**ТРАНСПОРТНІ ТА ТРАНСПОРТНО - ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ТА
ОБЛАДНАННЯ**

УДК 631.354:633.1

**ВПЛИВ РОБОЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ КОВШОВОГО ТРАНСПОРТЕРА НА РАВМУВАННЯ
І ЯКІСТЬ НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР**

*Дерев'яно Дмитро Аксентійович к.с.г.н., доцент
Житомирський національний агроекологічний університет*

*Мельник Віктор Іванович д.т.н., професор
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра
Василенка*

*Дерев'яно Олексій Дмитрович студент
Житомирський національний агроекологічний університет*

*Derevyanko D.
ZhytomyrNationalAgroecologicalUniversity*

*Melnik V.
Kharkov national technical university of agriculture the name of P.Vasilenko*

*Derevyanko O.
ZhytomyrNationalAgroecologicalUniversity*

Анотація: при проходженні технологічного процесу транспортування та завантаження насіння ковшовим транспортером відбувається травмування зернівок при заповненні ковшів, зворотньому висипанні та руху смуги.

Дослідження показали, що на травмування зернівок впливає кількість насіння, зіткнення з внутрішніми стінками ковша, довжина і час транспортування, зворотнє висипання, висота подачі, зазори між стінками ковша і внутрішньою поверхнею лотка, заповнення ковшів, затиснення, швидкість руху, крок розміщення ковшів та ін.

Аналіз свідчить, що на якість насіння при транспортуванні ковшовими транспортерами впливають конструкційні параметри та біологічні і фізико-механічні властивості насіння.

Ключові слова: травмування, насіння, ковші, швидкість руху, зворотнє висипання.

Постановка проблеми

Відомо, що 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.

Упродовж багатьох десятиріч, 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 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 сівбі 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 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 менша 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.Дрінча [3], Д. А. Дерев'яно, О. П. Тарасенко, В. І. Оробінського [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.Горьчкін, В.М. Дрінча, 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 і біологічних особливостей насіння, розроблення нових технологій та модернізацію робочих органів, що забезпечуватимуть мінімальну кількість травмування зернівок, максимальне отримання біологічно цінного високоякісного насіння відповідно агротехнічних вимог і державних стандартів.

Мета досліджень

Дослідити дію окремих робочих елементів ковшового транспортера при транспортуванні та завантаженні насіння на травмування зернівок та якість насіння.

Запропонувати шляхи зниження травмування насіння завантажувальними технічними засобами як одного з 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

Переважає більшість зернівок при транспортуванні ковшовими транспортерами травмується із-за зіткнення, ударяння, зворотнього зсипання, стиснення та защемлення. Таке травмоване насіння має знижену дію на міцність, тому будь-які наступні зіткнення з робочими поверхнями машин збільшує імовірність травмування.

В зв'язку з цим можна виділити такі основні причини зростання макротравмування при проходженні через ковшові елеватори як з «зворотнє висипання», деформація та контактування травмованого насіння з внутрішніми та зовнішніми поверхнями ковша, заповнення, віддалі транспортування ті інше.

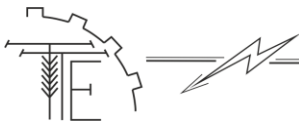
Імовірність зіткнення насіння матиме вигляд

$$P_{\text{зм}} = P_{\text{квн}} \cdot P_{\text{кз}} (n_o - m_o) + (P_{\text{ікс}} + P_{\text{ікзв}}) \cdot n_o \quad (1)$$

де n_o - імовірність наявності насіння без макротравм у зерновому воросі:

$n_o - m_o$ - імовірність наявності мікротравмованого насіння у зерновому воросі.

Імовірність зіткнення насіння всередині ковша ззовні, між ковшом і смугою, та «зворотнє висипання» надамо виразами :



$$P_{квн} = \frac{V_{квн}}{V_{оик}}; \quad P_{кзз} = \frac{V_{кзз}}{V_{оик}}; \quad P_{икс} = \frac{V_{икс}}{V_{оик}}; \quad P_{икв} = \frac{V_{икв}}{V_{оик}} \quad (2)$$

де V - об'єми насіння, що контактує із зовнішньою та внутрішньою поверхнею ковша, «зворотне висипання», а $V_{оик}$ - об'єм насіння в ковші.

Якщо надати об'єм насіння в ковші через секундні надходження, то отримаємо:

$$V_{икс} = \frac{qi}{V_{шре} B} \quad (3)$$

де q - секундні надходження, кг/с;

i - крок віддалі ковшів на смузі;

$V_{шре}$ - швидкість руху смуги, м/с;

B - маса насіння, кг/м³.

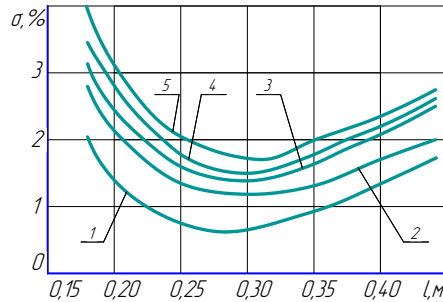


Рис. 1. Залежність «зворотнього висипання» насіння від кроку розміщення ковшів на смузі

Дані рис. 1 показують, що перша лінія свідчить, що коефіцієнт заповнення ковша становить 0,5; друга – 0,6; третя – 0,7; четверта – 0,8; п'ята – 0,9.

В такому разі можливість зіткнення насіння можна виразити через площу контактування та розміру насіння, перпендикулярної поверхні контактування

$$V_{квн} = S_{квн} \cdot K; \quad V_{кзз} = S_{кзз} \cdot K; \quad V_{икс} = S_{икс} \cdot K \cdot e, \quad (4)$$

де F - площа контактування насіння із внутрішньою і зовнішньою поверхнями ковша і між ним та стрічкою;

K – кількість насіння, перпендикулярна поверхні контактування;

e - коефіцієнт заповнення ковша.

Контактування при зворотньому висипанні можна надати виразом:

$$V_{зв} = \frac{m \cdot V_{ик}}{100} \quad (5)$$

де m - кількість насіння при «зворотньому висипанні» у відсотках.

Відповідно будови ковша, насіння контактує з його передньою, задньою, боковими частинами і дном. Площа контактування із задньою стінкою залежить від величини заповнення, а тому внутрішньою площею можна розрахувати

$$S_{квн} = S_n + S_z + S_o + S_o \quad (6)$$

де S - площі контактування насіння із передньою, задньою, боковими внутрішніми частинами та дном ковша.

Надана схема заповнення насінням ковша, рис. 2 показує, що поверхня наявності насіння має форму логарифмічного витка під кутом зрізу 25-30°.

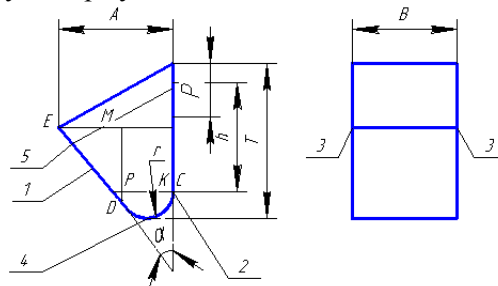
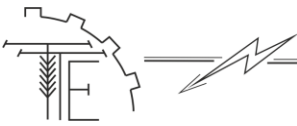


Рис. 2. Схема заповнення ковша насінням: 1 – передня частина; 2 – задня частина; 3 – бокові частини; 4 – дно ковша; 5 – верхнє розміщення насіння



Відповідно цього рисунка площі контактування насіння з внутрішньою поверхнею ковша можна визначити, розглянувши трикутники ЕМД і ДРК, шляхом визначення довжини передньої частини ковша за формулою

$$l_{не} = \frac{A - r(1 + \cos \alpha)}{\sin \alpha} \quad (7)$$

Тоді площу можна надати як добуток довжини на ширину

$$S_{нк} = \frac{A - r(1 + \cos \alpha)}{\sin \alpha} \cdot B; \quad S_{ок} = \frac{V}{B} \quad (8)$$

Площу дна ковша сектору ДКС з урахуванням ширини В можна надати виразом

$$S_{ок} = \frac{\pi r(180 - \alpha)}{180} \cdot B \quad (9)$$

Площу контактування із поверхнею задньої частини ковша можна визначити за формулою

$$S_{ок} = B \cdot h$$

Враховуючи заповнення ковша насінням, величину h можна надати через висоту ковша, використанням коефіцієнта заповнення, рис. 2, який показує, що залежність між висотою насіння в ковші і ступенем заповнення можна вважати прямо пропорційними, а тому можна надати виразом

$$h = (T - r) \cdot l \quad (10)$$

Враховуючи попередні вирази отримаємо формулу

$$S_{ок} = B(T - r) \cdot \ell \quad (11)$$

Аналізуючи схему процесу заповнення ковша насінням, рис.3 видно, що площа контактування зернівок з боковими стінками складається із суми площ сектору РКZ, а передньої, як добуток довжини дуг РZK на ширину ковша В.

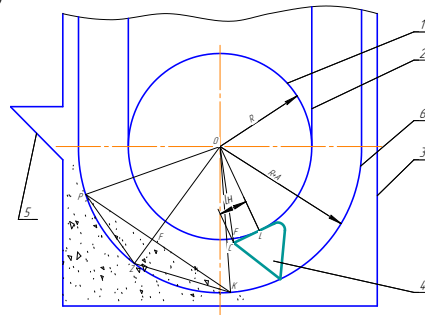


Рис. 3. Схема процесу завантаження ковша насінням: 1 – барабан; 2 – смуга; 3 – корпус башмака; 4 – ковш; 5 – місце завантаження; 6 – шлях руху ковша

Площу сектору можна надати формулою

$$S_{пзк} = \frac{l_{fz}}{15} (e l_{pk} + l_{vc}) \quad S_{пзк} = \frac{2}{3} l_{pk} \cdot l_{fz} \quad (12)$$

Продовживши вирішення рівнянь у сукупності отримаємо:

$$l_{кz} = \frac{3}{4} \cdot \frac{S_{пзк}}{l_{fz}} \quad (13)$$

Визначимо гіпотенузу KZ через катети трикутника

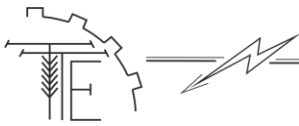
$$l_{KZ}^2 = l_z^2 + l_{FK}^2 \quad (14)$$

Продовживши ряд перетворень та розрахунків площ трикутників РОК, сегмента РZK, площі контактування зернівок із зовнішніми поверхнями ковша, між ковшом і смугами та врахувавши імовірність $P_{квн}$, $P_{кзз}$, $P_{ікс}$ і $P_{інзв}$ отримаємо такі вирази.

$$P_{квн} = \frac{\beta D V (D + t)}{2 q i} \left[\frac{A - r(1 + \cos \theta)}{\sin \beta} + \frac{\pi r(180 - \alpha)}{180} + (T - r) \cdot e \right] + \frac{D + t}{D} \quad (15)$$

$$P_{кзз} = \frac{D + t}{D^2} \left[\sqrt[3]{\frac{12 D^2 \cdot V^2 \cdot \rho^2 (R + A)}{q^2 i^2} + \frac{1}{2(R + A)}} + \frac{2}{D} \right] \quad (16)$$

$$P_{ікс} = \left(\frac{\pi R \arctg \frac{h}{R}}{180} + l_n \right) \frac{D \cdot V \cdot \rho \cdot \ell (D + t)}{2 q i} \quad (17)$$



$$P_{\text{нов}} = \frac{G}{100} \quad (18)$$

Проведені розрахунки показують вплив робочих елементів ковшового транспортера на травмування насіння при завантаженні та транспортуванні.

Висновки

Швидкість руху та заповнення ковша насінням, кроки розміщення ковшів, «зворотне обсіпання», затиснення між стінками і корпусом та інші чинники впливають на травмування і якість насіння про що свідчать теоретичні розрахунки та експериментальні дослідження.

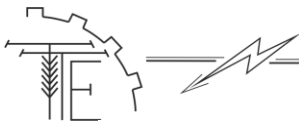
Величина травмування насіння окремими робочими елементами ковшових транспортерів залежить від конструктивних параметрів і режимів їх роботи, початкового стану зернового вороху при збиранні, наступних стадій оброблення, вологості насіння, засміченості органічними і не органічними матеріалами, наявності сирого насіння бур'янів, решток соломи, полови, вологого пилю, грудочок ґрунту та біологічних і фізико-механічних особливостей сорту.

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. Дерев'яно Д.А. Вплив травмування на якість насіння зернових культур / Д.А. Дерев'яно, О.П. Тарасенко, В.І. Оробінський. – Житомир, 2012. – 439 с.
4. Дринча В.М. Исследования сепарации семян и разработка машинных технологий их подготовки / В.М. Дринча. – Воронеж, 2006. – 382 с.
5. Котов Б.І. Теоретичне обґрунтування руху частинки зерна на вібропневморешеті при дії розпнужуючих робочих органів / Б.І. Котов, С.П. Степаненко, Р.А. Калініченко // Наук.вісн. НАУ. – К., 2007. – Вип. 115. – С.112-117.
6. Адамчук В.В. Теория центробежных рабочих органов машин для внесения минеральных удобрений / В.В. Адамчук – К.: Аграр.наука, 2010. – 177 с.
7. Тарасенко А.П. Снижение травмирования семян при уборке и послеуборочной обработке / А.П. Тарасенко. – Воронеж, 2003. – 301 с.
8. Тищенко Л.Н. Виброрешетчатая сепарация зерновых смесей / Л.Н. Тищенко, В.П. Ольшанский, С.В. Ольшанский. – Х.: Міськдрук, 2011. –280 с.
9. Чазов С.А. О мерах снижения травмирования семян / С.А. Чазов // Селекция и семеноводство. – 1964. –№ 4. С. 30–32.
10. Фадеев Л.В. Линия очищающее – калибрующих машин / Л.В.Фадеев. Насінництво. - К.,- 2011. - №3. – 22 – 27 с.
11. Uhe J.B. Pneumatik separation of grait and staw mixturesc / J.B. Uhe, B.J. Lamp // Transaction of the ASAE. –1966. –V.9. –P. 244–246.
12. Zoltzman A. Separating flower bulbs and stones in fluidized bid / A. Zoltzman, Z. Schmilovitch, A. Mizrach. Agricultural Engineerin. –1985. –V. 237, №2. –P. 63-67.

References

1. Vasilenko P.M. Teoriya dvizheniya chastitsy po sherokhovatyimi poverkhnostyami sel'skokhozyaystvennykh mashin / P.M.Vasilenko. - K.: UASKH. 1960.-284 s.
2. Goryachkin V.P. Sobr.soch. T. IV- VI., М., К., 1965.
3. Derev'yanko D.V. Vplyv travmuvannnyu na yakist nasinnya zernovykh kultur / D.A. Derev'yanko, O.P. Tarasenko, V.I. Orobinskiy. - Zhytomyr , 2012. - 439 s.
4. Drincha V.M. Issledovaniya separatsii semyan i razrabotka mashinnykh tekhnologiy ikh podgotovki / V.M. Drincha. - Voronezh, 2006. - 382 s.
5. Kotov B.I. Teoretychne Obhruntuvannya rukhu chastynka zerna na vibropnevmoresheti pry Diyi rozpushuyuchikh robochykh orhaniv / B.I. Kotov, S.P. Stepanenko, R.A. Kalinichenko // Nauk.visn. NAU. - K. , 2007. - Vyp. 115. - S.112-117 .
6. Adamchuk V.V. Teoriya tsentrobezhnykh rabochikh organov mashin dlya vneseniya mineral'nykh udobreniy / V.V.Adamchuk - M. : Agrar.nauka, 2010. - 177 s.
7. Tarasenko A.P. Snizheniye travmirovaniy semyan pri uborke i posleuborochnoy obrabotke / A.P.Tarasenko. - Voronizh, 2003. - 301 s.
8. Tishchenko L.N. Vibroreshetnaya separatsiya zernovykh smesey / L.N.Tishchenko, V.P. Ol'shanskiy, S.V.Ol'shanskiy. - M. : Mis'kdruk, 2011. – 280 s.
9. Chazov S.A. V merakh snizheniya travmirovaniy semyan / S.A.Chazov // Selektsiya i semenovodstvo. - 1964. –№ 4. S. 30–32.



10. Fadeyev L.V. Liniya ochishchayushcheye - kalibruyushche mashin / L.V. Fadeyev. *Semenovodstvo*. - K., - 2011. - №3. - 22 - 27 s.
11. Uhe J.B. Pneumatik separation of grait and staw mixtures / J.B. Uhe, B.J. Lamp // *Transaction of the ASAE*. -1966. -V.9. -P. 244-246.
12. Zoltzman A. Separating flower bulbs and stones in fluidized bid / A. Zoltzman, Z. Schmilovitch, A. Mizrach. *Agricultural Engineerin*. -1985. - V. 237, №2. - P. 63-67.

ВЛИЯНИЕ РАБОЧИХ ЭЛЕМЕНТОВ КОВШОВЫХ ТРАНСПОРТЕРОВ НА ТРАВМ И КАЧЕСТВО СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Аннотация: влияние рабочих элементов ковшового транспортера на травмирование и качество семян зерновых культур

При прохождении технологического процесса транспортирования и загрузки семян ковшовым транспортером происходит травмирование зерновок при заполнении ковшей, обратной сыпи и движении транспортера.

Исследования показали, что на травмирование зерновок влияет количество семян, соударения с внутренними стенками ковшей, длина и время транспортирования, обратная сыпь, высота падения, зазоры между стенками ковша и внутренней поверхностью шнека, защемление, скорость движения, заполнение, шаг размещения ковшей и др.

Анализ свидетельствует, что на качество семян при загрузке ковшовыми транспортерами влияют их конструкционные параметры, биологические и физико-механические особенности семян.

Ключевые слова: травмирование, семена, ковши, скорость движения, обратная сыпь.

INFLUENCE WORKSPACE BUCKET CARRIER INJURY AND QUALITY CEREAL SEEDS

Summary: the effects of the working parts of a bucket conveyer on the grain seeds quality and damaging.

Durring the technological process of the seeds conveying and loading by the bucket conveyer the weevils damaging takes place when filling-in the bucket, reverse emptying as well as when strip moving.

The research shows that weeviling damaging is amount, striking againts the inner bucket walls, reverse emptying, the dropping height, the gaps between the bucket walls and the inner surface of an auger, compressing, the motion speed, the distance between the buckets placing, filling-in and others.

The analysis testifies to the fact that when conveying seeds by the seeds quality is affected by the construction parameters as well as by the biological, physical and mechanic seeds properties.

Keywords: damaging, seeds, buckets, motion speed, reverse emptying.