

## Методика обґрунтування середньої кількості насінин, які при проходженні вертикального каналу із раціональною швидкістю зустрічного потоку втратять рівновагу та в результаті потраплять до наелектризованої бічної стінки для запропонованого способу вирішення проблеми підготовки насінного матеріалу шляхом сепарування

У статті наведена розроблена методика теоретичного обґрунтування одного з параметрів запропонованого способу сепарування - середньої кількості насінин, що при сепаруванні будуть віднесені з фракції II до фракції III. Запропоновані способи сепарування насінин у повітряних потоках є вдосконаленими варіантами відомого способу сепарування у горизонтальному повітряному потоці. **сепарування, горизонтальний повітряний потік, фракція, питомо-легкі насінини**

З метою збільшення врожайності с.-г. культур необхідно впроваджувати сучасні інтенсивні та прогресивні технології. Такі технології потребують підготовки якісного насінного матеріалу, що є основою високих врожаїв.

Якісний насіннєвий матеріал отримують шляхом відбору із загальної маси тільки насінин із цінними біологічними властивостями. Використання для сівби таких насінин дозволяє за рахунок збільшення енергії проростання отримати дружні сходи, та в результаті збільшити загальну врожайність на 1.5...2.0 ц/га (для соняшника).

У зв'язку з відсутністю досконалих способів та засобів для проведення сепарування, постає актуальна проблема розробки нових та вдосконалення існуючих способів та засобів сепарації для відбору насінин із цінними насінними якостями. Нові засоби сепарації повинні відбирати насіння із мінімальними втратами біологічно-цінних насінин, забезпечивши найефективніше вирішення проблеми підготовки насінного матеріалу.

Найбільш перспективним для вдосконалення є сепаратор, що має найменшу енергоємність - сепаратор у горизонтальному повітряному потоці типу "Тріумф". Для його нормального функціонування на початку 40-х років було достатньо дві людини. Отже, за базовий для вдосконалення спосіб нами було взято саме такий спосіб сепарування насінин - у горизонтальному потоці.

Видатні вітчизняні вчені - Заїка П.М, Котов Б.І., Шабанов П.А., розробили та досліджували нові засоби для сепарації насінин у повітряних потоках. У той час завдання вдосконалення найменш енерговитратного способу сепарування у горизонтальному потоці було залишене поза їх та інших увагою [1-3].

Нами запропоновані [4,5], розроблені та виготовлені сепаратори за новими у технічному плані способами сепарування, показані на рис.1(а - г).

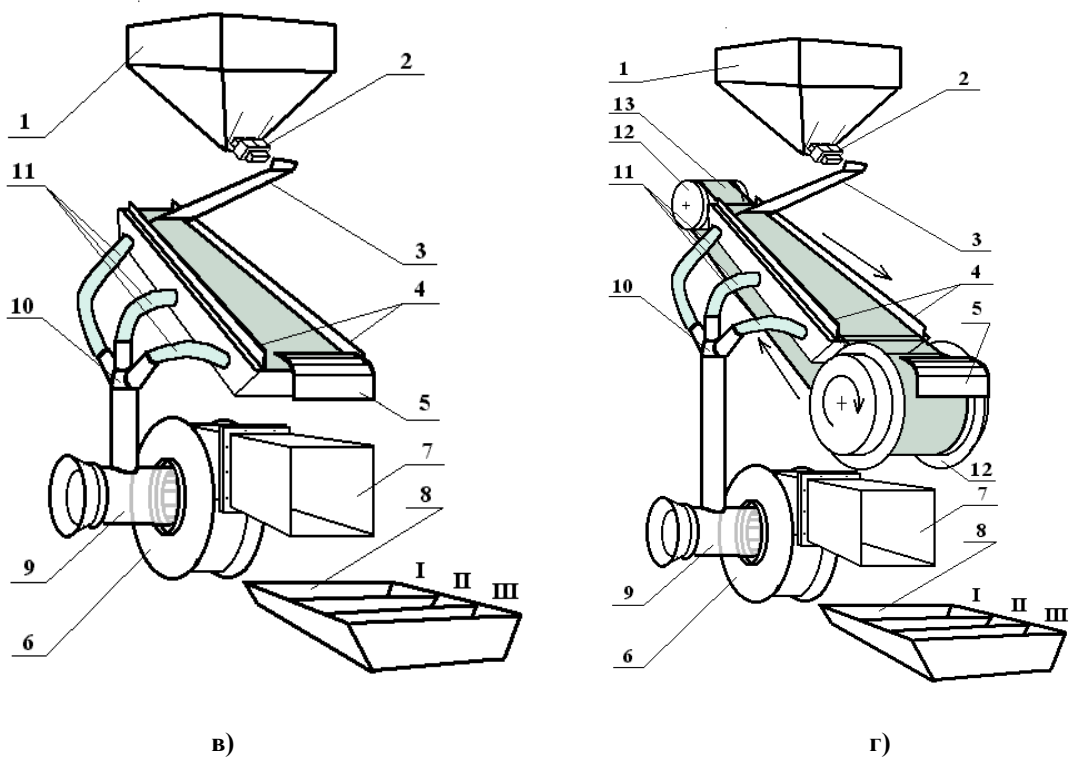
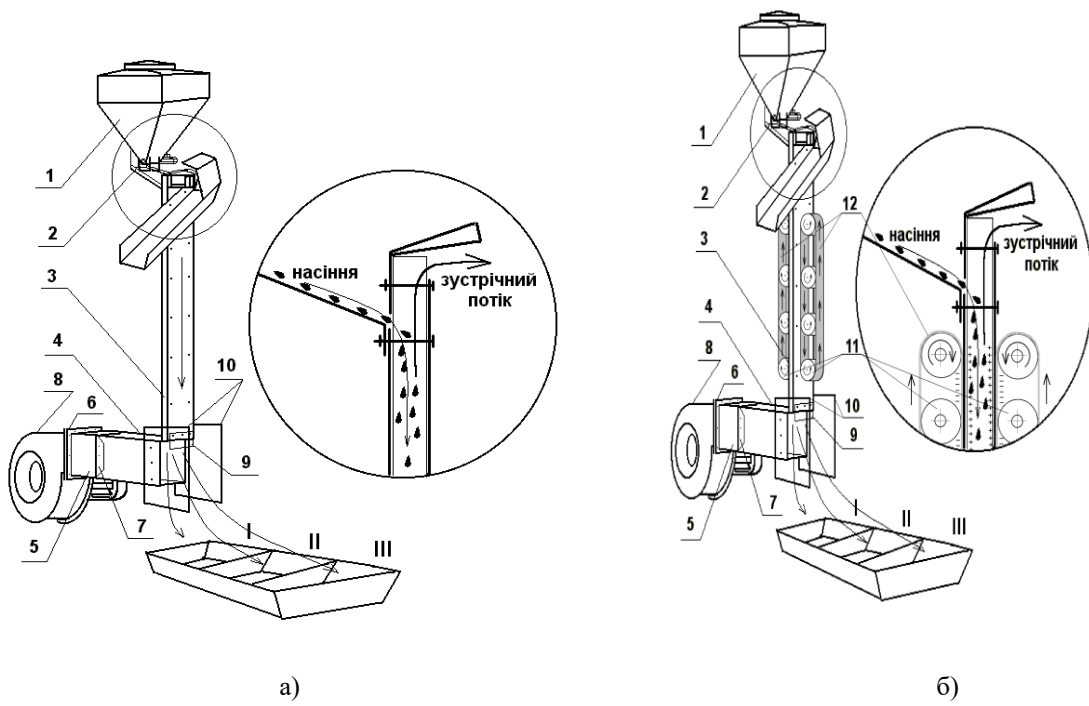


Рисунок 1 - Схема запропонованих засобів вирішення проблеми підготовки насінного матеріалу

У основу збільшення якості поділу нами поставлено реалізацію наукової гіпотези, згідно з якою, необхідно забезпечити встановлення вертикальної швидкості насінин, при входженні у основний горизонтальний потік, у залежність від їх питомої ваги (в основному) та аеродинамічних особливостей геометричної форми їх поверхні. Оскільки запропонований спосіб сепарування (див. рис. 1(б)) відрізняється від розробленого раніше [5] (див. рис.1(а)) кращими якостями насінин у фракції II, то необхідно розробити теоретичну методику обґрунтування його раціональних параметрів.

Для обґрунтування параметрів насінин у фракції II після сепарування необхідно визначити середню кількість насінин, що в результаті втрати рівноваги (хаотичного обертання при взаємодії із зустрічним потоком у вертикальному каналі 3 за рис.1(б)) та тимчасового залипання до бічних стінок із електричним зарядом, буде вилучена з фракції II до фракції III. При роботі такого способу сепарування, частина питома-легких насінин при проходженні вертикального каналу із раціональною швидкістю зустрічного потоку 4...5 м/с ( $V=0.9...1.0V_{кр}$ , див. підрозділ 4 [5]) втрачає рівновагу і починає хаотично обертатись навколо власної вісі, та рухатися по перерізу каналу. В результаті питома-легкі насінини, що втратили рівновагу, потрапляють до бічних стінок вертикального каналу де під дією електростатичного поля притягуються до них, додатково зменшуючи за рахунок тертя об поверхню стінок величину власної вертикальної швидкості. В результаті такі питома-легкі насінини відносяться до бункеру фракції III, забезпечуючи у бункері фракції II насінини другого сорту, придатне для підсівання та використання у якості резерву насінного матеріалу.

Властивість насінини втрачати рівновагу при русі у зустрічному потоці всередині вертикального каналу визначається в основному тим, наскільки власна критична швидкість насінини відрізняється від швидкості зустрічного потоку (з урахуванням набутої насіниною власної величини вертикальної швидкості). Отже найбільш питома-легкі насінини практично усі втратять рівновагу, оскільки раціональна швидкість зустрічного потоку за величиною практично співпадає з їх критичною швидкістю. Тобто, імовірність втрати рівноваги для таких насінин становить  $P_{вр} \approx 1$ , у той час як для найбільш питома-важких з  $V_{кр}=8...11$  м/с, при раціональній швидкості зустрічного потоку  $V=4...6$  м/с, імовірність  $P_{вр} \approx 0$ .

Для з'ясування залежності імовірності втрати насінинами рівноваги, у процесі руху вертикальним каналом із зустрічним потоком раціональної швидкості, від їх питомої ваги використаємо наступну методику.

Узявши усереднені параметри насінини ( $k=k_{ср}$ ,  $F=F_{ср}$ ) користуючись рівняннями (3.11) та (3.12) [5], збудуємо криву залежності теоретичної величини вертикальної швидкості насінин, зображену на рис. 2 (1), при випаданні з вертикального каналу довжиною  $L_{тр}=1.5$  м, від їх власної ваги насінин (тобто від параметрів фракції  $m_x$  та  $\sigma$ ), як показано на рис. 2 (а).

Збудуємо за допомогою апроксимуючої функції, яка за критерієм Фішера для 1% рівня значущості описує отриманий експериментальним шляхом графік залежності часу польоту вертикальним каналом  $L_{тр}=1.5$  м (див. рис. 4.7 [5]) та нанесемо на той самий графік на рис. 2 (2). Аналізуючи розміщення кривих часу руху насінин на рис. 2 (б), припустимо, що значна різниця у часі проходження питома-легкими насінинами вертикального каналу довжиною  $L_{тр}=1.5$  м між експериментальною (2) та теоретичною (1) кривими утворюється за рахунок того, що питома-легкі насінини при близькій до критичної найбільш питома-легких насінин швидкості зустрічного потоку (4...5 м/с) втрачають рівновагу, тобто хаотично обертаючись навколо своєї осі, підставляють зустрічному потоку більшу, ніж у зорієнтованому положенні, середню площу міделевого перерізу насінини.

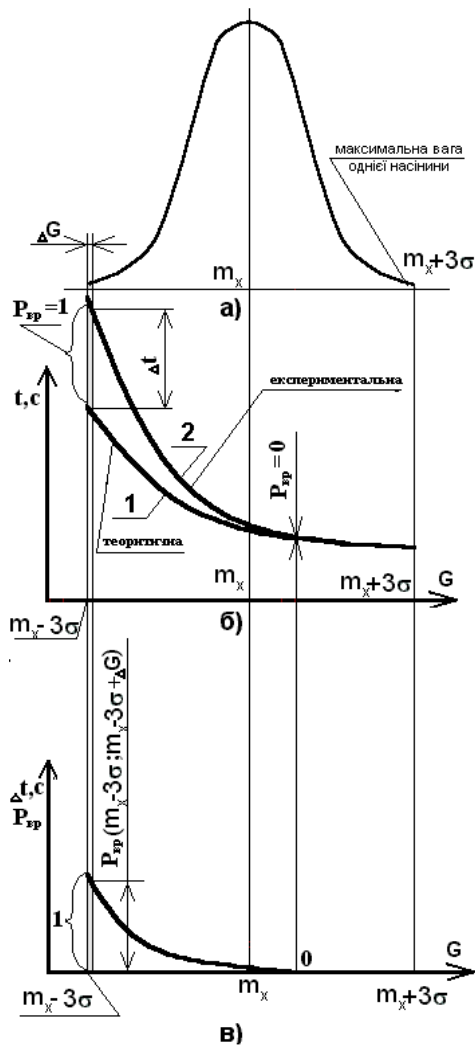


Рисунок 2 - Графіки, що пояснюють методику визначення середньої кількості насінин, які при проходженні вертикального каналу втратять рівновагу

значення теоретичної кривої (1) отримаємо графік залежності різниці між експериментальними і теоретичними даними часу руху вертикальним каналом від власної ваги насінин (тобто від параметрів фракції  $m_x$  та  $\sigma$ ) на рис. 2 (в).

Оскільки при 10-кратних експериментальних вимірюваннях часу руху вертикальним каналом кожної окремо узятій насінини різної питомої ваги, за результатами яких збудовано графік (2) на рис. 2(б), прибавка часу польоту складала 100% для найбільш питомо-легких насінин, котрі в усіх 10 дослідів втратили рівновагу. Питомо-легкі насінини із більшою власною вагою з 10 дослідів втратять рівновагу наприклад у 3 дослідів, а отже прибавка часу згідно експериментальних даних по відношенню до теоретичних, для такої насінини становитиме 30%.

Тобто з припустимою для практики точністю ми можемо прийняти різницю між експериментальними та теоретичними значеннями для кожного значення власної ваги окремо узятій насінини за імовірність втрати нею рівноваги  $P_{вр}$ .

Дамо приріст ваги найбільш питомо-легким насінинам  $\Delta G \rightarrow 0$  від значення  $(m_x - 3\sigma)$ , в результаті ми отримали ділянку  $(m_x - 3\sigma; m_x - 3\sigma + \Delta G)$ .

Кількість насінин на ділянці  $(m_x - 3\sigma; m_x - 3\sigma + \Delta G)$ , тобто імовірність їх потрапляння на цю ділянку  $P_{втр.1}$ .

$$\begin{aligned}
P_{втр.1} &= \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{m_x-3\sigma+\Delta G} e^{-\frac{(m_x-3\sigma+\Delta G-m_x)^2}{2\sigma^2}} dx - \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{m_x-3\sigma} e^{-\frac{(m_x-3\sigma-m_x)^2}{2\sigma^2}} dx = \\
&= \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{m_x-3\sigma+\Delta G} e^{-\frac{(\Delta G-3\sigma)^2}{2\sigma^2}} dx - \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{m_x-3\sigma} e^{-\frac{(-3\sigma)^2}{2\sigma^2}} dx
\end{aligned} \quad (1)$$

З іншого боку, імовірність втрати рівноваги насінинами ділянки ( $m_x-3\sigma$ ;  $m_x-3\sigma+\Delta G$ ) визначається як різниця між експериментальним та теоретичним значенням часу польоту вертикальним каналом за формулою  $P_{втр.2}$ .

$$P_{втр.2} = F_e \left( m_x - 3\sigma + \frac{\Delta G}{2} \right) - F_m \left( m_x - 3\sigma + \frac{\Delta G}{2} \right), \quad (2)$$

де  $F_e$  - апроксимуюча функція експериментального графіку 4.7 [5].

$$F_e = 0.4863622 * \exp \left( \frac{13.58347 * V_{cp}}{m_x - 3\sigma + \frac{\Delta G}{2}} \right), \quad (3)$$

де  $V_{cp}$  - середнє значення об'єму насінини у сепаруємій фракції;

$F_m$  - теоретична функція, визначена шляхом апроксимації результатів розрахунку швидкості насінин на виході з вертикального каналу (3.11) [5] довжиною  $L_{тр}=1.5$ м на інтервалі власної ваги насінини ( $m_x-3\sigma$ ;  $m_x+3\sigma$ ).

Визначимо кількість насінин на ділянці ( $m_x-3\sigma$ ;  $m_x-3\sigma+\Delta G$ ), які втратили рівновагу, через імовірність  $P_{вр}$ :

$$P_{вр} = P_{втр.1} * P_{втр.2}, \quad (4)$$

де  $P_{втр.1}$ ,  $P_{втр.2}$  - величина імовірностей за рівняннями (1) та (2).

Проінтегрувавши формулу (4) на ділянці ( $m_x-3\sigma$ ;  $m_x+3\sigma$ ) отримаємо загальну кількість насінин, що втратять рівновагу при проходженні вертикального каналу із зустрічним потоком раціональної швидкості.

$$P_{вр} = \int_{m_x-3\sigma}^{m_x+3\sigma} (P_{втр.1} * P_{втр.2}) * dx, \quad (5)$$

або у повному вигляді:

$$\begin{aligned}
P_{вр} &= \int_{m_x-3\sigma}^{m_x+3\sigma} \left( \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{m_x-3\sigma+\Delta G} e^{-\frac{(\Delta G-3\sigma)^2}{2\sigma^2}} dx - \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{m_x-3\sigma} e^{-\frac{(-3\sigma)^2}{2\sigma^2}} dx \right) * \\
&* \left( 0.4863622 \exp \left( \frac{13.58347 V_{cp}}{m_x - 3\sigma + \frac{\Delta G}{2}} \right) - F_m \left( m_x - 3\sigma + \frac{\Delta G}{2} \right) \right) dx, \quad (6)
\end{aligned}$$

Користуючись розробленою методикою можливо вирахувати середню вагу 1000 насінин у бункері фракції II.

Задаючись агрономічними вимогами до насінневого матеріалу фракції II можливо визначити геометричні параметри бункера фракції II (відстань встановлення) для запропонованого сепаратора (див. рис. 1(б)).

За результатами проведених досліджень можна зробити наступні висновки.

Розроблена методика теоретичного обґрунтування середньої кількості питоמו-легких насінин, яка при сепаруванні буде в результаті втрати рівноваги вилучена із фракції II до фракції III дозволяє при її використанні обґрунтувати геометричні параметри (відстань встановлення) бункеру фракції III.

Розроблена методика дозволяє, користуючись статистичними даними сепаруємої фракції насінин ( $m$ ,  $\sigma$ ) та потрібною за агровимогами вагою 1000 насінин фракції III з максимальною точністю визначити також середню вагу питоמו-легких насінин фракції III.

## Список літератури

1. Котов Б.І. Перспективи розвитку конструкцій зернонасінноочисної техніки // Конструювання, виробництво та експлуатація с.-г. машин.– Кіровоград, 2001. –Вип. 31. –С. 110-111.
2. Котов Б.І. Тенденції розвитку конструкцій машин та обладнання для очищення та сортування зерноматеріалів // Конструювання, виробництво та експлуатація с.-г. машин / Кіровоград, 2000.- Вип. 33.– С. 53-60.
3. Ермак В. Обоснование рациональных параметров встречного воздушного потока при сепарации семян подсолнечника в вертикально-горизонтальном воздушном потоке // Зб. наук. праць Луганського національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. – Луганськ: ЛНАУ.– №17 (29). - С. 59-61.
4. Патент України №34040. Спосіб сепарування та пристрій для його реалізації (варіанти). Заявлено 18.05.1999. Опубл. 15.08.2003. в №8.
5. Ермак В.П. Обґрунтування способу сепарування насінин соняшника в повітряних потоках. Дис... канд. техн. наук. - Луганськ: ЛНАУ, 2003. -166с.

В статті приведена розроблена методика теоретичного обґрунтування одного з параметрів запропонованого способу сепарування - середнього числа насінин, які при сепаруванні будуть віднесені з фракції II до фракції III. Запропоновані способи сепарування насінин в повітряних потоках є удосконалими варіантами відомого способу сепарування в горизонтальному повітряному потоці.

The developed method of theoretical ground of one of parameters of the offered method of separating is resulted in the articles - middle amount of seed which at separating will be delivered from faction II to faction III. The offered methods of separating of seed in the currents of air are the improved variants of the known method of separating in the horizontal current of air.

*Отримано 2.03.05*