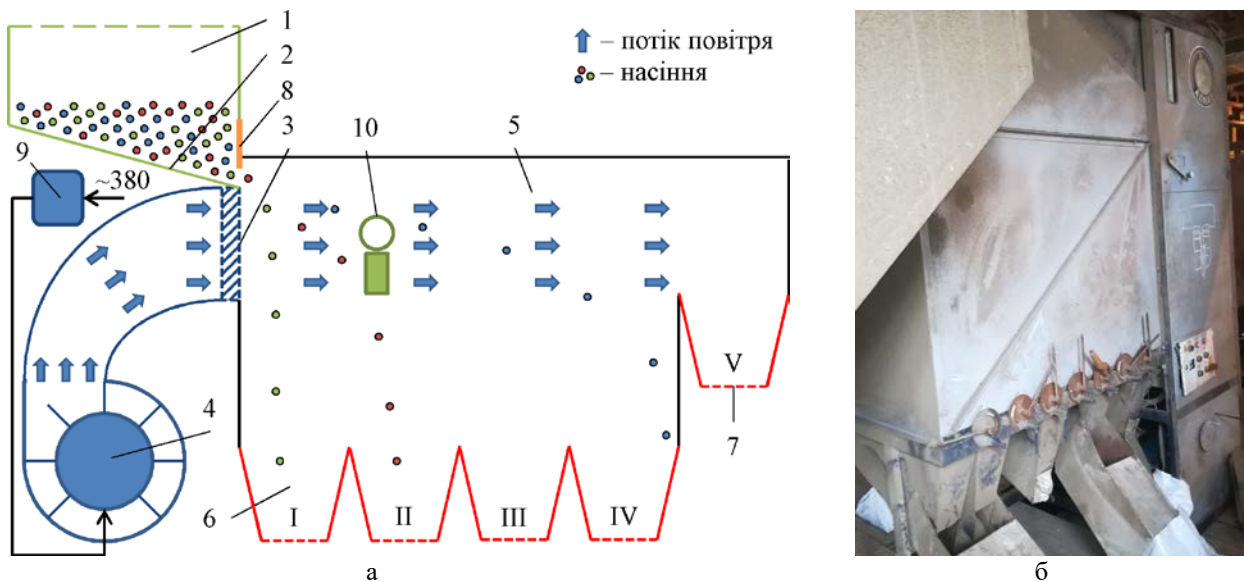


Рис. 1. Конструктивно-технологічна схема (а) та загальний вигляд (б) експериментальної установки для дослідження: 1 – бункер; 2 – вібратор; 3 – генератор каскаду повітряних струменів; 4 – вентилятор; 5 – сепарувальна камера; 6 – збірники фракцій; 7 – забірник пилу і легкої фракції; 8 – заслінка; 9 – частотний перетворювач 10 – анемометр.

Таблиця 1. Рівні варіацій факторами чисельного моделювання процесу переміщення насіння в повітряному потоці.

Рівні варіацій	Фактори		
	Ефективний діаметр насіння D_p , мм	Подача насіння Q , кг/с	Швидкість повітря V , м/с
Верхній рівень (+)	7	0,09	25
Основний рівень (0)	5	0,06	20
Нижній рівень (-)	3	0,03	15
Інтервал варіацій факторів	2	0,03	5

Так як задачею сепарації насіння соняшника при його переміщенні під дією повітряного потоку є розділення на 5 фракцій (виконані, неповністю виконані, голе ядро, пусті і пил), то на експериментальній установці виставлено 5 забірних областей.

При кожному досліді для кожної забірної області визначається фракційний склад згідно загальноприйнятою методикою [7] і розраховується відповідний коефіцієнт розподілу δ , який визначається наступним чином. Нехай вхідний матеріал необхідно розділити на N фракцій, тоді кількість забірних областей повинно дорівнювати N . Для кожної забірної області визначається фракційний склад насіннєвої суміші, який математично можна представити у вигляді квадратної матриці $N \times N$:

$$\begin{pmatrix} W_{11} & W_{12} & \dots & W_{1N} \\ W_{21} & W_{22} & \dots & W_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ W_{N1} & W_{N2} & \dots & W_{NN} \end{pmatrix}. \quad (1)$$

де w_{ij} – масова доля фракції i в забірнику j :

$$w_{ij} = \frac{m_{ij}}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N m_{ij}} \cdot 100\%; \quad (2)$$

m_{ij} – маса фракції i в забірнику j .

Коефіцієнт розподілу δ визначається як найбільша сума діагональних елементів матриці (1):

$$\delta = \max \left(\sum_{k=1}^N w_{kk}, \sum_{k=1}^N w_{k(k+1)}, \dots, \sum_{k=1}^N w_{k(k+N-1)}, \sum_{k=1}^N w_{(k+1)k}, \dots, \sum_{k=1}^N w_{(k+N-1)k} \right); \quad (3)$$

Експериментальні дослідження були проведені за D-оптимальним планом Бокса-Бенкіна другого порядку для 2 факторів (9 дослідів) у триразовій повторності. Обробка результатів досліджень, проведених методом математичного факторного планування експериментів, виконувались за допомогою комп'ютерної програми Mathematica. Математична модель визначається по одному критерію оптимізації.

Отримана математична модель впливу досліджуваних факторів на коефіцієнт розподілу δ мала вигляд:

$$\delta = 6,07089 - 29,1437 Q + 2,62933 V - 0,0501251 V^2. \quad (4)$$

Аналізуючи рівняння (4), можна стверджувати, що на коефіцієнт розподілу δ впливають всі вищезгадані фактори. При цьому зі збільшенням швидкості повітря V збільшується і коефіцієнт розподілу δ . А при збільшенні подачі насіння Q , коефіцієнт розподілу δ зменшується. Графічна

інтерпретація отриманої експериментальної залежності (4) представлена на рис. 2.

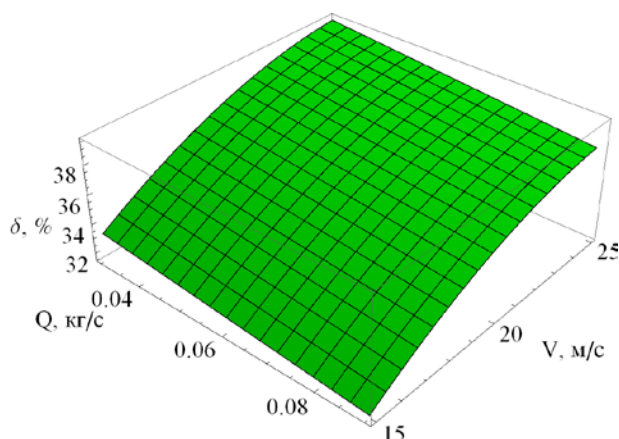


Рис. 2. Залежність коефіцієнта розподілу δ від подачі насіння Q і швидкості повітря V .

Математична модель впливу досліджуваних факторів на потужність, що споживається експериментальною установкою, мала вигляд:

$$P = -2,35556 + 0,199111 V. \quad (5)$$

Графічна інтерпретація отриманої залежності (5) представлена на рис. 3. Аналізуючи рівняння (5), можна стверджувати, що на потужність, що споживається експериментальною установкою, лінійно впливає тільки швидкості повітря V .

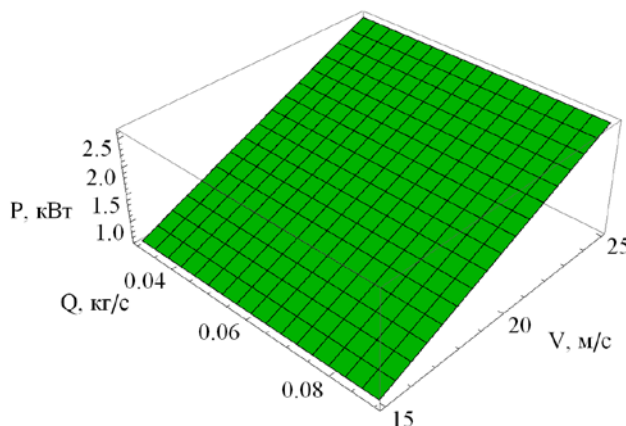


Рис. 3. Залежність потужності P , що споживається експериментальною установкою, від подачі насіння Q і швидкості повітря V .

Завданням вирішення компромісної задачі була мінімізація потужності P , що споживається експериментальною установкою, при максимальному значенні коефіцієнта розподілу δ і подачі насіння Q , тобто:

$$\begin{cases} \delta(Q, V) \rightarrow \max, \\ P(Q, V) \rightarrow \min, \\ Q \rightarrow \max. \end{cases} \quad (6)$$

Вирішення задачі (6) за допомогою програмного пакету Mathematica призвели до оптимальних технологічних режимів процесу сепарації насіння соняшнику при його переміщенні під дією повітряного потоку: $Q = 0,09$ кг/с, $V = 15$ м/с, $\delta = 31,6$ %, $P = 0,63$ кВт.

Висновки

1. В результаті експериментальних досліджень процесу сепарації насіння соняшнику при його переміщенні під дією повітряного потоку було вставлено залежності, які зв'язали коефіцієнт розподілу δ і споживану потужність P із подачею насіння Q і швидкістю повітря V .

2. Вирішення компромісної задачі, а саме мінімізація потужності P , що споживається експериментальною установкою, при максимальному значенні коефіцієнта розподілу δ і подачі насіння Q призвели до наступних значень: $Q = 0,09$ кг/с, $V = 15$ м/с, $\delta = 31,6$ %, $P = 0,63$ кВт.

Список літератури

1. *Заїка П. М.* Теорія сільськогосподарських машин. Харків. 2006. Том. 3. Розділ 7. Очистка і сортування насіння. 407 с.

2. *Алієв Е. Б.* Техніко-технологічне забезпечення процесів очищення та розділення насіннєвого матеріалу олійних культур. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів 25–26 травня 2016 року. Роль наукових досліджень в забезпеченні процесів інноваційного розвитку аграрного виробництва України. НААН, ДУ ІЗК НААН, М-во аграр. політики та прод. України, Укр. ін-т експертизи сортів рослин, Вінниця. Україна. 2016. С. 4–5.

3. *Тищенко Л. Н., Ольшанский В. П., Ольшанский С. В.* Гидродинамика сепарирования зерна: монография. Харьков. 2010. 174 с.

4. *Нуруллин Э. Г., Салахов И. М., Дмитриев А. В.* Математическая модель движения семян в основной камере пневмомеханического протравливателя. Вестник Казанского ГАУ. 2014. № 1 (31). С. 69–72.

5. *Алієв Е. Б., Шевченко І. А.* Дослідження аеродинамічних властивостей насіння олійних культур. Вісник аграрної науки. 2017. №3 (769). С. 63–65.

6. *Алієв Е. Б., Яропуд В. М.* Фізико-математичний апарат руху насіння в повітряному потоці. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2017. №2 (97). С. 19–23.

7. *ГОСТ 10854–88*, Семена масличные. Методы определения сорной, масличной и особо учитываемой примеси. Введен 23.12.88. Стандартиформ. 10 с.

References

1. *Zaika, P. M.* (2006). Theory of agricultural machines. Kharkov. Tom. 3. Section 7. Cleaning and sorting of seeds. 407.

2. *Aliyev, E. B.* (2016). Technical and technological support processes of cleaning and separation of seed oil crops. Materials Ukrainian scientific-practical conference of young scientists and specialists on 25-26 May 2016. The role of research in promoting the innovation development of agrarian industry of Ukraine. NAAS, NAAS DU EZK, M-Agrar. policy and prod. Ukraine,

Ukr. Institute of examination of plant varieties, the winery. Ukraine. 4-5.

3. *Tishchenko, L. N., Olshansky, V. P., Olshansky, S. V.* 2(010). Hydrodynamics of separation of grain: monograph. Kharkov. 174.

4. *Nurullin, E. G., Salakhov, I. M., Dmitriev, A. V.* (2014). Mathematical model of the motion of seeds in the main chamber of the rotor of the treater. Bulletin of Kazan state agricultural UNIVERSITY. No 1 (31). 69-72.

5. *Aliiev, E. B., Shevchenko, I. A.* (2017). Investigation of the aerodynamic properties of oilseeds. Bulletin of agricultural science. No 3 (769). 63-65.

6. *Aliiev, E. B., Yaropud, V. M.* (2017). Physical and mathematical apparatus of the movement of seeds in the air stream. Technology, energy, transport, agriculture. No. 2 (97). 19-23.

7. *GOST 10854-88.* (1988). Seeds of oil. Methods for determination of weed, oil and especially take into account impurities. Introduced 23.12.88. Standartinform. 10.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ПРОЦЕССА РАЗДЕЛЕНИЯ СЕМЯН
ПОДСОЛНЕЧНИКА ПОД ДЕЙСТВИЕМ
ВОЗДУШНОГО ПОТОКА

Э. Б. Алиев

Аннотация. Приведены результаты экспериментальных исследований процесса сепарации семян подсолнечника при их перемещении под действием воздушного потока. Приведены зависимости, связывающие коэффициент распределения и потребляемую мощность с подачей семян и скоростью воздуха. Решение компромиссной задачи, а именно минимизация потребляемой мощности экспериментальной установкой, при максимальном значении коэффициента распределения и подачи семян привели к рациональным режимным параметрам указанного процесса.

Ключевые слова: подсолнечник, семена, сепарация, разделение, поток, экспериментальные исследования.

EXPERIMENTAL RESEARCH OF PROCESS
OF SEPARATION OF SUNFLOWER SEEDS UNDER
ACTION OF AIR FLOW

Aliyev E. B.

Abstract. The results of experimental studies of the separation of sunflower seeds during their movement under the action of air flow are presented. Dependences are given that relate the distribution coefficient and power consumption with seed supply and air speed. The solution of the compromise problem, namely, the minimization of the power consumption by the experimental setup, with the maximum value of the distribution coefficient and seed supply, led to rational regime parameters of this process.

Key words: sunflower, seeds, separation, separation, flow, experimental studies.