

Вплив робочих елементів скребкового транспортера на травмування та якість насіння зернових культур

У статті наведені результати досліджень про вплив робочих елементів скребкового конвеєра на травмування насіння зернових культур.

Ключові слова: травмування, скребки, параметри, швидкість, протяжність.

Вступ. Під час транспортування та завантажування насіння скребковими транспортерами на травмування і якість зернівок впливають сили тяжіння, пружність, маса, тертя та ін [1-4].

Важливе значення має кількість насіння, що завантажується, довжина лінії транспортування та поверхня, з якою контактує шар насіння з точки зору тертя з нею, коли виникають суттєві значення травмування насіння.

Дослідження показують, що зіткнення і травмування зернівок скребковими транспортерами в основному залежить від параметрів скребок, швидкості руху та розмірів насіння.

Постановка проблеми. Відомо, що озима пшениця, жито та інші дуже важливі цінні зернові культури, які займають великі площі посіву, відіграють велику роль насамперед у продовольчій безпеці.

Упродовж багатьох десятиків років, а 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, післязбирального оброблення зернового вороху, підготовки, транспортування, завантаження, протруювання насіння та сівби.

Дослідження показують, що вдосконалення впливу робочих елементів технічних засобів у 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 жнивarki, молотильного барабана, решітного стану, скребкових, шнекових, 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 [5, 7] та інших свідчать, що травмування зернівок під час обмолочування сягає 20% і більше, а при обробленні зернового вороху і підготовленні насіння та сівби їх кіль-

кість значно зростає.

Академік П.А.Ребендер [5] встановив, що рідина зернівки і наявні в ній біологічно-активні речовини просочуються в найтонші тріщини, внаслідок чого стінки тканини не можуть 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 σ менше від напруження, яке виникло внаслідок дії механічних або інших впливів σ_1 , тобто для протікання такого пошкодження, необхідна умова $\sigma \leq \sigma_1$.

За даними В. М. Дринча [4] 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, від якої проявляються зовнішні ознаки травмування, перебуває в межах 0.11 – 0.16 Дж, що знижує польову схожість більше 20%.

Дослідження інституту зернового господарства НААН України [4,8] 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 ліній проведено Л. В. Фадєєвим [9].

У створенні фундаменту наукових основ теорії взаємовпливу робочих поверхонь механізмів та різних матеріалів, у 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 – 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 відповідно до агротехнічних вимог і державних стандартів.

Мета досліджень. Виявити вплив травмування зернівок під час збирання, післязбирального оброблення зернового вороху і підготовлення насіння на якісні його показники, дослідити ефективність післязбирального підготовлення 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 в державних лабораторіях насінневих станцій, хлібокомбінату і вищих навчальних закладів з використанням натурних зразків, технічних засобів, приладів та знарядь згідно з наявними стандартними методиками.

Результати досліджень. На травмування зернівок під час транспортування або завантаження насіння скребковими транспортерами впливають швидкість руху скребків, їх висота і ширина, довжина транспортування, тертя між зернівками та робочими елементами, сили тяжіння, характеристики пружності, маса та інше.

Для в'ясування впливу деяких із цих параметрів на травмування зернівок необхідно розглянути їх зв'язок між собою:

$$B_{шк} = \frac{Q \cdot k_h}{k_\beta \cdot V}, \quad (1)$$

де $B_{шк}$ – ширина корпусу скребкового шнека;

Q – продуктивність жолоба шнека;

k_h – коефіцієнт висоти жолоба;

k_β – коефіцієнт зменшення продуктивності;

V – швидкість руху транспортера.

Сила, яка діє на насіння, що транспортується, дорівнюватиме:

$$F = \frac{\rho B_{шк}^2 \cdot h_m^2}{2n_g (f_1 + \sin \beta) (B_{шк} + n_{\beta m} h_m)}, \quad (2)$$

де h_m – висота маси насіння в скребку;

β – кут нахилу конвеєра до горизонту;

f_1 – коефіцієнт тертя насіння по жолобу;

$n_{\beta m}$ – коефіцієнт бокового тертя, що залежить від

швидкості руху транспортера та внутрішнього тертя зернівок між собою, який визначимо:

$$n_{\beta m} = \frac{1,2 + V}{1 + 2f^2} \quad (3)$$

За швидкості співударення $V = 2 - 3,5$ м/с, де V – швидкість співударення зернівок з металічною поверхнею жолоба, зернівки отримують травмування.

Аналітичні залежності, що визначають умови і вірогідність защемлення зернівок із зазорами між крайкою скребка та жолобом більше 8 мм дуже мала, а з більшим зазором знижується до нуля.

Дослідження показали, що оптимальна швидкість руху ланцюга із скребками для мінімального травмування насіння перебуває в межах 1,0 – 1,5 м/с.

Можливість травмування насіння під час транспортування скребковими транспортерами N_1 з його робочими елементами можна описати відношенням шару контактування M_k до кількості насіння, яке захоплюється скребком.

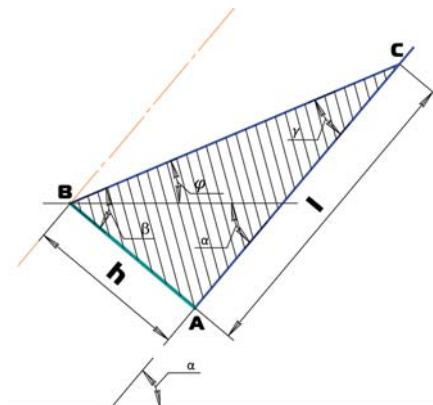


Рис. 1 – Схема переміщення насіння скребком

$V_{тр}$ – кількість насіння, яке транспортується скребком.

Кількість насіння, яке захоплюється скребком, становитиме:

$$M = 0,5L^2 \cdot A - tg\beta, \quad (4)$$

де A – ширина скребка, см;

L – довжина рухомого шару насіння, см;

β – кут зсипання рухомого насіння, град;

$\beta = \alpha - \varphi$ – кут нахилу транспортування і природного зрізу, град.

Кількість захопленого скребком насіння можна також описати в зв'язку з секундним надходженням c :

$$M = \frac{c \cdot t}{\rho \cdot M_{mp}}, \quad (5)$$

де M_{mp} – можливість травмування за певної швидкості руху насіння, м/с;

h – крок скребків, см;

ρ – щільність шару насіння, кг/м³.

Збалансувавши частини виразів, матимемо:

$$M = \frac{2 \cdot c \cdot t}{\rho \cdot M_{mp} \cdot s \cdot tg\beta}, \quad (6)$$

Шар насіння, який може травмуватися під час переміщення, визначимо таким чином:

$$\begin{aligned} M_{к.н.н.} &= 25_{ABC} \cdot e_n + L(A - 2e)s_n = \\ &= \frac{2cte_n}{\rho AM} + L(A - 2e_3)s_n \end{aligned} \quad (7)$$

де e – товщина зернівок, мм;

S – ширина зернівок, мм;

Можливість зіткнення і травмування насіння, яке рухається, становитиме:

$$N_1 = \frac{2e_n}{A} + \frac{L(A - 2e_3)s_n \cdot \rho \cdot M_{mp}}{c \cdot t} \quad (8)$$

Аналізуючи наведені вирази, бачимо, що можливість зіткнення і травмування насіння залежить від параметрів скребкового транспортера та розмірів насіння.

Травмування зернівок під час завантаження залежить від імовірності контактування з поверхнями під час терті. А звідси впливає припущення, що травмування зернівок скребковим транспортером залежить від його довжини і можливостей контактування непошкоджених зернівок із поверхнею тертя, яка визначається як добуток імовірності потрапляння насіння в контактний шар P_1 на можливість наявності непошкодженого насіння у початковому воросі P_2 :

$$P = P_1 \cdot P_2 \quad (9)$$

Значення P_1 можна вважати, як відношення об'єму контактного шару з поверхнею тертя шару V_k до об'єму зерна, яке переміщене скребком.

Із схеми, зображеної на рис. 1, видно, що переміщений скребком ворох у перерізі має форму прямокутного трикутника, тому об'єм порції, яку переміщує скребок, буде становити:

$$V = 0.5h^2 B \operatorname{ctg}(\alpha - \varphi).$$

За іншим варіантом об'єм усієї маси насіння, який переміщується скребком, можна також розраховувати через секундне подавання q , тобто

$$V = \frac{q \cdot t}{\rho \cdot V_{tp}}, \quad (10)$$

де V_{tp} – швидкість транспортера;

t – крок встановлення скребка;

ρ – щільність матеріалу.

Прирівнюючи праві частини формул, можна знайти допустимі умови утворення «зворотного висипання», значення швидкості транспортера за відомих значень подавання q і конструкційних параметрів скребка:

$$V_{tp} = \frac{q \cdot t}{0,5\rho \cdot h \cdot 2 B \cdot \operatorname{ctg}(\alpha - \varphi)} \quad (11)$$

Подавання за відомих значень швидкості транспортера і його конструкційних параметрів буде становити:

$$q = \frac{0,5\rho V_{tp} \cdot h \cdot 2 B \cdot \operatorname{ctg}(\alpha - \varphi)}{t}, \quad (12)$$

розмір скребка:

$$h \cdot B = \frac{q \cdot t}{0,5\rho \cdot V_{tp} \cdot h \cdot \operatorname{ctg}(\alpha - \varphi)}, \quad (13)$$

або його висоту:

$$h = \sqrt{\frac{q \cdot t}{0,5\rho \cdot B \cdot V_{tp} \cdot \operatorname{ctg}(\alpha - \varphi)}}. \quad (14)$$

Об'єм шару насіння, який контактує з поверхнями, визначимо як добуток площі контактування, перпендикулярної до поверхні тертя, на розміри зернівок:

$$V_k = 2F ABC b + h \operatorname{ctg}(\alpha - \varphi) (B - 2b) \alpha = + h \operatorname{ctg}(\alpha - \varphi) [hb + (B - 2b) a], \quad (15)$$

де a і b – ширина і товщина зернівок

У такому випадку ймовірність потрапляння насіння в шар, який контактує з поверхнею тертя, буде становити:

$$P_1 = \frac{V_k}{V} = \frac{p \cdot h \cdot V_{mp} \cdot \operatorname{ctg}(\alpha - \varphi)}{q \cdot t} [h \cdot b + (B - 2b) \alpha], \quad (16)$$

Із останньої формули (16) видно, що P_1 зменшується зі збільшенням подавання, кроку встановлення скребка, кута нахилу транспортера, зменшення його швидкості та висоти скребків. Зі зменшенням P_1 зменшується і травмування зернівок.

Проте із зростанням надходження насіння спостерігається зменшення його травмування до настання «зворотного висипання», коли воно піддається механічним впливам інших скребків (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив надходження на травмування зернівок

Секундне подавання, кг/с	0,79	0,99	1,13	1,14
Травмування зерна, %	2,97	2,17	5,80	5,06

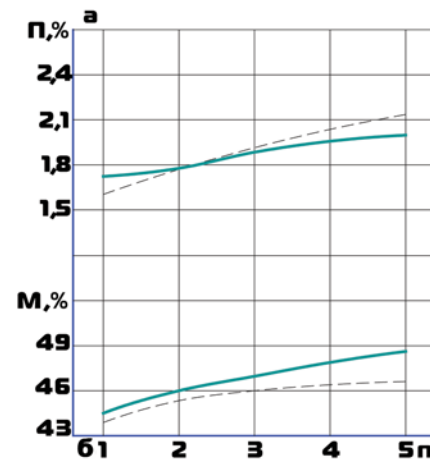


Рис. 2 – Залежність травмування зерна від кількості проходжень транспортером насіннеочисної машини

— експериментальне;
 - - - - - теоретичне;
 а – макротравмування;
 б – мікротравмування

Під час транспортування пшениці скребковим транспортером довжиною 2,3 м з гумовими скребками розміром 60x115 мм, кроком скребка 165 мм і швидкістю транспортера 1,15 м/с травмування зернівок зростає із збільшенням кількості проходжень (табл. 2) і відбувається приблизно за прямолінійною залежністю.

Травмування зерна залежить також і від технічного стану скребкових транспортерів, за зношення та деформації яких травмується до 2% і більше насіння.

У разі неправильного натягнення скребкового

Таблиця 2

Вплив кількості проходжень на травмування зернівок

Кількість проходжень	Кількість травмованих зернівок, %
1	28,0
2	29,5
3	31,5
4	33,5
5	36,5

транспортера спостерігається підвищене подрібнення і розмелювання зернівок.

Необхідно слідкувати, щоб скребкові транспортери м'яко торкалися скребками днища жолоба, а сам скребок міг вільно відхилитися у різні сторони від нейтрального становища на кут до 30°.

Правильне натягнення ланцюга скребкового транспортера зменшує не тільки травмування насіння, але і зношення накладок скребків.

Якщо гумові накладки зношені та виступають менше ніж на 10 мм, то їх необхідно замінити, а якщо цього не робити, то після значного зношення накладок починають виступати загострені краї металічних частин скребка, які травмують зернівки під час переміщення. Якщо ланцюг ослаблений, то між зірчатими, елементами ланцюга та внутрішніми поверхнями лотка попадають зернівки, які подрібнюються, розмелюються і травмуються.

Висновки. Дослідження показали, що кількість насіння, яке захоплюється скребком, має форму прямокутного трикутника, а тому його кількість залежить від ширини і висоти скребка, довжини рухомого шару одним скребком, кількості скребків, загальної протяжності лінії, кута зсипання і кута нахилу транспортера, природного зрізу та коефіцієнтів тертя.

Аналіз досліджень показав, що травмування насіння під час завантаження скребковими транспортерами залежить від їхніх параметрів, тертя, довжини лінії і розмірів зернівок.

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. Дерев'янку Д. А. Вплив травмування на якість насіння зернових культур / Д. А. Дерев'янку, О. П. Тарасенко, В. І. Оробінський., Монографія, Вид. ТОВ,

Нілак – ЛТД. – Ж. – 2012. – 439 с.

4. Дринча В. М. Исследования сепарации семян и разработка машинных технологий их подготовки/ В. М. Дринча. – Воронеж, 2006. – 382 с.

5. 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.

6. Тарасенко А. П. Снижение травмирования семян при уборке и послеуборочной обработке / А. П. Тарасенко. – Воронеж, 2003. – 301 с.

7. Тищенко Л. Н. Виброрешетчатая сепарация зерновых смесей / Л. Н. Тищенко, В. П. Ольшанский, С. В. Ольшанский. – Х.: Міськдрук, 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.

Аннотация. В статье приведены результаты исследований о влиянии рабочих элементов скребкового конвейера на травмирование семян зерновых культур.

Summary. The results of studies on the impact of working elements of scraper conveyor to injury cereal seeds are given.

Стаття надійшла до редакції 7 травня 2015 р.