

## Вплив стрічкового транспортера на травмування та якість насіння зернових культур

*У статті розглянуто вплив робочих елементів стрічкового транспортера на травмування та якість насіння зернових культур.*

**Ключові слова:** травмування, стрічка, швидкість, довжина, насіння.

**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 з удосконаленням, виробництвом і запровадженням новітніх технічних засобів та технологій збирання, післязбиральної обробки зернового вороху, підготовки, транспортування, завантаження, протруювання насіння та сівби.

Дослідження показують, що вдосконалення впливу робочих елементів технічних засобів під час технологічних процесів 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 жниварок, молотильних барабанів, решітних станів, скребкових, шнекових, стрічкових, ковшових транспортерів, механізмів післязбирального оброблення зернового вороху та 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, 7] та ін. свідчать, що травмування зернівок під час обмолочування сягає 20% і більше, а при обробленні 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 не можуть змикатися після зняття наванта-

жень у зв'язку із наявністю 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 протікання такого пошкодження, необхідна умова  $\sigma \leq \sigma_1$ .

За даними В. М. Дринчі [3] травмування зернівок під час обмолочування інколи сягає 30-35%, а за підготовки насіння навіть більше 50% залежно від вологості та структури зернового вороху. За вологості 14-16% гранична величина удару, під час якого проявляються зовнішні ознаки травмування, перебуває 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 [8] 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. Тищенко, О. П. Тарасенко, П. М. Заїка, Б. І. Котов, І. Г. Страна, 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 модернізація робочих елементів, які забезпечуватимуть мінімальну кількість травмування зернівок, максимальне отримання біологічно цінного високоякісного насіння до 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 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.** Вірогідність зіткнення і травмування насіння на стрічковому транспортері з рівною площиною стрічки, на якій відносний рух шару насіння на мінімальній швидкості руху стрічки відсутній, надано на рис. 1.

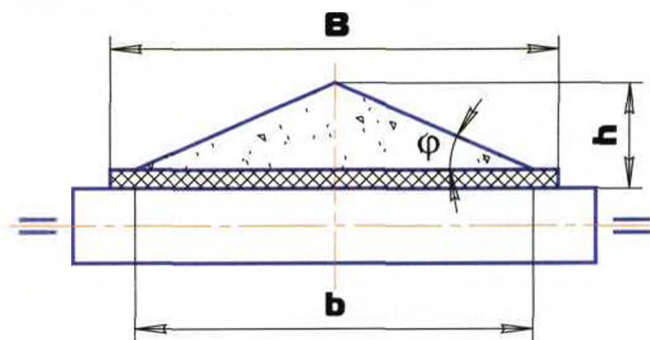


Рис. 1 – Розміщення насіння на стрічковому транспортері

У такому випадку товщина рухомого шару насіння  $S_{p.ш.}$  визначиться, як відношення площі перерізу маси, що контактує зі стрічкою до загальної площі перерізу стрічки насіння

$$S_{p.ш.} = \frac{c}{M_{mp} \cdot \rho} \quad (1)$$

де  $C$  – секундне надходження насіння, кг/с;  
 $M_{mp}$  – швидкість руху насіння і транспортера, м/с;  
 $\rho$  – щільність шару насіння, кг/м<sup>3</sup>.

Площу перерізу контактного шару насіння на плоскій стрічці можна визначити як площу трикутника (рис. 1).

$$S_1 = 0,5e \cdot h = 0,25e^2 \cdot tg\phi \quad (2)$$

$e$  – емпіричний коефіцієнт;  
 $\phi$  – кут природнього зрізу шару насіння, град.

Прирівнявши рівняння 1 і 2 та вирішуючи відносно величини зернівки отримаємо

$$e = \sqrt{\frac{c}{M_{mp} \cdot \rho \cdot tg\phi}} \quad (3)$$

Площа перерізу контактного шару буде

$$S_{p.ш.к.} = e \cdot s$$

Можливість зіткнення і травмування насіння зі стрічкою можна надати

$$N_{mp.} = \frac{S_{p.ш.к.}}{S_{p.ш.}} = \frac{e \cdot s \cdot M_{mp} \cdot \rho}{c} \quad (4)$$

Під час транспортування насіння стрічкою, встановленою на роликах (рис. 2), поперечний переріз шару насіння буде рівнятися сумі площ трикутника  $S_1$  та трапеції  $S_2$ .

$$S_{ш.к.} = S_1 + S_2 = 0,25e^2 tg\phi + \frac{e+e_0}{2} \cdot \frac{e-e_0}{2} \cdot tg\alpha = 0,25[e^2 tg\phi + (e^2 \cdot e^2) tg\alpha] \quad (5)$$

Порівнюючи вирази 1 і 5 та розраховуючи S, отримуємо

$$e = 2 \sqrt{\frac{c + 0,25 \cdot M_{mp} \cdot e_0^2 \cdot \text{tg} \alpha}{M_{mp} \cdot \rho (\text{tg} \varphi + \text{tg} \alpha)}} \quad (6)$$

Дані рис. 2. показують, що довжина шляху зіткнення дорівнюватиме

$$l = e + \frac{e - e_0}{\cos \alpha} \quad (7)$$

Тоді площа перерізу становитиме

$$S_{p.шт.} = s \left( e_0 + \frac{e - e_0}{\cos \alpha} \right) \quad (8)$$

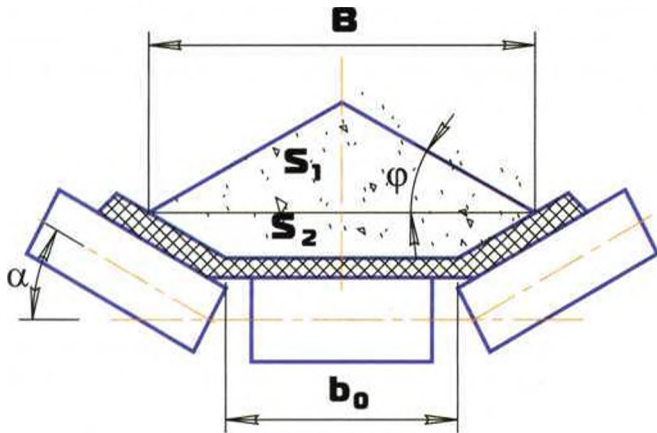


Рис. 2 – Розміщення насіння на стрічці на роликах

Можливість зіткнення і травмування насіння під час транспортування стрічкою на роликах становитиме

$$N_1 = \frac{S_{p.шт.}}{S_{пр.}} = \frac{l}{c} \cdot s \cdot M_{mp} \cdot \rho \left( e_0 + \frac{e - e_0}{\cos \alpha} \right)$$

Якщо стрічка транспортера рухається у вигляді жолоба або на зігнутих роликах, рис. 3. а, б, то поперечний переріз шару насіння можна розрахувати як суму площ трикутника S1, сегмента сектора S2, площа якого S3 дорівнює різниці площ сектора біля вершини q і трикутника AOC:

$$S_3 = R^2 \left( \frac{q}{2} - \sin \frac{q}{2} \cdot \cos \frac{q}{2} \right) \quad (9)$$

через те, що  $\sin \frac{q}{2} = \sqrt{\frac{1}{2}(1 - \cos q)}$

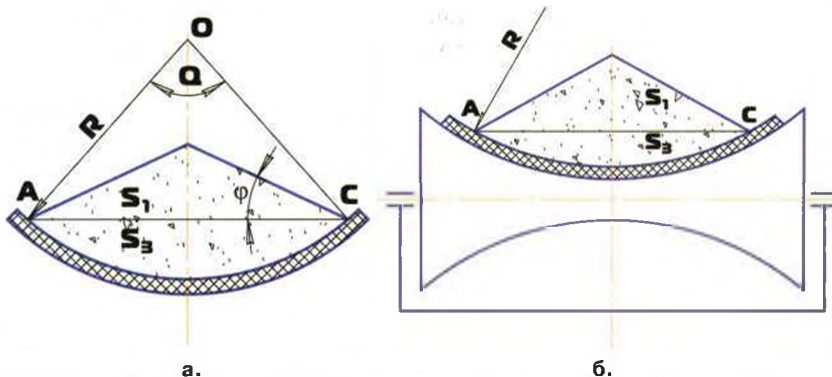


Рис. 3 – а, б. Розміщення насіння на стрічці у вигляді жолоба та на зігнутих роликах

тоді

$$S_3 = 0,5R^2(q - \sin q) \quad (10)$$

Площа трикутника дорівнюватиме

$$S_1 = R^2 \sin^2 \frac{q}{2} \text{tg} \varphi = 0,5R^2(1 - \cos q) \cdot \text{tg} \varphi \quad (11)$$

У цьому випадку

$$S_n = S_1 + S_3 = 0,5R^2[q - \sin q + (1 - \cos q)\text{tg} \varphi], \quad (12)$$

Порівнюючи вирази 1 і 12 матимемо

$$\frac{c}{M_{mp} \cdot \rho} = 0,5R^2[q - \sin q + (1 - \cos q)\text{tg} \varphi] \quad (13)$$

Продовжуючи вирішення рівняння (13) числовим методом, знаходимо значення q і довжину дуги в зоні зіткнення зернівок зі стрічкою

$$l = R \cdot q$$

Площа перерізу шару насіння, який контактує зі стрічкою, становитиме

$$S_{шт.} = s \cdot R \cdot q, \quad (14)$$

а можливість зіткнення і травмування зернівок на стрічці можна надати виразом

$$N_1 = \frac{S_{p.шт.}}{S_{пр.}} = \frac{s \cdot R \cdot q \cdot M_T \cdot \rho}{c} \quad (15)$$

Травмування насіння стрічковим транспортером відбувається у приймальному лотку на стрічці, по якій транспортується зернова маса, при русі на роликах і в коробці, яка її випускає, його значення залежить від швидкості руху стрічки (рис. 4).



Рис. 4 – Пошкодження пшениці на різних швидкостях руху стрічки: 1 – 3,8 м/с; 2 – 2,1 м/с; 3 – 0,5 м/с.

1 – лоток для насування, транспортувальна стрічка і викидна коробка;

2 – лоток для насування, транспортувальна стрічка, викидна коробка;

3 – навантажувальний лоток, стрічка.

Так, на швидкості руху стрічки 0,5 м/с насіння пшениці, переміщуючись приймальним лотком, транспортувальною стрічкою і викидною коробкою, травмується на 0,18 %, на 1,5 м/с – 0,3 %, на 2,1 м/с – на 0,42 %, а на швидкості 3,8 м/с – на 0,63%. У приймальному лотку і на транспортувальній стрічці, яка рухається на роликах, відбувається незначне травмування насіння в межах 0,15 – 0,20 %,

або 15 – 24 % від загального травмування його транспортером. Значно більше травмування зернівки отримують під час ударяння об стінки поверхонь викидної і розвантажувальної коробок, що становить 65 – 78 % від загального травмування стрічковим транспортером. На швидкості руху стрічки 3,8 м/с і під час проходження зернової маси через викидну коробку її травмування збільшується на 0,63 %, а під час проходження розвантажувального візка на тій же швидкості руху стрічки – на 1,75 %.

Травмування насіння стрічковим транспортером можна розрахувати за такою формулою:

$$y = a V_{\text{стр}}^b$$

де  $V_{\text{стр}}$  – швидкість руху смуги, м/с;

$a$ ,  $b$  – емпіричні коефіцієнти.

Числові значення коефіцієнтів  $a$  і  $b$  наведені в таб. 1.

Таблиця 1

Значення коефіцієнтів  $a$  і  $b$  для стрічкового транспортера

Транспортер	Коефіцієнти	
	$a$	$b$
З розвантажувальним візком	0,937	0,3091
Без розвантажувального візка	0,869	0,1979

Дані таблиці 2 свідчать про те, що чим вища скловидність пшениці, тим більше травмуються такі зернівки.

Таблиця 2

Травмування насіння пшениці стрічковим транспортером залежно від скловидності

Обладнання	Швидкість руху стрічки, м/с	Травмування зернівок в % за скловидності, %	
		<40	>40
Стрічковий транспортер без розвантажувального візка	3,1-3,8	0,48	0,74
З розвантажувальним візком	3,1-3,8	0,68	1,06

Швидкість руху стрічкового транспортера необхідно диференціювати залежно від вологості зернової маси, яка транспортується.

Дослідник В. Б. Лебедев пропонує вибирати допустиму швидкість стрічки конвеєра без розвантажувального візка за вологості зернівок 12...14 % в межах 1,55 м/с, а за вологості 17- 19 % – 2,75 м/с. У конструюванні та реальному застосуванні таких механізмів ця швидкість змінюється в межах 2,5- 2,8 м/с. Для стрічкового конвеєра із розвантажувальним візком за вологості насіння 12 – 14 % допустима швидкість стрічки повинна бути 1,35 м/с, а за вологості 17- 19 % 2,35 м/с. Під час дослідження роботи стрічкового транспортера шириною 500 мм на швидкості руху 3,8 м/с травмування зернівок пшениці Миронівська 808 і Безоста 1 транспортером без розвантажувального візка становило в середньому 0,7 %, а з розвантажувальним візком – 1,06 %, тобто пошкодження візком становило 0,36 % насіння.

Використання еластичних матеріалів у виготовленні викидної коробки та інших робочих елементів, сприяє зменшенню травмування зернівок на стрічкових транспортерах.

**Висновки.** На основі аналізу результатів проведених досліджень можна зробити загальний висновок,

що стрічкові транспортери у різних їх комплектаціях травмують незначну кількість насіння, а тому їх доцільно використовувати в технологічних лініях на післязбиральному оброблянні зернового вороху, підготовці високоякісного насіння та інших будь-яких переміщених насінневого матеріалу.

Дослідження показали, що травмування насіння під час транспортування та завантаження стрічковими транспортерами відбувається у приймальному лотку, на стрічці та під час сходження з неї.

Величина травмування залежить від швидкості руху стрічки та її будови (плоска, жолобкова або на роликах) і кількості насіння, яке транспортується.

Робочі елементи стрічкового транспортера травмують незначну кількість насіння, а використання гумових або інших еластичних матеріалів ще більше знижує мікротравмування під час підготовки та завантаження 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. Виброрешетчатая сепарация зерновых смесей/ Л. Н. Тищенко, В. П. Ольшанский, С. В. Ольшанский. – Х.: Миськдрук, 2011.280 с.
7. Чазов С.А. О мерах снижения травмирования семян/ С. А. Чазов// Селекция и семеноводство. – 1964. № 4. С. 3032.
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. 244246.
10. 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.

**Аннотация.** В статье рассмотрено влияние рабочих элементов ленточного транспортера на травмирование и качество семян зерновых культур.

**Summary.** The article discusses the impact of on the belt conveyor working elements on cereal seeds injury and quality.