

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАВМУВАННЯ НАСІННЯ ПРИ ЙОГО РУСІ ПО ПОВЕРХНІ ЦИЛІНДРИЧНОГО РЕШЕТА ВІБРОВІДЦЕНТРОВОГО СЕПАРАТОРА

*Дерев'янюк Дмитро Аксентійович к.с.г.н., доцент  
Житомирський національний агроєкологічний університет*

*Derevyanko D.*

*Zhytomyr National Agroecological University*

**Анотація:** при проходженні процесу очищення та підготовки насіння на вібровідцентровому сепараторі основною причиною травмування зернівок є ударна взаємодія з поверхнею циліндричного решета та кромками отворів.

Значні мікротравмування виникають у випадку проходження вектору ударного імпульсу через центр ваги зернівки і при розміщенні її під час руху по довжині паралельно дії сили інерції вгору або вниз.

Суттєві травмування або повне руйнування зернівок відбувається у випадках портрапляння у комірочки, якщо їх поперечний переріз дуже близький до діаметра отвору, або коли зернівки частково проникають у отвір, тобто пошкодження проходить по принципу зламвання.

**Ключові слова:** травмування, комірочки, сили удару, решето.

### **Постановка проблеми**

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

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, післязбирального дороблення зернового вороху, підготовки, транспортування, завантаження, протруювання насіння та сівби.

Дослідження показують, що вдосконалення впливу робочих елементів технічних засобів при технологічних процесах на зниження 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 жниварки, молотильний барабан, решітний стан, скребкові, шнекові, смугові, ковшові транспортери, інші механізми післязбирального оброблення зернового вороху, підготовки насіння, транспортувальні та завантажувальні засоби, а також технічні засоби 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 при доробленні зернового вороху і підготовленні 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 неможуть змикатися після зняття навантажень у зв'язку із наявністю прошарку з тоненької плівки, адсорбційного шару, який буде цьому перешкоджати.

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

За даними В.М. Дрінчи [3] травмування зернівок під час обмолочування інколи сягає 30–35%, а за підготовки насіння навіть більше 50%, залежно від вологості та структури зернового вороху. При вологості 14–16% гранична величина удару, при якому проявляються зовнішні ознаки травмування, знаходиться в межах 0.11–0.16 Дж, що знижує польову схожість більше 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 проведено Л.В.Фадєєвим [9] з розроблення та впровадження у виробництво принципово нових очисно–калібрувальних технічних засобів і технічних ліній.

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. Дринча, В.В. Адамчук, Л.М. Тіщенко, О.П. Тарасенко, П.М. Заїка, Б.І. Котов, І.Г. Строна, О.М. Пугачов та ін. [1,2,3,5,6,7].

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, що забезпечуватимуть мінімальну кількість травмування зернівок, максимальне отримання біологічно цінного високоякісного насіння відповідно 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 при 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**

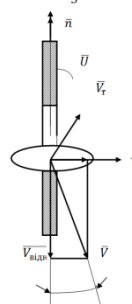
Використано метод математичного моделювання роботи машин, робочих елементів і технологічних процесів.

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 учбових закладів з використанням натурних зразків, технічних засобів, приладів та знарядь згідно з наявними державними стандартними методиками.

#### **Результати досліджень**

Однією з основних причин травмування насіння в процесі його руху по поверхні циліндричного решета є ударна взаємодія зернівки з поверхнею та гострою кромкою отвору на поверхні решета в момент часу, коли зернівка потрапляє в отвір решета, маючи при цьому певний запас кінетичної енергії поступального руху зернівки по поверхні решета. Коли зернівка рухається по поверхні решета, на неї діє нормальна реакція  $\bar{N}$  поверхні решета. Коли вона зустрічає отвір–комірку, полярна реакція  $\bar{N}$  поверхні решета зникає, тому відцентрова сила інерції  $\bar{V}_{вц}$  залишається незрівноваженою, під дією якої зернівка проникає в комірку, продовжуючи також поступальний рух вздовж поверхні решета. Зустрівшись з поверхнею та кромкою отвору, відбувається ударна взаємодія зернівки з цими робочими елементами. Особливо небезпечним є випадок, коли вектор ударного імпульсу проходить через центр ваги зернівки, що призводить до травмування, а інколи і до руйнування, рис. 1.



**Рис. 1. Схема ударної взаємодії зернівки з кромкою отвору решета в процесі проникнення її в отвір решета**

$\bar{V}_{відн.}$  - відносна швидкість руху зернівки по поверхні решета;

$\bar{V}_\tau$  – швидкість руху зернини, що виникає під дією відцентрової сили  $\vec{F}_{вц}$ ;



2015

 $\vec{V}$  - сумарна швидкість руху зернівки до удару об кромку решета; $\vec{n}$  - одиничний вектор нормалі до поверхні кромки решета ; $\vec{\tau}$  - одиничний вектор до поверхні кромки решета ; $\vec{S}$  - ударний імпульс, що напрямлений вздовж нормалі до поверхні кромки решета. $\Psi$  - кут між вектором швидкості  $\vec{V}$  і одиничним вектором нормалі  $\vec{n}$  ;

Очевидно, що зернівка після удару з поверхнею кромки отвору решета змінює свою швидкість, величину і напрям. У першому наближенні будемо вважати, що поверхня кромки ідеально гладка, а тому ударна реакція і ударний імпульс напрямлені вздовж нормалі  $\vec{n}$  .

Застосуємо теорію про зміну кількості руху при ударі [1] :

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

Спроекуємо векторне рівняння (1) на осі  $\vec{\tau}$  і  $\vec{n}$  . Та отримаємо :

$$\left. \begin{aligned} U_{\tau} - V_{\tau} &= 0 \\ U_n - V_n &= \frac{1}{m} S \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

З отриманої системи рівняння (2), видно, що  $U_{\tau} = V_{\tau}$  , тобто дотична складова швидкості після удару не змінюється. Визначимо цю дотичну складову, застосувавши основний закон динаміки.

$$m a_{\tau} = F_{\text{вц}}$$

або

$$m a_{\tau} = m \omega^2 R , \quad (3)$$

де  $m$  - маса зернівки; $a_{\tau}$  - прискорення зернівки при русі у отворі решета в напрямку осі  $\vec{\tau}$  .

З виразу (3) одержуємо :

$$a_{\tau} = \omega^2 R ,$$

або

$$\frac{dV_{\tau}}{dt} = \omega^2 R ,$$

або

$$dV_{\tau} = \omega^2 R dt . \quad (4)$$

Очевидно, що час руху зернини від верхньої кромки отвору решета до нижньої або верхньої дорівнює  $T = \frac{d}{V_{1max}}$  ,

де  $d$  - діаметр отвору решета, мм;  $V_{1max}$  - відносна швидкість руху зернівки по поверхні решета вниз.

Тому при русі зернівки вниз та вгору

$$\vec{V} = \vec{V}_{1max} + \vec{V}_{\tau} \approx \vec{V}_{1max} \quad ; \quad \vec{V} = \vec{V}_{2max} + \vec{V}_{\tau} \approx \vec{V}_{2max} \quad (5)$$

Тому очевидно, що і кут  $\varphi = 0$  .

Враховуючи попередні вирази, отримаємо значення ударного імпульсу при русі зернівки вниз по решету та вгору

$$S_1 = m(1 + \varepsilon)V_{1max} \quad ; \quad S_2 = m(1 + \varepsilon)V_{2max} \quad (6)$$

Ударний імпульс надається з виразом:

$$S = \int_0^{t_{yg}} F_{yg} dt, \quad ; \quad S = F_{yg,cp} t_{yg} , \quad (7)$$

де  $F_{yg}$  - ударна сила,  $t_{yg}$  - час (тривалість) удару, таде  $F_{yg,cp}$  - середня ударна сила за час удару  $t_{yg}$ .

Отже, при русі зернівки вниз та вгору по решету, враховуючи вираз попередні вирази, отримуємо:

$$F_{yg1} = \frac{2m(1+\varepsilon)V_{1max}}{t_{yg}} \quad ; \quad F_{yg2} = \frac{2m(1+\varepsilon)V_{2max}}{t_{yg}} \quad (8)$$

Очевидно, щоб зернівка не травмувалася, необхідно наступна умова :

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

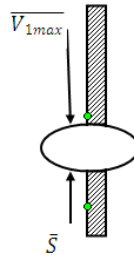
де  $[F_{yg}]$  - допустима сила удару зернівка по поверхні та кромці отвору решета, при якій зернівка не руйнується. Отже, враховуючи вираз (8), матимемо наступну нерівність :

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

звідки знаходимо умову на максимальну швидкість руху зернівки по поверхні решета вниз  $V_1$  та вгору  $V_2$ .

$$V_{1max} \leq \frac{[F_{yg}]t_{yg}}{2m(1+\varepsilon)} \quad ; \quad V_{2max} \leq \frac{[F_{yg}]F_{yg}}{2m(1+\varepsilon)} \quad (9)$$

Розглянемо ще один варіант травмування зернівки, який також можливий при дослідженнях. При потраплянні зернівки в отвір решета в тому випадку, коли вона досить щільно проходить через комірку решета і розмір поперечного перерізу зернівки близький до діаметра отвору, або лише частково проникає в отвір решета і максимальний поперечний переріз зернівки дещо більший діаметра отвору, руйнування зернівки може відбутися як зламування консольної балки, защемленої одним кінцем в нерухомій опорі (рис.2).



**Рис. 2. Схема ударної взаємодії при защемленні зернівки в отворі решета при її русі вниз по поверхні решета**

Застосуємо теорему про зміну кількості руху при ударі

$$m\bar{U} - mV_{1max} = \bar{S}$$

У випадку, наданому на рис.2, швидкості зернівки після удару  $\bar{U} = 0$  (зернівка досить щільно защемлена у отворі решета). В результаті отримаємо :

$$S = mV_{1max} \quad (10)$$

Знак " - " опускаємо, тому що нас цікавить лише величина ударного імпульсу  $S$ .

Враховуючи проведені розрахунки можемо написати :

$$F_{yg1} = \frac{2mV_{1max}}{t_{yg}} \leq [F_{yg}], \quad (11)$$

де  $[F_{yg}]$  - допустима сила удару зернівки, яка призводить до її пошкодження. З нерівності (11) отримаємо обмеження на максимальну швидкість руху зернівки вниз та вгору по решету

$$V_{1max} \leq \frac{[F_{yg}]t_{yg}}{2m} \quad ; \quad V_{2max} \leq \frac{[F_{yg}]t_{yg}}{2m} \quad (12)$$

Тривалість удару приймаємо згідно :  $t_{yg} = 0,001$ с, це тривалість удару металевої кульки об металеву плиту. Таким чином сила удару, швидкість руху та час її дії впливають на травмування насіння при підготовленні на вібровідцентровому сепараторі.

### Висновки

Однією з основних причин травмування насіння в процесі його руху по поверхні циліндричного решета є ударна взаємодія зернівок між собою, з поверхнею та кромкою отвору на поверхні решета.

Особливо значні мікротравмування відбуваються коли вектор ударного імпульсу проходить через центр ваги зернівки, що в частих випадках призводить до макротравмування, тобто повного руйнування.

При виникненні випадків потрапляння зернівок в отвір решета, або якщо вони дуже щільно проходять комірку, коли розмір поперечного перерізу близький до діаметру отвору, або якщо зернівки частково проникають в отвори, макротравмування, або повне руйнування відбувається по принципу зламування консольної балки, защемленої одним кінцем в нерухомій опорі.

Враховуючи допустиму силу удару, що призводить до травмування насіння отримуємо обмеження на максимальну швидкість руху зернівок вниз і вгору по решету на що впливає також час знаходження на решеті та тривалість ударяння.

### 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. IV- VI., М.,К.,1965.
3. Дринча В.М. Исследования сепарации семян и разработка машинных технологий их подготовки/ В.М.Дринча. – Воронеж, 2006. – 382 с.
4. Котов Б.І. Теоретичне Обґрунтування руху частинки зерна на вібропневморешеті при дії розпушуючих робочих органів/ Б.І. Котов, С.П. Степаненко, Р.А. Калініченко// Наук.вісн. НАУ. – К., 2007. – Вип. 115. – С.112-117.
5. Присяжнюк М.В. 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.
6. Тарасенко А.П. Снижение травмирования семян при уборке и послеуборочной обработке / А.П.



Тарасенко. – Вороніж, 2003. – 301 с.

7. Тищенко Л.Н. Виброрешетная сепарация зерновых смесей/ Л.Н. Тищенко, В.П. Ольшанский, С.В. Ольшанский. – Х.: Мисъкдрук, 2011. – 280 с.
8. Чазов С.А. О мерах снижения травмирования семян / С.А. Чазов // Селекция и семеноводство. – 1964. – № 4. С. 30–32.
9. Фадеев Л.В. Линия очищающее – калибрующая машин / Л.В. Фадеев. Насінництво, К., №3, 2011. – 22 – 27 с.
10. 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.
11. Zoltzman A. Separating flower bulbs and stones in fluidized bed / A. Zoltzman, Z. Schmilovitch, A. Mizrach. Agricultural Engineerin. –1985. –V. 237. - №2. –P. 63-67.

### References

1. Vasylenko P.M. Teoriya rukhu chastky po shorstkym poverkhon' sil's'kohospodars'kykh mashyn / P.M.Vasylenka. - K.: UASKH. 1960. -284 s.
2. Horyachkyn V.P. Sobr.soch. T. IV- VI., M., K., 1965.
3. Drincha V.M. Doslidzhennya separatsiyi nasinnya i rozrobka mashyny tekhnolohiy yikh pidhotovky / V.M.Drincha. - Voronezh, 2006. - 382 s.
4. Kotov B.I. Teoretychne Obhruntuvannya rukhu chastynky zerna na vibropnevmoresheti pry Diyi rozpushuyuchikh robochyykh ORHANIV / B.I. Kotov, S.P. Stepanenko , R.A. Kalinichenko // Nauk.visn . NAU. - K., 2007. - Vyp. 115. - S.112-117 .
5. Prysyzhnyuk M.V. Teoriya vibratsiyynikh mashyn SIL'S'KOHOSPODARS'KOHO vyrobnytstva / M.V. Prysyzhnyuk, V.V. Adamchuk , V.M. Bulhakov, O.M. Chernysh , V.V. Yaremenko. - K. : Ahrar.nauka , 2013. - 439 s.
6. Tarasenko A.P. Znyzhennya travmuvannya nasinnya pry zbyranni ta pisyazbyral'niy obrobtisi / A.P. Tarasenko. - Voronizh, 2003. - 301 s.
7. Tyshchenko L.M. Vibroreshetnaya separatsiya zernovykh sumishey / L.M. Tyshchenko, V.P. Ol'shans'kyu, S.V. Ol'shans'kyu. - KH.: Mis'kdruk, 2011. –280 s.
8. Chazov S.A. Pro zakhody znyzhennya travmuvannya nasinnya / S.A. Chazov // Seleksiya i nasimnytstvo. - 1964. 4. S. –№ 30–32.
9. Fadeyev L.V. Liniya ochishchayushcheye - kalibruyushchikh mashin / L.V. Fadeyev . Nasinnytstvo , K. , №3, 2011. – 22 - 27 s.
10. 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.
11. Zoltzman A. Separating flower bulbs and stones in fluidized bed / A. Zoltzman, Z. Schmilovitch, A. Mizrach. Agricultural Engineerin. –1985. –V. 237. - №2. –P. 63-67.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАВМИРОВАНИЯ СЕМЯН ПРИ ЕГО ДВИЖЕНИИ ПО ПОВЕРХНОСТИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО РЕШЕТА ВИБРОЦЕНТРОБЕЖНОГО СЕПАРАТОРА

**Аннотация:** исследования травмирования семян при его движении по цилиндрической поверхности решета центробежного сепаратора.

При прохождении процесса очищения и подготовке семян на центробежном сепараторе, основной причиной травмирования зерновок есть соударение их между собой, с поверхностью цилиндрического решета и кромками отверстий.

Значительное микротравмирование происходит в условии прохода вектора ударного импульса через центр веса зерновки и при размещении её при движении по длине параллельно действию силы инерции вверх или вниз.

Существенное макротравмирование, или полное разрушение зерновок происходит в условии попадания в отверстия и если их сечение очень близко к диаметру отверстия или зерновки частично проходить в отверстия. В таком случае повреждения происходят по принципу зламывания.

**Ключевые слова:** травмирования, отверстия, сила удара и инерции, решето.

### INVESTIGATION OF INJURY SEEDS IT MOVES OVER THE SURFACE OF THE CYLINDRICAL SIEVE SEPARATOR VIBROVIDTSENTROVOHO

**Summary:** the research of the seed damaging during its moving on the cylinder sieve surface of the centrifugal vibroseparator.

During the process of the seed clearing and preparing on the vibrocentrifugal separator the main reason for weevils damaging is the weevils striking interaction with the cylinder sieve surface as well as with the openings edges.

Considerable microdamaging or complete weevils destruction takes place when they get into the cells crosssection is very close to the opening diameter or when the weevils partly get into the opening, that is the damaging takes place on damaging or breaking.

**Keywords:** damaging, weevils, cells, striking force, cylindrical sieve.