

---

УДК 631.354.633.1

Дерев'яно Д., канд. с.-г. наук, доцент (ЖНАЕУ)

---

## **Дослідження ударної взаємодії травмування насіння поверхнею циліндричного решета вібросепаратора після його сходження з диска розподільника**

*Досліджено ударну взаємодію травмування насіння поверхнею циліндричного решета вібросепаратора після його сходження з диска розподільника.*

**Ключові слова:** ударний імпульс, сила удару, обмеження швидкості, травмування зернівки.

**Постановка проблеми.** Відомо, що озима пшениця, жито та інші дуже важливі зернові культури займають великі площі посіву і відіграють велику роль, насамперед, у продовольчій безпеці, тому виникає нагальна потреба у високоякісному насінні.

Упродовж багатьох десятиків років і, особливо, у другій половині попереднього століття, науковці-дослідники, селекціонери та виробники довели і обґрунтували, що тільки високоякісне насіння за всіх інших однакових можливостей забезпечує формування значної частини майбутнього врожаю.

Поряд з цим, важливим є той факт, що існує, до певної міри, відставання із удосконаленням, виробництвом і запровадженням новітніх технічних засобів та технологій збирання, післязбиральної переробки зернового вороху, підготовки, транспортування, завантаження, протруювання насіння та сівби.

Дослідження показують, що зниження впливу робочих елементів технічних засобів у технологічних процесах на травмування зернівок сприяє суттєвому покращенню якісних показників насіння та зростанню урожайності зернових культур.

**Аналіз останніх досліджень.** Травмування, пошкодження і повне руйнування зернівок є наслідком впливу механічних навантажень багатьох елементів технологічного процесу, зокрема жнивarki, молотильного барабана, решітного стану, скребкових, шнекових, смугових, ковшових транспортерів, механізмів післязбирального оброблення зернового вороху, підготовки насіння, транспортувальних та завантажувальних засобів, а також технічних засобів протруювання і сівби.

Дослідження І. Г. Строни, О. П. Тарасенка, В. І. Оробінського, П. М. Пугачова, С. А. Чазова [6,8] та ін. свідчать, що травмування зернівок під час обмолочування сягає 20% і більше, а під час переробки зернового вороху і підготовки насіння та сівби їх кількість значно зростає.

Академік П. А. Ребендер [6] встановив, що рідина зернівки і наявні в ній біологічно активні речовини просочуються в найтонші тріщини, внаслідок чого стінки тканини не можуть змикатися після зняття навантаження через наявність прошарку з тоненької плівки, адсорбційного шару, який буде цьому перешкоджати.

Травмування зернівок, а потім їх руйнування відбувається тоді, коли максимальне напруження  $\sigma$  менше від напруження, яке виникло внаслідок дії механічних або інших впливів  $\sigma_1$ , тобто для виникнення такого пошкодження необхідна умова  $\sigma \leq \sigma_1$ .

За даними В. М. Дрінчі [3] травмування зернівок під час обмолочування інколи сягає 30-35%, а під час підготовки насіння навіть більше 50% залежно від вологості та структури зернового вороху. За вологості 14-16% гранична величина удару, від якого проявляються зовнішні ознаки травмування, перебуває в межах 0,11-0,16 Дж, що знижує польову схожість більше, ніж на 20%.

Дослідження інституту зернового господарства НААН України [4,9] показують, що навіть після одноразового проходження зернової маси через трієри та насіннепроводи схожість насіння знижується на 2-3%, а сила початкового росту – на 6-12%.

Протягом останніх років значну роботу з розроблення та впровадження у виробництво принципово нових очисно-калібрувальних технічних засобів і технічних ліній проведено Л.В.Фадєєвим [9].

У створенні фундаменту наукових основ теорії взаємовпливу робочих поверхонь механізмів та різних матеріалів, в тому числі зернової маси, значний внесок зробили такі визначні вчені, як П. М. Василенко, Л. В. Погорілий, В. П. Горячкін, В. М. Дрінча, В. В. Адамчук, Л. М. Тищенко, О. П. Тарасенко, П.М. Заїка, Б. І.Котов, І. Г. Строна, О. М. Пугачов та ін. [1-3, 5-7].

Таким чином, аналіз впливу технічних засобів на травмування і якість зернівок та застосування новітніх технологій оброблення зернового вороху і підготовки високоякісного насіння показує, що головними факторами розвитку систем є глибоке і всебічне вивчення фізико-механічних та біологічних особливостей насіння і розроблення нових технологій та модернізацію робочих елементів, які забезпечуватимуть мінімальну кількість травмування зернівок, максимальне отримання біологічно цінного високоякісного насіння відповідно до агротехнічних вимог і державних стандартів.

**Мета досліджень.** Виявити вплив травмування зернівок під час збирання, післязбирального оброблення зернового вороху і підготовки насіння на якісні його показники, дослідити ефективність післязбирального підготовки високої якості насіння озимої пшениці та жита у різних технологічних процесах у відмінних ґрунтово-кліматичних умовах і запропонувати шляхи зниження травмування насіння та пошкодження його мікроорганізмами як одного з головних резервів підвищення урожайності зернових культур.

**Методи досліджень.** Використано метод математичного моделювання роботи машин, робочих елементів і технологічних процесів.

Застосовано розрахункові диференціальні рівняння, перетворення та графічні визначення на основі використання законів механіки.

Експериментальні, виробничі та лабораторні дослідження проводилися у виробничих умовах різних ґрунтово-кліматичних зон та державних лабораторіях насінневих станцій, хлібокомбінату і вищих навчальних закладів з використанням натурних зразків, технічних засобів, приладів та знарядь згідно з наявними державними стандартними методиками.

**Результати досліджень.** Після сходження зернівки з диска-розподільника вона потрапляє на поверхню верхнього циліндричного решета. Позначимо швидкість  $\bar{v}_a(T)$  сходження зернівки з диска через  $V$ , а так як відстань від краю диска до поверхні решета досить мала, то будемо вважати, що з цієї ж швидкістю вона потрапляє на поверхню решета. У результаті відбувається ударна взаємодія зернівки з поверхнею решета, що зможе призвести до травмування або руйнування зернівки.

Розглянемо силову схему цієї ударної взаємодії (рис. 1).

Припустимо, що падаюча зернівка ударяється об поверхню решета під деяким кутом  $\alpha$  до нормалі циліндричної поверхні решета. Враховуючи досить високу швидкість сходження зернівки з диска, кут  $\alpha$

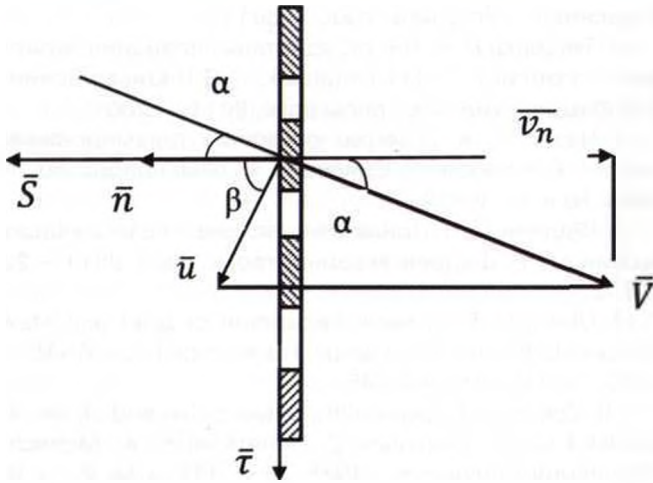


Рис. 1 – Схема ударної взаємодії зернівки з поверхнею циліндричного решета після сходження зернівки з диска-розподільника

близький до 0 або дорівнює нулю. Крім того, тривалість удару настільки мала, що обертальним рухом решета можна знехтувати і вважати, що відбувається удар зернівки об нерухому поверхню, яку теж можна в цих умовах вважати ідеальною, а отже, що ударний імпульс  $\bar{S}$  напрямлений по нормалі до циліндричної поверхні решета (рис. 1).

Скористаємось тепер теоремою про зміну кількості руху під час удару [1].

$$m\bar{U} - m\bar{V} = S\bar{n}, \quad (1)$$

де  $m$  – маса зернівки,  $\bar{U}$  – швидкість зернівки після удару,  $\bar{V}$  – швидкість зернівки до удару,  $S$  – величина ударного імпульсу,  $\bar{n}$  – одиничний вектор нормалі.

Проектуючи векторне рівняння (1) на осі  $\bar{\tau}$  і  $\bar{n}$ , отримаємо:

$$U_{\tau} - V_{\tau} = 0, \quad U_n - V_n = \frac{1}{m}S. \quad (2)$$

З першого рівняння (2) отримуємо  $U_{\tau} = V_{\tau}$ , тобто дотична складова швидкості  $V_{\tau}$  зберігає свій модуль і напрям після удару.

Нормальна складова завжди змінює напрям, модуль її змінюється залежно від величини ударного імпульсу  $S$ .

Припустимо, що  $\varepsilon$  – коефіцієнт відновлення, тобто відновлення модуля нормальної складової швидкості після удару до цієї складової до удару [1],

$$\text{тоді, } U_n = -\varepsilon V_n. \quad (3)$$

Підставляючи (3) у (2), отримуємо:

$$-\varepsilon V_n - V_n = \frac{1}{m}S$$

якщо  $\varepsilon = 0,8$

$$\text{або } -V_n(1 + \varepsilon) = \frac{1}{m}S \quad (4)$$

Так як ударний імпульс визначається з виразу:

$$S = \int_0^{t_{yg}} F_{yg} dt,$$

де  $F_{yg}$  – ударна сила,  $t_{yg}$  – тривалість удару, то

$$S = F_{yg, \text{cp}} t_{yg}, \quad (5)$$

де  $F_{yg, \text{cp}}$  – середня ударна сила за час удару  $t_{yg}$ .

З виразу (5) знаходимо:

$$F_{yg, \text{cp}} = \frac{S}{t_{yg}} \quad (6)$$

Максимальна сила удару  $t_{yg}$  [1] приблизно дорівнюватиме:

$$t_{yg} = 2F_{yg, \text{cp}}$$

або, враховуючи вираз (6):

$$F_{yg} = \frac{2S}{t_{yg}} \quad (7)$$

Підставивши значення імпульсу  $S$  з виразу (4), отримаємо:

$$F_{yg} = \frac{2mV_n(1 + \varepsilon)}{t_{yg}} \quad (8)$$

Знак “-” у виразі (8) опускаємо, тому що нас цікавить лише величина ударного імпульсу  $S$ .

Як видно з рис. 1,

$$V_n = V \cos \alpha,$$

Тоді вираз (8) набуде такого вигляду:

$$F_{yg} = \frac{2mV(1 + \varepsilon) \cos \alpha}{t_{yg}} \quad (9)$$

У більшості випадків, як зазначалось вище, кут  $\alpha$  близький до нуля, а тому  $\cos \alpha \approx 1$ .

У результаті, отримаємо:

$$F_{yg} = \frac{2mV(1 + \varepsilon)}{t_{yg}} \quad (10)$$

Для уникнення травмування або руйнування зернівки під час удару необхідна така умова:

$$F_{yg} \leq [F_{yg}],$$

де  $[F_{yg}]$  – допустима сила удару зернівки об поверхню решета, за якої вона не травмується.

Враховуючи вираз (10), отримаємо умову:

$$\frac{2mV(1 + \varepsilon)}{t_{yg}} \leq [F_{yg}].$$

З отриманої нерівності знаходимо обмеження на максимальну швидкість сходження зернівки з диска-розподільника:

$$V_{max} \leq \frac{[F_{yg}] \cdot t_{yg}}{2m(1 + \varepsilon)}, \quad (11)$$

що, в свою чергу створює обмеження на куту швидкість диска-розподільника.

**Висновки.** Після сходження насіння з диска-розподільника вібровідцентрового сепаратора воно потрапляє на поверхню циліндричного решета, де відбувається ударна взаємодія зернівок з його поверхнею, що призводить до мікротравмування, а інколи й руйнування зернівки.

Враховуючи малу тривалість удару під час зіткнення, можна вважати, що ударний імпульс напрямлений по нормалі до циліндричної поверхні решета і скориставшись теоремою про зміну кількості руху під час удару на основі рівнянь отримаємо  $U_z = V_z$ , тобто дотична складова швидкості зберігає свій модуль і напрям після удару, а нормальна складова змінює напрям і модуль залежно від величини ударного

імпульсу.

У результаті проведення певних розрахунків відносно ударного імпульсу, ударної сили, тривалості удару, максимальної сили удару отримуємо значення допустимої сили удару зернівки з поверхнею решета, за якої не відбувається мікротравмування.

У кінцевому результаті знаходимо обмеження на максимальну швидкість сходження зернівки з диска розподільника, що створює обмеження на кутову швидкість диска розподільника, а це в сукупності виключає або мінімізує травмування насіння.

#### Список літератури

1. Василенко П.М. Теория движения частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин / П. М. Василенко. – К: УАСХ. 1960. – 284 с.
2. Горячкин В.П. Собр.соч. Т. 1V-V1., М., К., 1965.
3. Дринча В.М. Исследования сепарации семян и разработка машинных технологий их подготовки/ В.М.Дринча. – Воронеж, 2006. – 382 с.
4. Присяжнюк М. В., Адамчук В. В. та ін. Теорія вібраційних машин сільськогосподарського виробництва/ М. В. Присяжнюк, В. В. Адамчук, В. М. Булгаков, О. М. Черниш, В. В. Яременко. – К.: Аграр.наука, 2013. – 439 с.
5. Тарасенко А. П. Снижение травмирования семян при уборке и послеуборочной обработке / А. П.

Тарасенко. – Воронеж, 2003. – 301 с.

6. Тищенко Л. Н. Виброрешетная сепарация зерновых смесей/ Л.Н.Тищенко, В.П.Ольшанский, С.В.Ольшанский. – Х.: Міськдрук, 2011. – 280 с.

7. Чазов С. А. О мерах снижения травмирования семян/ С.А.Чазов // Селекция и семеноводство. – 1964. № 4. С. 30–32.

8. Фадеев Л. В. Линия очищающее – калибрующих машин / Л. В. Фадеев. Насінництво, К., № 3, 2011. – 22 – 27 с.

9. Uhe J.B. Pneumatik separation of grain and straw mixtures/J.B. Uhe, B.J. Lamp//Transaction of the ASAE. – 1966. – V.9. – P. 244–246.

10. Zoltzman A. Separating flower bulbs and stones in fluidized bed/A. Zoltzman, Z. Schmilovitch, A. Mizrach. Agricultural Engineering. 1985. – V. 237, – № 2. – P. 63–67.

**Аннотация.** Исследовано ударное взаимодействие травмирования семян поверхностью цилиндрического решета вибросепаратора после его схода с диска распределителя.

**Summary.** Seeds injury shock interaction by the vibroseparator cylindrical sieve surface after its ascension from the distributor disk is studied.

Стаття надійшла до редакції 7 травня 2015 р.