

УДК. 631.362.3:631.1

АЕРОДИНАМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СКЛАДОВИХ ОЛІЙНОЇ СИРОВИНИ СОНЯШНИКУ

Михайлов Є.В., д.т.н.,

Задосна Н.О., аспірантка*

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-21-32, e-mail: evgenii1958@mail.ru

Анотація – в роботі представлено аналіз результатів визначення критичних швидкостей складових олійної сировини соняшника.

Ключові слова – насіння соняшнику, критична швидкість, коефіцієнт парусності, складові олійної сировини соняшнику.

Постанова проблеми. Насінневий ворох соняшнику, що надходить з бункера комбайна, в більшості випадків має підвищену вологість і містить значну кількість домішок. При рекомендованих строках збирання вологість насіння становить 12 ... 14%, вміст води в стеблах – 37 ... 52%; в кошиках – 57 ... 68% [1]. Тому, потрапляючи в бункер з сухим насінням, рослинні залишки зволожують їх. Здавати таке насіння на приймальні пункти або маслозаводи недоцільно, що вимагає їх обов'язкового попереднього очищення, сушки, так як в іншому випадку це призводить до самозігрівання, псуванню, розвитку шкідників і хвороб, підвищення кислотності, на усунення чого потрібні значні витрати [2].

На початковому етапі очистки найбільш часто поділ складових вороха насіння соняшнику відбувається з урахуванням його аеродинамічних властивостей та особисто критичних швидкостей вітання. Високопродуктивні машини попереднього очищення зерна, як правило, [3-5] 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 [6]. Особливо це відноситься до вороху насіння соняшнику та його складових, вивчення яких недостатня, що робить проблему післязбиральної обробки соняшнику актуальною.

Аналіз останніх досліджень. Ворох насіння соняшнику складає

суміш насіння основної культури, сміттєвих та олійних домішок [7].

До бур'янистим домішок відносять: весь прохід крізь сито з вічками діаметром 3,0 мм; мінеральну домішку – грудочки землі, гальку, шлаки і т.п; ор-ганічну домішку – лушпиння, залишки листя, стебел, кошиків і т.п; порожні насіння без ядра; насіння всіх диких і культурних рослин; насіння соняшнику з зіпсованим ядром чорного кольору.

До олійним домішок відносять у залишку на ситі з вічками діаметром 3,0 мм: щуплі, травмовані насіння соняшнику (повністю або частково обвалені, биті, роздавлені, з неміцним лушпинням), дроблені (із залишками ядра менше половини).

Вивчення аеродинамічних характеристик компонентів насіння основної культури, засмічених і олійних домішок в значній мірі дають оснований і передумови до проектування машин, які забезпечать виконання агротехнічних вимог [8-10].

Одна з таких робіт [11] присвячена моделюванню процесу сепарації насіння соняшнику у вертикальному пневматичному каналі повітряно-решетної зерноочисної машини, де вирішувалася специфічне завдання визначення значень критичної швидкості фрагментів стебел, кошиків, обрушеного насіння та насіння соняшнику різної товщини при його сходженні з решета.

В роботі [12] представлено дослідження сепаратора, де одне з головних завдань дослідження ставилося вивчення фізико-механічних властивостей і аеродинамічних характеристик насіння соняшнику стосовно до інерційно-повітряному процесу поділу.

Інтерес представляє робота теоретичного плану [13], де наведено аналіз коефіцієнтів аеродинамічного опору насіння, визначено поправочний коефіцієнт, що враховує форму частинок зернового матеріалу для визначення коефіцієнта опору зернівок. Встановлено, що коефіцієнти опору повітряному потоку насіння основних зернових культур мають тісний зв'язок з критерієм Рейнольдса, а об'ємний фактор форми насіння має тісний кореляційний зв'язок з їх критерієм сферичності.

Мета досліджень. Визначення значень критичних швидкостей насіння соняшнику та його складових, що надходять на зерноочисні комплекси сільгоспідприємств та олійноекстракційні заводи півдня України.

Основна частина. Аналіз рисунка 1 показує, що критична швидкість вітання повноцінного насіння $V_{кр.нп.}$ знаходиться в широкому діапазоні. Так його мінімальне математичне очікування склало $V_{кр.нп.(ср)}^{min}=4,124\text{мс}^{-1}$ при $V_{кр.нп.(min)}^{min}=3,186\text{мс}^{-1}$, $V_{кр.нп.(max)}^{min}=5,108\text{мс}^{-1}$, середньоквадратичному відхиленні $\sigma_{нп}^{min} = 0,44\%$ і коефіцієнті варіації $v_{нп}^{min}=10,63\%$. Діапазон мінімальної критичної швидкості повноцінного насіння склав 2 мс^{-1} , при відносно невисокому значенні коефіцієнта

варіації. Максимальне математичне очікування склало $V_{кр.нп.(ср)}^{max} = 6,659 \text{ мс}^{-1}$ при $V_{кр.нп.(min)}^{max} = 5,385 \text{ мс}^{-1}$, $V_{кр.нп.(max)}^{max} = 7,71 \text{ мс}^{-1}$, середньоквадратичному відхиленні $\sigma_{нп}^{max} = 0,60\%$ і коефіцієнті варіації $\nu_{нп}^{max} = 9,03\%$. Діапазон максимальної критичної швидкості повноцінного насіння склав більше 2 мс^{-1} , при відносно невисокому значенні коефіцієнта варіації. Діапазон критичної швидкості витання повноцінного насіння склав від $V_{кр.нп.(min)}^{min} = 3,186 \text{ мс}^{-1}$ до $V_{кр.нп.(max)}^{max} = 7,71 \text{ мс}^{-1}$.

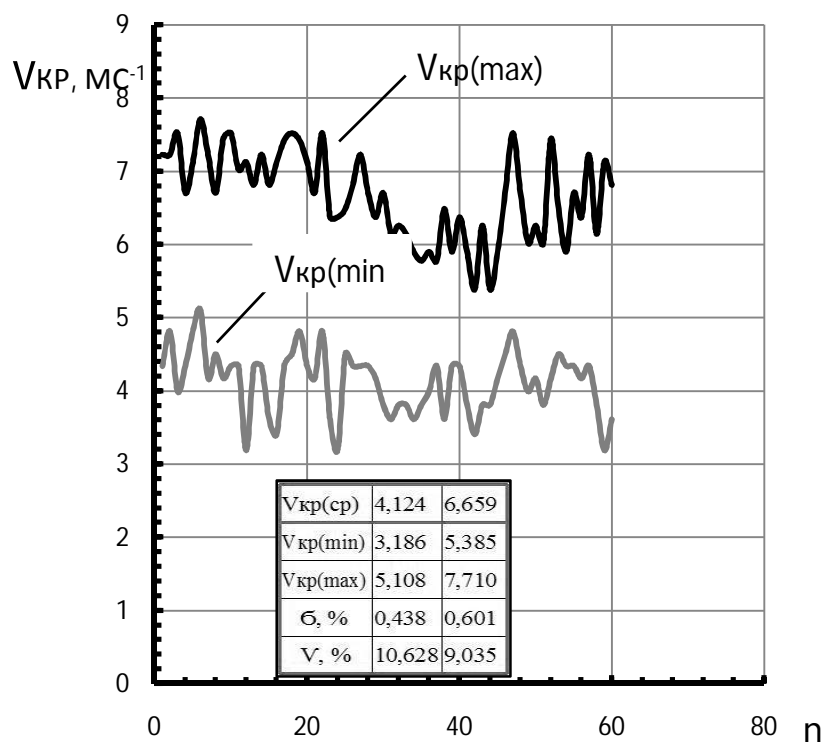


Рис. 1. Статистичні характеристики критичних швидкостей витання повноцінного насіння

Олійна домішка включає в себе щуплі (рис. 2), подрібнені (рис. 3) та пошкоджені насіння (рис. 4).

Мінімальне математичне очікування щуплого насіння склало $V_{кр.ниц.(ср)}^{min} = 3,674 \text{ мс}^{-1}$ при $V_{кр.ниц.(min)}^{min} = 3,186 \text{ мс}^{-1}$, $V_{кр.ниц.(max)}^{min} = 4,341 \text{ мс}^{-1}$, середньоквадратичному відхиленні $\sigma_{ниц}^{min} = 0,401\%$ і коефіцієнті варіації $\nu_{ниц}^{min} = 10,914\%$. Максимальне математичне очікування склало $V_{кр.ниц.(ср)}^{max} = 5,628 \text{ мс}^{-1}$ при $V_{кр.ниц.(min)}^{max} = 4,316 \text{ мс}^{-1}$, $V_{кр.ниц.(max)}^{max} = 6,257 \text{ мс}^{-1}$, середньоквадратичне відхилення $\sigma_{ниц}^{max} = 0,837 \text{ мс}^{-1}$ і коефіцієнті варіації $\nu_{ниц}^{max} = 7,258\%$.

Мінімальне математичне очікування подрібненого насіння склало $V_{кр.нд.(ср)}^{min} = 4,079 \text{ мс}^{-1}$ при $V_{кр.нд.(min)}^{min} = 2,085 \text{ мс}^{-1}$, $V_{кр.нд.(max)}^{min} = 5,648 \text{ мс}^{-1}$, середньоквадратичному відхиленні

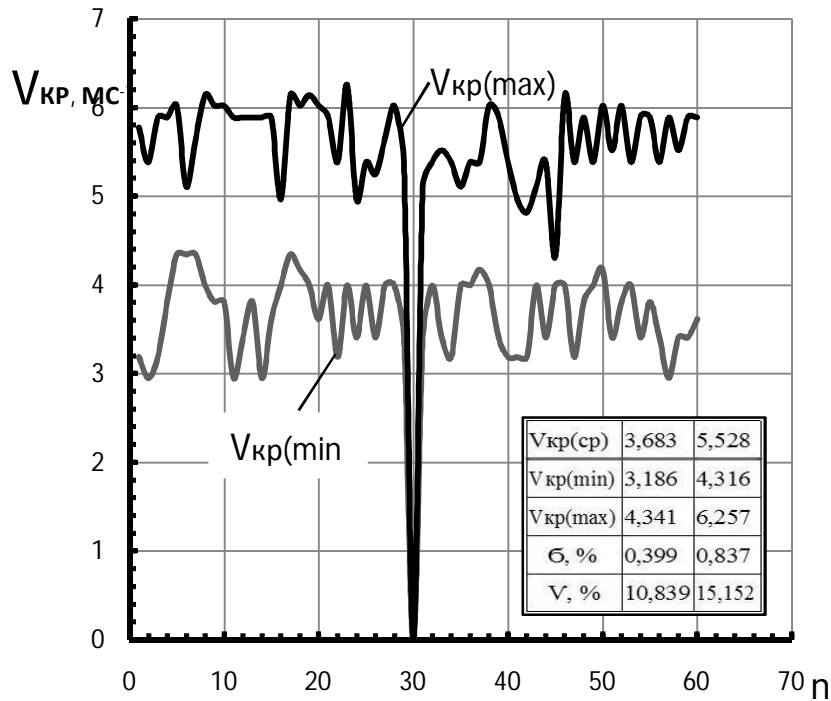


Рис. 2. Статистичні характеристики критичних швидкостей витання щуплого насіння

$\sigma_{нд}^{min} 0,766\%$ і коефіцієнті варіації $\nu_{нд}^{min}=18,79\%$. Максимальне математичне очікування склало $V_{кр.нд.(ср)}^{max} = 5,956\text{мс}^{-1}$ при $V_{кр.нд.(min)}^{max} = 3,186\text{мс}^{-1}$, $V_{кр.нд.(max)}^{max} = 7,123\text{мс}^{-1}$, середньоквадратичному відхиленні $\sigma_{нд}^{max} = 0,885\%$, $\nu_{нд}^{max} = 14,86\%$.

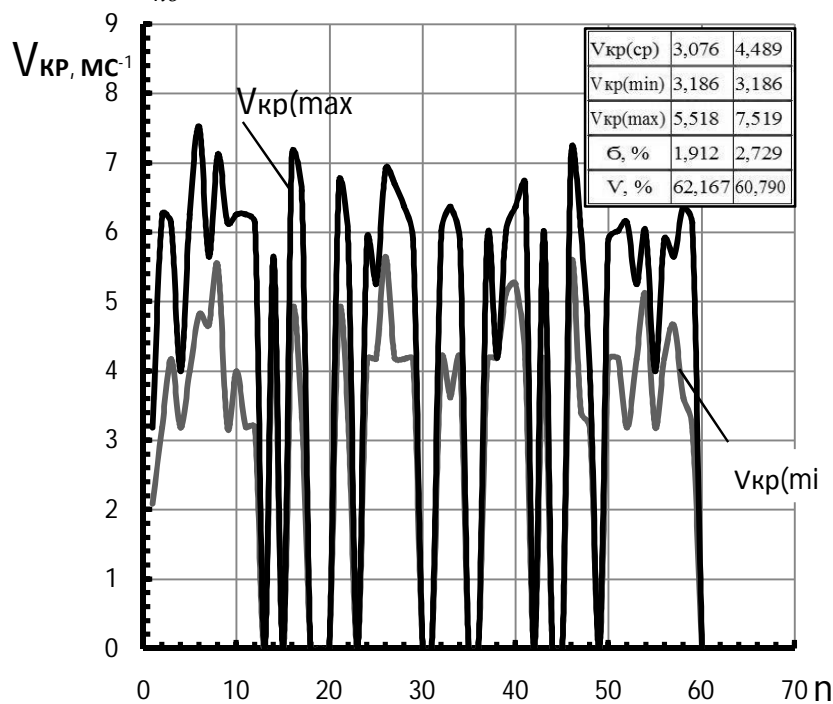


Рис. 3. Статистичні характеристики критичних швидкостей витання подрібненого насіння

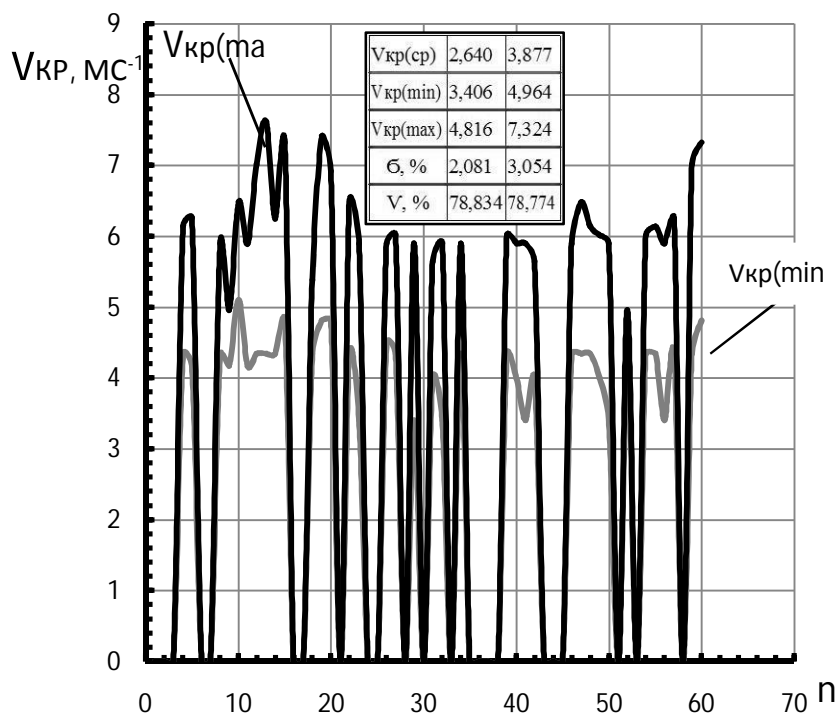


Рис. 4. Статистичні характеристики критичних швидкостей витання пошкодженого насіння

Мінімальне математичне очікування пошкодженого насіння склало $V_{кр.н.з.(ср)}^{min} = 4,21 \text{ мс}^{-1}$ при $V_{кр.н.з.(min)}^{min} = 3,406 \text{ мс}^{-1}$, $V_{кр.н.з.(max)}^{min} = 5,108 \text{ мс}^{-1}$, середньоквадратичному відхиленні $\sigma_{н.з.}^{min} = 0,432\%$ та коефіцієнті варіації $v_{н.з.}^{min} = 10,268\%$. Максимальне математичне очікування склало $V_{кр.н.з.(ср)}^{max} = 6,182 \text{ мс}^{-1}$ при $V_{кр.н.з.(min)}^{max} = 5,385 \text{ мс}^{-1}$, $V_{кр.н.з.(max)}^{max} = 7,422 \text{ мс}^{-1}$, середньоквадратичному відхиленні $\sigma_{н.з.}^{max} = 0,616\%$ і коефіцієнті варіації $v_{н.з.}^{max} = 9,971\%$.

Аналіз отриманих значень показує, що олійна домішка, до якої відносять шуплі, подрібнені та пошкоджені насіння, по своєму діапазону критичних швидкостей практично входить до складу повноцінного насіння соняшнику, за винятком частини подрібнених, які разом з легкими домішками підуть у відходи.

Крупна домішка (рис. 5) складається в основному з органічних домішок у вигляді залишків листя, стебель, кошиків.

Мінімальне математичне очікування критичних швидкостей крупних домішок склало $V_{кр.кд.(ср)}^{min} = 3,631 \text{ мс}^{-1}$ при середньоквадратичному відхиленні $\sigma_{кд}^{min} = 0,364\%$, $V_{кр.кд.(min)}^{min} = 3,186 \text{ мс}^{-1}$, $V_{кр.кд.(max)}^{min} = 4,816 \text{ мс}^{-1}$ і коефіцієнті варіації $v_{кд}^{min} = 10,025\%$. Різниця мінімальних критичних швидкостей крупних домішок склала $1,63 \text{ мс}^{-1}$ при відносно невисокому значенні коефіцієнта варіації. Максимальне математичне очікування критичних швидкостей крупних домішок склало

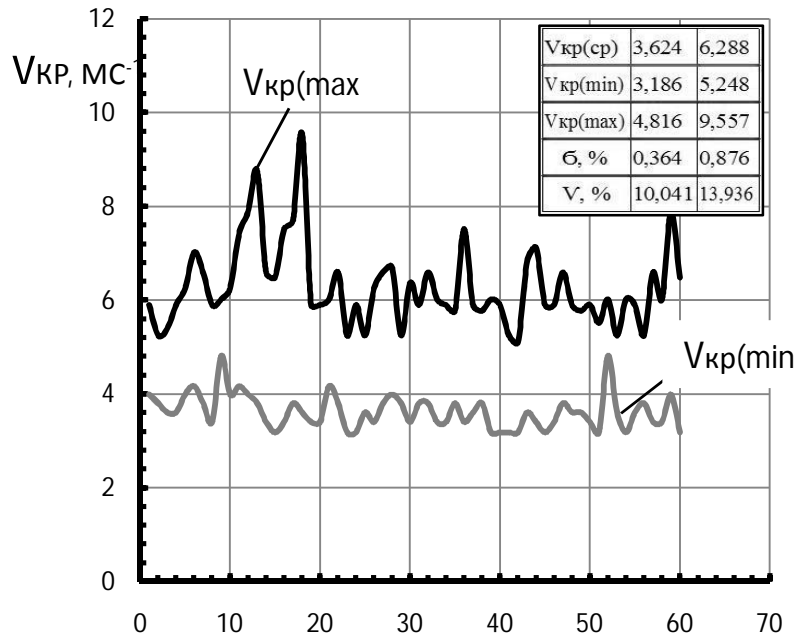


Рис. 5. Статистичні характеристики критичних швидкостей витання крупних домішок

$V_{кр.кд(ср)}^{max} = 6,282 \text{ мс}^{-1}$ при $V_{кр.кд.(min)}^{max} = 5,248 \text{ мс}^{-1}$, $V_{кр.кд.(max)}^{max} = 9,557 \text{ мс}^{-1}$, при середньоквадратичному відхиленні $\sigma_{кд}^{max} = 0,87\%$ і коефіцієнт варіації $\nu_{кд}^{max} = 13,855\%$. Різниця максимальних критичних швидкостей крупних домішок склала $4,309 \text{ мс}^{-1}$, при відносно невисокому значенні коефіцієнта варіації. Діапазон критичних швидкостей витання для крупної домішки знаходиться у межах:

– $V_{кр.кд.(min)}^{min} = 3,186 \text{ мс}^{-1}$ до $V_{кр.кд.(max)}^{max} = 9,557 \text{ мс}^{-1}$, а різниця критичних швидкостей крупних домішок склала $V_{кр.кд.} = 6,371 \text{ мс}^{-1}$.

Аналіз отриманих значень показує, що найвищий діапазон критичної швидкості знаходиться саме у цієї категорії домішок. В той же час велика кількість домішок за характеристикою входить до складу розглянутих домішок, а отже їх виділення можливе за умови обробки олійної сировини на пневмосепараторах з використанням як повітряних потоків, так і решіт [14-16].

Прохід крізь сито з вічками діаметром 3,0 мм (рис. 6).

Аналіз значень критичних швидкостей проходу крізь сито з вічками діаметром 3,0 мм показує, що мінімальне математичне очікування склало $V_{кр.пс(ср)}^{min} = 2,987 \text{ мс}^{-1}$ при $V_{кр.пс.(min)}^{min} = 2,408 \text{ мс}^{-1}$, $V_{кр.пс.(max)}^{min} = 3,808 \text{ мс}^{-1}$, $\sigma_{пс}^{min} = 0,337 \text{ мс}^{-1}$ коефіцієнта варіації $\nu_{пс}^{min} = 11,277\%$. Діапазон мінімальної критичної швидкості легких домішок склав практично $1,4 \text{ мс}^{-1}$, при відносно невисокому значенні коефіцієнта варіації. Максимальне математичне очікування склало $V_{кр.пс(ср)}^{max} = 6,054 \text{ мс}^{-1}$ при $V_{кр.пс.(min)}^{max} = 4,171 \text{ мс}^{-1}$, $V_{кр.пс.(max)}^{max} = 7,225 \text{ мс}^{-1}$, $\sigma_{пс}^{max} = 0,665 \%$, коефіцієнт варіації $\nu_{пс}^{max} = 10,982 \%$. Діапазон

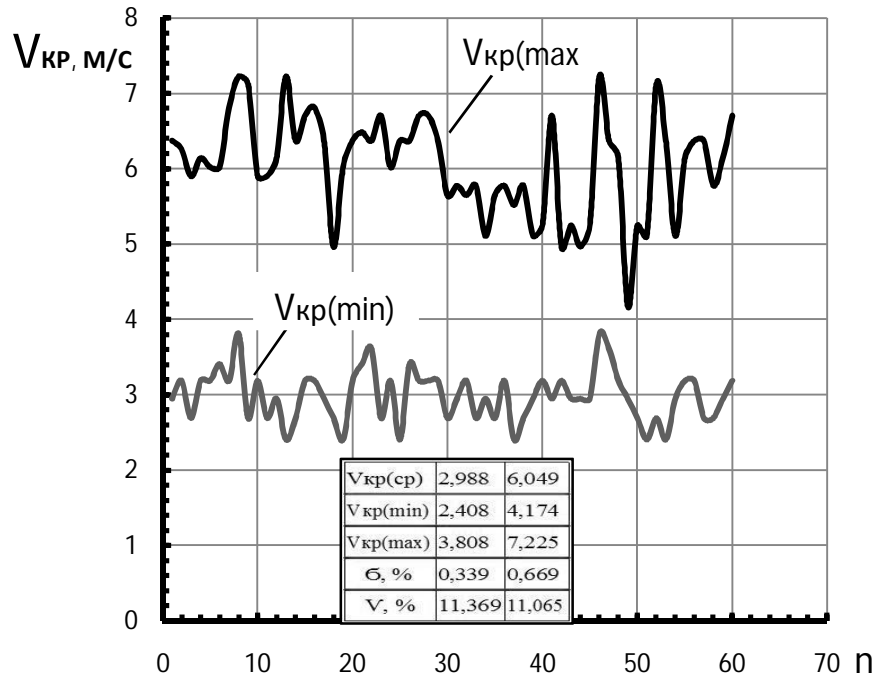


Рис. 6. Статистичні характеристики критичних швидкостей витання проходу крізь сито з вічками діаметром 3,0 мм.

максимальної критичної швидкості легких домішок склав більше $3,054 \text{ мс}^{-1}$, при відносно невисокому значенні коефіцієнта варіації.

Діапазон критичних швидкостей витання для цієї фракції лежить від:

$$- V_{кр.п.}^{min}(\min) = 2,408 \text{ мс}^{-1} \quad \text{до} \quad V_{кр.п.}^{max}(\max) = 7,225 \text{ мс}^{-1} \quad \text{або} \quad -\Delta V_{кр.п.} = 4,817 \text{ мс}^{-1}.$$

Легка домішка. До легкої домішки відноситься лушпиння в залишку на ситі з вічками діаметром 3,0 мм.

Аналіз значень критичних швидкостей легких домішок (рис. 7) показує, що їх мінімальне математичне очікування склало $V_{кр.л.}^{min}(cp) = 2,657 \text{ мс}^{-1}$ при $V_{кр.л.}^{min}(\min) = 2,408 \text{ мс}^{-1}$, $V_{кр.л.}^{min}(\max) = 3,406 \text{ мс}^{-1}$, середньоквадратичному відхиленні $\sigma_{л.}^{min} = 0,252\%$ коефіцієнті варіації $\nu_{л.}^{min} = 9,509\%$. Діапазон мінімальної критичної швидкості легких домішок склав практично 0 мс^{-1} , при відносно невисокому значенні коефіцієнта варіації. Максимальне математичне очікування $V_{кр.л.}^{max}(cp) = 4,409 \text{ мс}^{-1}$ при $V_{кр.л.}^{max}(\min) = 3,406 \text{ мс}^{-1}$, $V_{кр.л.}^{max}(\max) = 5,518 \text{ мс}^{-1}$, середньоквадратичному відхиленні $\sigma_{л.}^{max} = 0,0482\%$, коефіцієнті варіації $\nu_{л.}^{max} = 10,934\%$. Діапазон максимальної критичної швидкості легких домішок склав більше $2,112 \text{ мс}^{-1}$.

Діапазон критичних швидкостей витання для легких домішок лежить від: $- V_{кр.л.}^{min}(\min) = 2,408 \text{ мс}^{-1}$ до $V_{кр.л.}^{max}(\max) = 5,518 \text{ мс}^{-1}$.

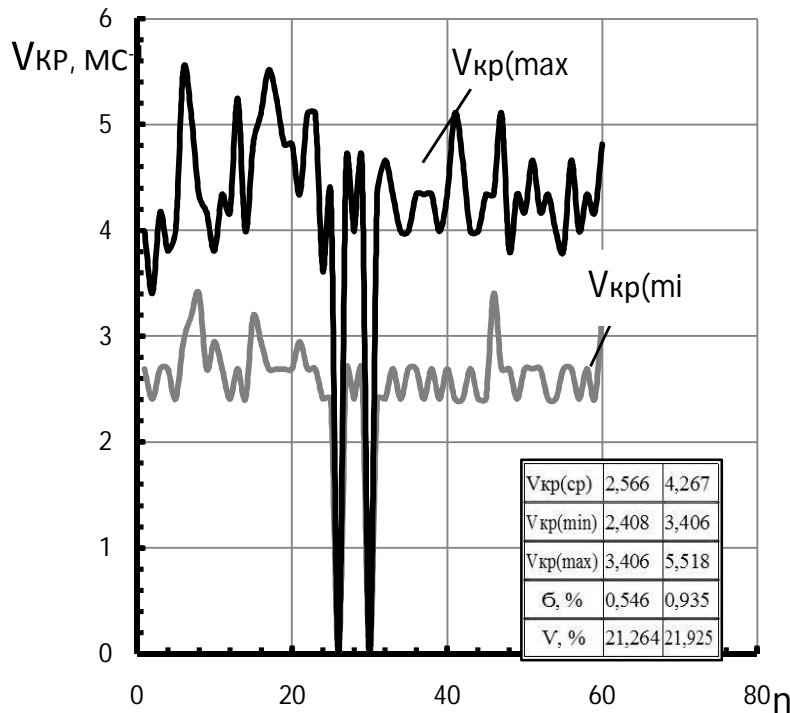


Рис. 7. Статистичні характеристики критичних швидкостей витання легких домішок

Аналізуючи отримані значення ми бачимо, що у легких домішок діапазон критичних швидкостей витання знаходиться в межах більше 3 мс^{-1} . Слід звернути увагу, що виділені нами в процесі розбору проб, легкі домішки, не завжди такими є, так як окремі складові знаходяться за значеннями критичних швидкостей в середині критичних швидкостей повноцінного насіння.

Аналіз значень критичних швидкостей насіння інших рослин показує, що їх наявність, з 60-ти проб, складає всього в п'ятьох пробах.

В цьому випадку мінімальне математичне сподівання насіння інших рослин склало $V_{кр.пр.}(ср)^{min} = 5,0693 \text{ мс}^{-1}$ при $V_{кр.пр.}(min)^{min} = 5,385 \text{ мс}^{-1}$, $V_{кр.пр.}(max)^{min} = 6,484 \text{ мс}^{-1}$, середньоквадратичному відхиленні $\sigma_{нр}^{min} = 0,531\%$, $\nu_{нр}^{min} = 9,329\%$. Діапазон мінімальної критичної швидкості насіння інших рослин склав практично $1,099 \text{ мс}^{-1}$. Максимальне математичне сподівання склало $V_{кр.пр.}(ср)^{max} = 6,978 \text{ мс}^{-1}$ при $V_{кр.пр.}(min)^{max} = 6,371 \text{ мс}^{-1}$, $V_{кр.пр.}(max)^{max} = 8,255 \text{ мс}^{-1}$, середньоквадратичному відхиленні $\sigma_{нр}^{min} = 0,889\%$ і коефіцієнті варіації $\nu_{нр}^{max} = 12,74\%$. Діапазон максимальної критичної швидкості насіння інших рослин склав $1,884 \text{ мс}^{-1}$.

Висновки. У роботі представлені результати та аналіз аеродинамічних властивостей насіння соняшнику та його складових, що надходять на зерноочисні комплекси та олійноекстракційні заводи півдня

України.

1. Аналіз отриманих значень показує, що олійна домішка, яка включає в себе щуплі, подрібнені та пошкоджені насіння, по своїм діапазону критичної швидкості витання практично входить до складу повноцінного насіння соняшнику за винятком частини подрібнених, які разом з легкими домішками підуть у відходи.

2. Легкі домішки, частково знаходяться в середині діапазону критичних швидкостей повноцінного насіння і велика їх частина може бути відокремлена повітряним потоком. Аналіз результатів значень критичних швидкостей, складових вороху соняшнику, показує, що можливо лише часткове виділення їх зі складу вороху.

3. Аналіз аеродинамічних властивостей крупних домішок, показує, що найбільший діапазон критичної швидкості знаходиться саме у цієї категорії домішок. В той же час велика кількість крупних домішок за характеристикою входить до складу інших домішок, а отже їх виділення можливе за умови обробки насінневого вороху на пневмосепараторах з використанням як повітряних потоків, так і решіт.

4. Аналіз значень критичних швидкостей насіння інших рослин показав, що їх наявність, з 60-ти проб має місце всього в п'ятьох пробах. Аналіз результатів значень критичних швидкостей, насіння інших рослин і бур'янів, свідчить, що виділити їх із складу вороху соняшнику повітряним потоком не представляється можливим.

Література

1. *Буряков Ю.П.* Индустриальная технология подсолнечника / Ю.П. Буряков. – М.: Высшая школа, 1983. – 192 с.

2. *Михайлов Е.В.* Свойства семян подсолнечника и показатели качества масличного сырья, поступающего на Мелитопольский маслоэкстракционный завод / Е.В. Михайлов, Н.А. Задосная. Праці таврійського державного агротехнологічного університету. Вип. 13, т. 3. – Мелітополь: ТДАТУ, 2013. – С. 118-123.

3. *Михайлов Є.В.* Аспекти методики визначення параметрів повітряного потоку в пневмосистемі машини попереднього очищення зерна / Є.В. Михайлов, О.О. Білокопитов, М.П. Кольцов // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь, 2010. – Вип. 11, т. 1. – С. 242-250.

4. *Михайлов Є. В.* Аналіз пневматичних систем зерноочисних машин та удосконалення їх класифікації / Є. В. Михайлов, О. О. Білокопитов, Н. О. Задосна, Д. В. Сердюк // Праці таврійського державного агротехнологічного університету. Вип. 12, т. 5. – Мелітополь: ТДАТУ, 2012. – С. 50-61.

5. Пат. № 61469 У Україна, МПКВ07В1/28. Решітний сепаратор / Є.В. Михайлов, О.О. Білокопитов, В.С. Дудка, А.В. Перетяцько; Заявник та патентовласник Таврійський державний агротехнологічний

університет. заявл. 23.11.2010; опубл. 25.07.2011. Бюл. №14. – 4 с.

6. Білокопитов О.О. Аналіз результатів визначення критичної швидкості та коефіцієнту парусності складових зернового вороху/ О.О. Білокопитов, Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету.– Мелітополь, 2012. – Вип. 2, т. 5. – С. 198-207.

7. ДСТУ 4694:2006. Соняшник. Олійна сировина. Технічні умови. – Вид. офіц. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – Ш, 12 с. – (Національний стандарт України).

8. ОСТ 70.10.2-83. Зерноочистительные машины, агрегаты, зерноочистительно-сушильные комплексы. Программа и методы испытаний. – М., 1984. – 172 с.

9. Чижигов А.Г. Операционная технология послеуборочной обработки и хранения зерна (в Нечерноземной зоне) / А. Г. Чижигов, В. Д. Бабченко, Е. А. Машков. – М.: Россельхозиздат, 1981. – 192 с.

10. Макаров П.И. Механизация послеуборочной обработки зерна / П.И.Макаров, Г.С. Юнусов, И.И. Казанков, С.И. Казанков, Г.В. Богданов, Х.С. Гайнанов, Н.Ф.Маслова. – Йошкар-Ола: МарГУ, 2007. – 284 с.

11. Шафоростов В.Д. Моделирование процесса сепарирования семян подсолнечника в вертикальном пневмоканале ветро- решетчатых зерноочистительных машин/ В. Д. Шафоростов, И.Е. Припоров // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – Краснодар, 2011. – Вып. 1. – С. 146-147.

12. Перепелкин М.А. Разработка и исследование сепаратора роторно-воздушного типа для очистки вороха подсолнечника: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.20.01. – М., 2009. – 21 с.

13. Ямпилев С.С. Моделирование аэродинамических свойств семян основных зерновых культур / С.С. Ямпилев, Н.В. Пашинова. – Научно-практический журнал «Вестник ИрГСХА». Иркутск, 2011. – Вып. 42. – С. 123-133.

14. Михайлов Є. В., Білокопитов О. О. Пат. № 78533 U Україна, МПК В07В 1/28. Решітний сепаратор із замкненою повітряною системою. заявник та патентовласник Таврійський державний агротехнологічний університет; опубл. 25.03.2013. Бюл. №6. – 4 с.

15. Машина предварительной очистки зерна МПО-50 Техническое описание и инструкция по эксплуатации/ МПО-50 00.00.000РЭ. Завод «Воронежсельмаш». – Воронеж, 2002. – 32 с.

16. Сепаратор предварительной очистки СП-70 [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://3398.by.all.biz/goodsseparator-predvaritelnoj-ochistki-sp-70_38129.

АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОСТАВЛЯЮЩИХ МАСЛИЧНОГО СЫРЬЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Е. В. Михайлов, Н. А. Задосная

Аннотация – в работе представлен анализ результатов определения критических скоростей составляющих масличного сырья подсолнечника.

AERODINAMICAL CHARACTERISTICS OF BASIS THE SUNFLOWER SEEDS HEAP

E. Mikhailov, N. Zadosna

Summary

The article presents analysis of the results of determination of the dead velocity and the coefficient of the wind resistance of basis the sunflower seeds heap.