

МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЛАБОРАТОРНО-ВИРОБНИЧИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПНЕВМОРЕШІТНОГО СЕПАРАТОРА ОЛІЙНОЇ СИРОВИНИ СОНЯШНИКУ

Михайлов Є. В., д.т.н.,

ORCID: 0000-0001-9906-6699

Задосна Н. О., інженер,*

ORCID: 0000-0001-7780-235X

Афанасьєв О. О., інженер*

ORCID: 0000-0002-3528-0386

Таврійський державний агротехнологічний університет

імені Дмитра Моторного

Тел. (0619) 42-13-06

Постановка проблеми. Виробництво олійних культур належить до основних напрямів діяльності сільського господарства України. Упродовж останніх років в країні спостерігалася тенденція до збільшення виробництва насіння соняшнику. У 2018/19 маркетинговому році отримано 14,5 млн.т, а врожайність соняшнику становила понад 23 ц/га. Така економічна ситуація вимагає об'єктивної оцінки подій в галузі і підвищення ефективності в нових умовах господарювання [1-5]. Більшість олійної сировини соняшнику (ОСС) переробляється на спеціалізованих пресових та екстракційних заводах. Важливим показником технологічної якості насіння є вміст в ньому домішок. Домішки сировини поділяються на сміттєві та олійні. Визначено, що за останні 20-30 років у зв'язку з вирощуванням нових сортів соняшнику, зміною термінів збирання, використання сучасної збиральної техніки вітчизняного та іноземного виробництва фізико-механічні та аеродинамічні властивості ОСС змінилися, а це потребує удосконалення технічних засобів для її переробки [6-7].

У зв'язку з впровадженням у виробничий процес експериментального пневморешітного сепаратора (ПРС) ОСС [11], виникає проблема з методичного забезпечення досліджень робочих органів і технологічного процесу його роботи.

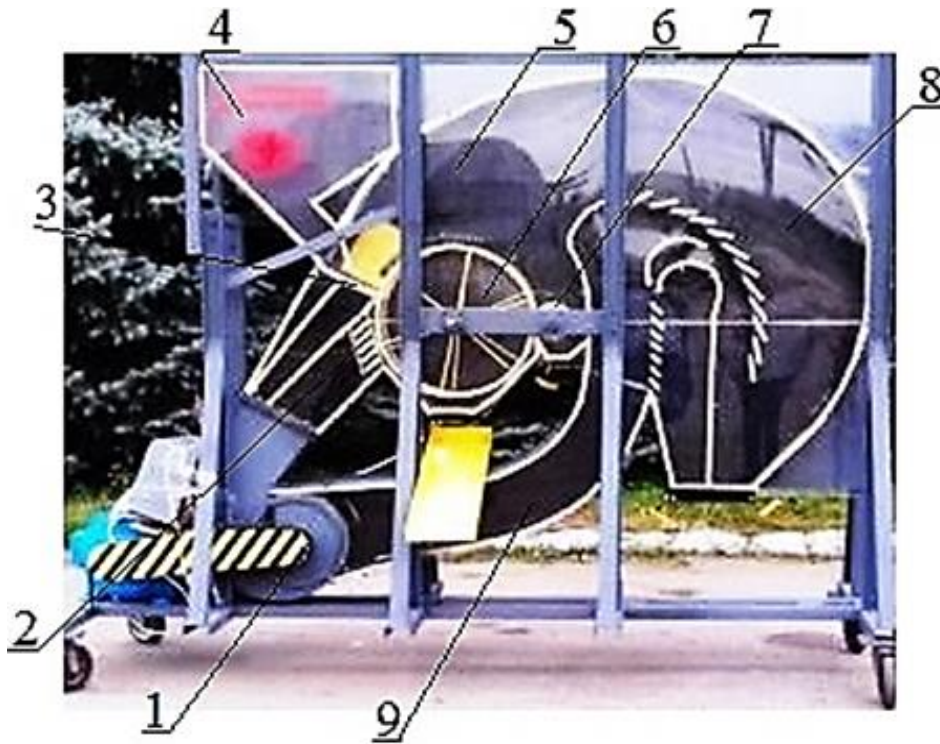
Аналіз останніх досліджень. На початковому етапі очистки найбільш часто поділ складових вороха насіння соняшнику відбувається з урахуванням його фізико-механічних та аеродинамічних властивостей. Високопродуктивні машини попереднього очищення зерна, як правило, використовують принцип поділу частинок в повітряному потоці. Незважаючи на широке використання явища руху матеріальних частинок в сучасних зерноочисних машинах, пов'язаних з сепарацією складових зернового вороху, кількісні закономірності руху тіл з урахуванням опору

повітряного середовища і сьогодні потребують досліджень [8-10].

Попередні дослідження аналога ПРС у виробничих умовах визначили необхідність вирішення наукової задачі – проведення лабораторно-виробничих досліджень з удосконалення параметрів та режимів роботи його повітророзподільника.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Розробка устаткування програми та методики встановлення параметрів та режимів роботи жалюзійного повітророзподільника ПРС ОСС з урахуванням якості його роботи.

Основна частина. Відповідно договору про творчу співпрацю ТДАТУ та дочірнього підприємства "Гуляйпільський механічний завод" "ВАТ Мотор Січ" (м. Гуляйполе) для дослідження технологічного процесу роботи жалюзійного повітророзподільника ПРС було виготовлено лабораторно-виробничий стенд (рис. 1).



1 – вентилятор діаметральний; 2 – повітророзподільник жалюзійний; 3 – лоток-інтенсифікатор; 4 – бункер; 5 – камера пневмосепаруюча; 6 – решето циліндричне; 7 – очисник щітковий; 8 – камера 2-х ступенева осадова; 9 – канал всмоктувальний вентилятора

Рис. 1. Пневморешітний сепаратор олійної сировини соняшнику.

З метою налагодження, регулювання та встановлення необхідних параметрів та режимів роботи ПРС були виготовлені та використані основні робочі органи (рис. 2).



а)



б)



в)



г)

а) – пульт керування з електродвигуном постійного струму;
 б) – вентилятор діаметральний з жалюзійним повітророзподільником;
 в) – циліндричне решето з очисною щіткою; г) – мотор-редуктор
 приводу циліндричного решета.

Рис. 2. Робочі органи ПРС і розміщення перетинів для вимірювання параметрів повітряного потоку у пневморешітному сепараторі.

Відповідно поставленим завданням та аналізу попереднього очищення олійної сировини соняшнику була складена наступна програма.

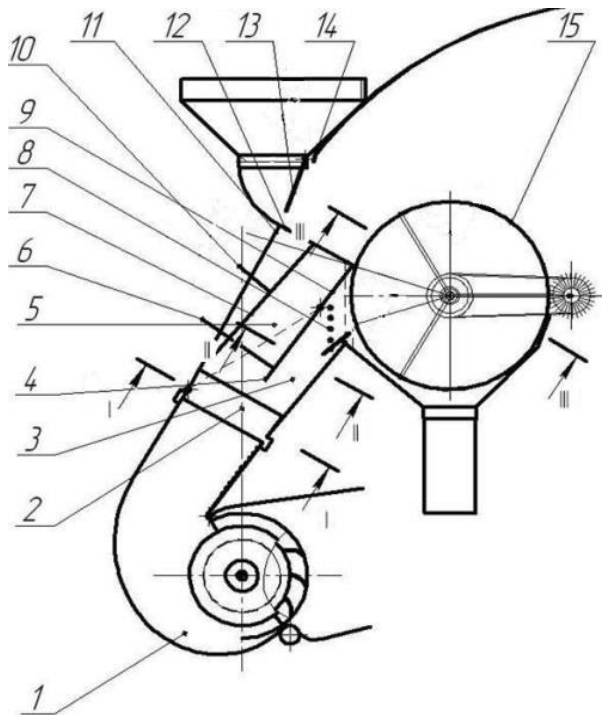
Розробити устаткування, програму та методику встановлення параметрів та режимів роботи жалюзійного повітророзподільника ПРС ОСС з урахуванням якості його роботи.

Для проведення експериментальних досліджень використовувалось наступне технологічне вимірювальне обладнання:

- ваги лабораторні SF – 400 D (0,01 гр.);
- ваги електроні DGC (20000 гр.);
- решета лабораторні – 1 комплект;
- тахометр годинниковий механічний ТЧ-10Р (50-1000 об.хв⁻¹);
- секундомір С-1-2а;

- мікроманометр ММН-240 з трубкою Піто-Прандтля;
- дифманометр МР 200 з трубкою Піто-Прандтля 2- шт.;
- лінійки, шпателі, кисті.

Для встановлення та визначення параметрів і режимів роботи ПРС використано схема розміщення перетинів для вимірювання параметрів повітряного потоку (Рис. 3), та схема повітророзподільного пристрою ПРС (Рис. 4).

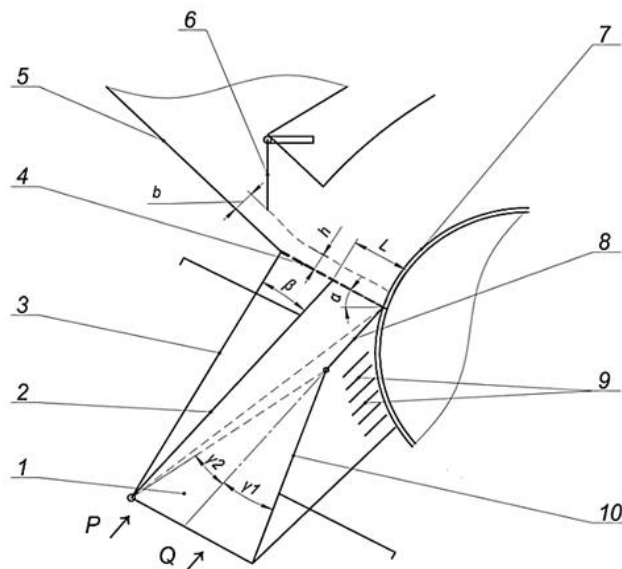


I—I – перетин заміру динамічного тиску на вході в повітророзподільник;
 II--II – перетин заміру динамічного тиску під жалюзійним повітророзподільником;
 III--III – перетин заміру динамічного тиску в сепаруючій зоні циліндричного решета.

1 – вентилятор діаметральний; 2 – пристрій повітророзподільний; 3 – сепаруюча складова повітророзподільника; 4 – середня рухома стінка; 5 – живляча складова повітророзподільника; 6 – регулятор зміни кута нахилу середньої рухомої стінки; 7 – стінка рухома задня; 8 – повітророзподільник жалюзійний; 9 – нерухома частина середньої стінки; 10 – регулятор зміни кута нахилу задньої рухомої стінки; 11 – задня стінка; 12 – лоток інтенсифікатор; 13 – живлячий устрій; 14 – бункер; 15 – решето циліндричне.

Рис. 3. Схема розміщення перетинів для вимірювання параметрів повітряного потоку у ПРС.

Повітряний потік, що направлений у живлячу складову повітророзподільника, проходить між задньою рухомою стінкою 7, середньою рухомою стінкою 4 та її нерухомою частиною 9 та крізь лоток-інтенсифікатор 12. За рахунок регулятора зміни кута нахилу 6 середньої рухомої стінки 4, а також за рахунок регулятора зміни кута нахилу 10 задньої рухомої стінки 7, що дозволяє змінити коефіцієнт живого перетину лотка-інтенсифікатора, забезпечується інтенсивність впливу повітряного потоку на лоток-інтенсифікатор, а відповідно і на виход, що знаходиться на ньому.



1 – повітророзподільник; 2 – стінка задня рухома; 3 – стінка задня; 4 – лоток-інтенсифікатор; 5 – бункер; 6 – заслінка; 7 – циліндричне решето; 8 – стінка середня нерухома; 9 – жалюзі; 10 – стінка середня рухома; α – кут нахилу лотка-інтенсифікатора відносно горизонталі; β – кут нахилу задньої рухомої стінки; γ_1 , γ_2 – кути нахилу середньої рухомої стінки до нерухомої.

Рис. 4. Схема повітророзподільного пристрою ПРС.

Методикою передбачається визначення області раціональних значень основних параметрів і режимів роботи жалюзійного повітророзподільника за рахунок (Рис. 4):

– подачі насінневого матеріалу (приведена товщина шару насіння над лотком-інтенсифікатором, h , мм., за рахунок зміни заслінкою величини робочої щілини b мм);

– подачі повітряного потоку (частоти обертання вентилятора) $300-700 \text{ об.хв}^{-1}$;

– кута нахилу середньої рухомої стінки повітророзподільного пристрою $\gamma = +16,32^\circ$; $-18,15^\circ$;

– кута нахилу рухомої жалюзі до нерухомої $\alpha = 0-35^\circ$.

За рахунок зміни нахилу середньої рухомої стінки, забезпечується інтенсивність впливу повітряного потоку на лоток-інтенсифікатор, а відповідно і на ворох, що знаходиться на ньому. Відносно нульового положення він становить: до задньої нерухомої стінки $\gamma_1 = 16,32^\circ$; до передньої стінки $\gamma_2 = 18,15^\circ$.

Перед початком проведення експериментальних досліджень встановлюємо певну закономірність підготовки, яка полягає в наступному:

– проведенні обкатки лабораторно-виробничого стенду в холостому та робочому режимах з контролем стабільності встановлених параметрів;

- проведенні налагодження і регулювання робочих органів і допоміжних устроїв;
- підготовці до роботи вимірювального обладнання;
- встановленні кута нахилу середньої рухомої стінки;
- вибір часу на проведення досліду та відпрацювання методики досліджень;
- визначенню часу на встановлення стаціонарності технологічного процесу;
- визначенню діапазону досліджуваних факторів.

Якість ефективності робочого процесу пневморешітного сепаратора визначаємо наступними показниками [12, 13]:

- повнота виділення сміттєвих домішок;
- втрата повноцінного насіння.

Визначення економічної ефективності показників досліджуваного процесу проводили по наступним показникам:

1. Питома продуктивність робочого органу q , т.год.дм⁻¹

$$q = \frac{P_c}{S \cdot 3,6} \quad (1)$$

де $P_c = \frac{M_d}{t}$ – продуктивність ПРС;

M_d – маса матеріалу обробленого за дослід, кг;

t – час взяття проби, с;

S – ширина решета, дм.

2. Питома витрата енергії N_{Π} , кВт.год.т⁻¹

$$N_{\Pi} = \frac{Q \cdot P}{G \cdot 1000} \quad (2)$$

де Q – витрата повітря, м³/с;

P – повний тиск повітря у повітропідвідному каналі, Па;

G – продуктивність установки, т.год.

При визначенні основних параметрів повітряного потоку отримані дослідні дані обробляли за допомогою наступних розрахункових співвідношень:

1. Повний тиск P повітряного потоку

$$P = A_1 \cdot \kappa \cdot P_{\Pi} \cdot \xi_T, \text{ Па} \quad (3)$$

2. Статичний тиск P_c повітряного потоку

$$P_c = A_2 \cdot \kappa \cdot P_{\Pi} \cdot \xi_T, \text{ Па} \quad (4)$$

3. Динамічний тиск P_d повітряного потоку

$$P_d = P - P_c, \text{ Па}, \quad (5)$$

де A_1, A_2 – показники шкали мікроманометрів для замірів, відповідно повного і статичного тиску;

κ – коефіцієнт тарировки шкали, $\kappa = \sin \alpha \cdot \rho_c$

де α – кут нахилу трубки мікроманометра, град;

ρ_c – щільність спирту, кг/м³;

Π_{Π} – поправковий коефіцієнт, який служить для приведення повітря до стандартних умов (абсолютна температура $T = 293$ К, барометричному тиску $B_0 = 0,101$ МПа і відносної вологості $\varphi_0 = 0,5$);

Π_{Π} – поправковий коефіцієнт на питому масу спирту;

ρ – щільність повітря, кг/м³;

ξ_T – таріровачний коефіцієнт трубки.

4. Швидкість повітряного потоку V у вирівнюючому каналі

$$V = 1,29 \sqrt{P_{\partial}}, \text{ мс}^{-1} \quad (6)$$

5. Витрати повітря Q

$$Q = V \cdot F, \text{ м}^3 \text{ с}^{-1} \quad (7)$$

де F – площа поперечного перерізу вирівнюючого каналу, м².

6. Швидкість фільтрації V_{Φ}

$$V_{\Phi} = \frac{Q}{F_B}, \text{ мс}^{-1} \quad (8)$$

де F_B – площа повітророзподільної перегородки, м².

7. Середню величину повного тиску P визначали за формулою

$$P_{cp} = P_{\partial, cp} + P_{c, cp}, \text{ Па} \quad (9)$$

де $P_{\partial, n}$; $P_{c, n}$ – динамічний та статичний тиск в окремих точках, Па;

8. Величину питомої витрати енергії N_{Π} по формулі

$$N_{\Pi} = N_1 + N_2, \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{т}, \quad (10)$$

де $N_1 = \frac{Q \cdot P}{G \cdot 1000}$ – питома витрата енергії на привод вентилятора, кВт.год/т;

N_2 – питома витрата енергії на привод циліндричного решета і очисної щітки.

$$N_2 = 0,025 \dots 0,028 \text{ кВт} \cdot \text{год} \cdot \text{т}^{-1}$$

Методика обробки дослідних даних передбачає використання програмних пакетів “MATLAB 6,5”, “Microsoft Office Excel 2007”, Statistica 8.0., Microsoft Visual Studio 2012 на мові C++.

Висновок. Розроблено устаткування, програму та методику встановлення параметрів та режимів роботи жалюзійного повітророзподільника ПРС ОСС з урахуванням якості його роботи. Так, діапазон частоти обертання ротору вентилятора складає 300-700 об.хв⁻¹, кут нахилу рухомої жалюзі до нерухомої 0-35°, кут відхилення стінки середньої рухомої від положення стінки середньої нерухомої (-16) – (+16)°, що забезпечить проведення однофакторних досліджень

та визначить раціональні діапазони варіювання 3-х основних факторів для багатofакторного експерименту.

Література:

1. Олійно-жирова галузь України. 2015: інформаційно-аналітичний бюлетень олійно-жирової галузі України та Російської Федерації / УкрНДЦОЖ НААН. Харків, 2015. 98 с.

2. Олійні культури і рослинні олії в 2015/16 році: Міжнародна конференція компанії «Украгроконсалт». *Агробізнес-Україна*. 2015. № 9. URL: <https://agrobusiness.com.ua/local/file/037/000/78-1443205117.pdf> (дата звернення: 16.10.2019).

3. Характеристика олійно-жирового комплексу України / Г. В. Балабанов та ін. URL: <http://www.geograf.com.ua/geoinfocentre/20-human-geography-ukraine-world/275-harakterystyka-oliyno-zhyrovogo-kompleksu-ukrainy> (дата звернення: 11.12.2019).

4. Яшина М. Л. Повышение эффективности производства и переработки семян подсолнечника. URL: <http://economy-lib.com/povyshenie-effektivnosti-proizvodstva-i-pererabotki-semyan-podsolnechnika> (дата звернення: 22.09.2019).

5. Статистична інформація Державного служби статистики України: офіційний сайт. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>. (дата звернення: 11.12.2019).

6. Олійно-жирова галузь України. 2017: інформаційно-аналітичний бюлетень олійно-жирової галузі України та Російської Федерації / УкрНДЦОЖ НААН. Харків, 2017. 103 с.

7. Ящук Н. Що слід знати, щоб якісну соняшникову олію мати. *Пропозиція*. 2010. № 10. С. 64-68.

8. Технічні засоби післязбиральної обробки насіння соняшнику: монографія / Є. В. Михайлов та ін. Мелітополь: FORWARD PRESS, 2019. 203 с.

9. Михайлов Е. В. Задосная Н. А. Свойства семян подсолнечника и показатели качества масличного сырья, поступающего на Мелитопольский маслоэкстракционный завод. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2013. Вип. 13, т. 3. С. 111-123.

10. Михайлов Є. В., Задосна Н. О. Рубцов М. О. Теоретичні обґрунтування параметрів та режимів роботи пневмосепаратора попередньої очистки олійної сировини соняшнику. *Вісник ДДАЕУ*. Дніпропетровськ, 2015. № 4 (38). С. 91-95.

11. Пневморешітний сепаратор із замкненою повітряною системою: пат. 129349 Україна: МПК В07В1/28. № u 2018 05086; заявл. 08.05.2018; опубл. 25.10.2018, Бюл. № 20.

12. ДСТУ 4694:2006. Соняшник. Олійна сировина. Технічні умови. [Чинний від 2008-01-03]. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 19 с. (Національний стандарти України).

13. ДСТУ 7011:2009. Соняшник. Технічні умови. [Чинний від 2011-01-07]. Київ: Держспоживстандарт України, 2011. 11 с. (Національний стандарт України).

МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЛАБОРАТОРНО-ВИРОБНИЧИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПНЕВМОРЕШІТНОГО СЕПАРАТОРА ОЛІЙНОЇ СИРОВИНИ СОНЯШНИКУ

Михайлов Є. В., Задосна Н. О., Афанасьєв О. О.

Анотація

У зв'язку з впровадженням у виробничий процес експериментального пневморешітного сепаратора олійної сировини соняшнику виникає проблема з методичного забезпечення досліджень робочих органів і технологічного процесу його роботи. Розроблено устаткування, програму та методику встановлення параметрів та режимів роботи жалюзійного повітророзподільника ПРС ОСС з урахуванням якості його роботи. Так, діапазон частоти обертання ротору вентилятора складає 300-700 об.хв⁻¹, кут нахилу рухомої жалюзі до нерухомої 0-35°, кут відхилення стінки середньої рухомої від положення стінки середньої нерухомої (-16) – (+16)°, що забезпечить проведення однофакторних досліджень та визначить раціональні діапазони варіювання 3-х основних факторів для багатфакторного експерименту.

Ключові слова: олійна сировина соняшнику, пневморешітний сепаратор, жалюзійний повітророзподільник, параметри та режими.

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЛАБОРАТОРНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПНЕВМОРЕШЕТНОГО СЕПАРАТОРА МАСЛИЧНОГО СЫРЬЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Михайлов Е. В., Задосная Н. А., Афанасьев О. О.

Аннотация

В связи с внедрением в производственный процесс экспериментального пневморешетного сепаратора (ПРС) масличного сырья подсолнечника (МСП) возникает проблема с методического обеспечения исследований рабочих органов и технологического процесса его работы.

Разработано оборудование, программа и методика установления параметров и режимов работы жалюзийного воздухораспределителя ПРС МСП с учетом качества его работы. Так, диапазон частоты вращения ротора вентилятора составляет 300-700 об.мин⁻¹, угол наклона подвижной жалюзии к неподвижной 0-35°, угол отклонения стенки средней подвижной от положения стенки средней неподвижной (-16) – (+16)°, что обеспечит проведение однофакторных исследований и определит оптимальные диапазоны варьирования 3-х основных факторов для многофакторного эксперимента.

Ключевые слова: масличное сырье подсолнечника, пневморешетный сепаратор, жалюзийный воздухораспределитель, параметры и режимы.

METHODOLOGICAL SUPPORT OF LABORATORY AND PRODUCTION RESEARCHES OF DIGITAL SEPARATOR OF OILED RAIL SUNFLOWER

E. Mikhailov, N. Zadosna, O. Afanasyev

Summary

Production of oilseeds is one of the main activities of Ukrainian agriculture. In recent years, the country has seen a tendency to increase production of sunflower seeds. In the 2018/19 marketing year 14,5 million tons were obtained and the sunflower yield was over 23 c/ha. This economic situation requires an objective assessment of developments in the industry and efficiency in the new business environment. Most sunflower oil (OS) is processed at specialized presses and extraction plants. An important indicator of the technological quality of seeds is the content of impurities in it. An important indicator of the technological quality of seeds is the content of impurities in it. Raw material impurities are divided into garbage and oil. It has been determined that in the last 20-30 years, due to the cultivation of new varieties of sunflower, the change of the harvesting time, the use of modern harvesting equipment of domestic and foreign production, the physical-mechanical and aerodynamic properties of the OS have changed, and this requires improvement of the technical means for its processing. Modern post-harvest processing technology should ensure the application of the most intensive methods of post-harvest OS processing at all technological stages, especially during cleaning.

In connection with the introduction into the production process of an experimental pneumatic sieve separator (PS) of oilseeds of sunflower, there is a problem with the methodological support of research of the working bodies and the technological process of its operation.

The equipment, program and methodology for establishing the parameters and operating modes of the louver air distributor of the PRS OS was developed taking into account the quality of its work. So, the range of the rotor speed of the fan rotor is 300-700 rpm^{-1} , the angle of inclination of the movable blinds to the fixed 0-35°, the angle of deviation of the wall of the middle movable from the position of the wall of the middle fixed (-16) – (+16)°, which will provide one-factor studies and determine the optimal ranges of variation of the 3 main factors for a multivariate experiment.

Key words: sunflower oil, pneumatic separator, louver air diffuser, parameters and modes.