

Dmytro Derevjanko,

*Zhytomyr National Agroecological University,
Associate Professor, Ph.D. in Agricultural Sciences,
Engineering and Energy Faculty,*

Elena Sukmaniuk,

*Zhytomyr National Agroecological University,
Senior Lecturer, Ph.D. in Historical Sciences,
Engineering and Energy Faculty,*

Sergey Chychlyuk,

*Zhytomyr National Agroecological University,
Associate Professor, Ph.D. in Economics Sciences,
Engineering and Energy Faculty,*

Roman Grudovyi,

*Zhytomyr National Agroecological University,
Senior Lecturer, Ph.D. in Technical Sciences,
Engineering and Energy Faculty,*

Oleksii Derevjanko,

*Zhytomyr National Agroecological University,
Student, Engineering and Energy Faculty*

The modeling of the seed injury dynamics

Abstract: While effecting the weevils the centrifugal force as well as the normal reaction are directed in opposite sides along the normal to the cylindrical sieve surface, and they have a constant for the sieve angular velocity.

The weevils constant weight and the direction downward are faced with the resistance of the friction force directed opposite to the motion, that is opposable to the velocity vector of the seeds shifting.

The sieve acceleration in the vertical reverse motion changes according to the sinusoidal law with due regards for the inertial force acting down or up because of the sieve vibration caused by the eccentric vibration.

During the technological process of seed preparation, because of seed shifting, weevils interaction with sieve surface, as well as under the effects of the centrifugal forces, friction, gravity, inertia and vibration, the weevils get some micro damaging.

Keywords: seeds, damaging vibromachine, vibration, striking.

Дмитро Дерев'янку,

*Житомирський національний
агроекологічний університет, доцент,
кандидат сільськогосподарських наук,
факультет інженерії та енергетики,*

Олена Сукманюк,

*Житомирський національний
агроекологічний університет, старший викладач,
кандидат історичних наук, факультет інженерії та енергетики,*

Сергій Чичилюк,

*Житомирський національний
агроекологічний університет, доцент,
кандидат економічних наук, факультет інженерії та енергетики,*

Роман Грудовий,

*Житомирський національний
агроекологічний університет, старший викладач,
кандидат технічних наук, факультет інженерії та енергетики,*

Олексій Дерев'янку,

*Житомирський національний
агроекологічний університет, студент,
факультет інженерії та енергетики*

Моделювання динаміки травмування насіння

Анотація: Відцентрова сила і нормальна реакція поверхні циліндричного решета впливають на зернівку направленої протилежно вздовж нормалі до циліндричної поверхні решета і для його кутової швидкості мають постійну величину.

Прискорення решета у вертикальному зворотно-поступальному русі змінюється за синусоїдальним законом із урахуванням дії сили інерції вниз або вгору в зв'язку з наданням вібрації решету від ексцентрикового вібратора, а вага зернівки та напрям вниз зустрічає опір сили тертя, що спрямована проти руху, тобто проти вектору швидкості переміщення насіння.

При проходженні технологічного процесу підготовки насіння внаслідок його переміщення, взаємодії зернівок з поверхнями решета і під дією відцентрова-

них сил, тертя, тяжіння, інерції, вібрації, зернівки отримуватимуть певні мікротравмування.

Ключові слова: насіння, травмування, віброприспособлення, ударяння, вібрація.

Вступ. 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 великій кількості високоякісного насіння.

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, інколи більше половини.

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 жнивarki, молотильного барабану, решітного стану, скребкових, шнекових, стрічкових, ковшових транспортерів, механізмів післязбирального оброблення зернового вороху, підготовки насіння, транспортувальних і завантажувальних засобів, а також технічних засобів протруювання та сівби.

Дослідження І.Г. Строни, Д.А. Дерев'янка, О.П. Тарасенка, В.І. Оробінського, П.М. Пугачова, С.А. Чазова [3, 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 і 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 про- шарку з тоненької плівки, адсорбційного шару, який буде цьому перешкоджати.

Травмування зернівок, а потім їх руйнування відбувається коли максималь- не напруження σ менша від напруження, яке виникло внаслідок дії механічних або інших впливів σ_1 , тобто для травмування, необхідна умова $\sigma \leq \sigma_1$.

За даними В.М. Дрінча [4] травмування зернівок під час обмолочування ін- коли сягає 30–35%, а за підготовки насіння навіть більше 50%, залежно від воло- гості та структури зернового вороху. При вологості 14-16% гранична величина удару, при якому проявляються зовнішні ознаки травмування, знаходиться в ме- жах 0.11–0.16 Дж, що знижує польову схожість більше 20%.

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

У створенні фундаменту наукових основ теорії взаємовпливу робочих пове- рхонь механізмів та різних матеріалів, в тому числі зернової маси, значний внесок зробили такі визначні вчені, як П.М. Василенко, Л.В. Погорілий, В.М. Дрінча, В.В. Адамчук, Л.М. Тіщенко, О.П. Тарасенко, П.М. Заїка, І.Г. Строна [1,2,3,5,6] та ін.

Таким чином, аналіз впливу технічних засобів на травмування і якість зерні- вок та застосування новітніх технологій оброблення зернового вороху і підготов- лення високоякісного насіння показує, що головними факторами розвитку систем є глибоке і всебічне вивчення фізико-механічних та біологічних особливостей насін- ня і розроблення нових технологій та модернізацію робочих органів, що забезпе- чуватимуть мінімальну кількість травмування зернівок, отримання високоякісного насіння відповідно агротехнічних вимог і державних стандартів.

Експериментальні методи. Використано метод математичного моделю- вання роботи машин, робочих елементів і технологічних процесів.

Застосовано розрахункові диференціальні рівняння, перетворення та графі- чні 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 на- турних зразків, технічних засобів, приладів та знарядь згідно з наявними держав- ними стандартними методиками.

Результати і обговорення. Розглянемо основні випадки травмування насіння при його русі по робочих елементах вібровідцентрового сепаратора.

При русі насіння у пневмокамері вирішальний вплив на травмування насіння відіграє ймовірність його контакту з поверхнями тертя чи співударяння, а також і швидкість співударяння. В цьому випадку вміст травмованого насіння у відсотках після проходження простору пневмо камери буде дорівнювати:

$$T_{inn} = \left(1 - X_{i-1} \cdot e^{-\lambda_1 P_1 X_{i-1} - \lambda_2 V}\right) \cdot 100 \quad (1)$$

При падінні насіння з розкидача – розподільника на решета також основний вплив будуть відігравати ймовірність його контакту з поверхнею решіт (ймовірність близька до одиниці), а також швидкісне співударяння з поверхнею решіт, а тому вміст травмованого насіння після потрапляння на поверхню решіт визначимо за виразом (1), враховуючи, що $P_1 \approx 1$ отримуємо:

$$T_{inn} = \left(1 - X_{i-1} \cdot e^{-\lambda_1 P_1 X_{i-1} - \lambda_2 V}\right) \cdot 100 \quad (2)$$

де V – швидкість ударної взаємодії потоку насіння з поверхнею решета.

При русі насіння вздовж поверхні решіт основну роль буде відігравати швидкість V ударної взаємодії насіння з отворами решіт в процесі сепарації, а також протяжність L переміщення насіння по поверхні решіт з наявністю його тертя і співударяння з поверхнею решіт. Тому вираз для визначення вмісту травмованого насіння у відсотках у цьому випадку матиме вигляд:

$$T_{inn} = \left(1 - X_{i-1} \cdot e^{-\lambda V - \lambda_3 L}\right) \cdot 100 \quad (3)$$

В цьому випадку коефіцієнт $k = 1$, тобто $\lambda_3 k L = \lambda_3 L$, що означає відсутність зворотнього обсіпання насіння, враховуючи основний рух вниз.

І нарешті, при русі насіння по самотічних лотках, основну роль у травмуванні насіння відіграє ймовірність його контакту з поверхнями тертя або співударяння, а також протяжність L самого травмування насіння без зворотнього обсіпання. Тому відсоток травмованого насіння в цьому випадку буде визначений за наступним виразом:

$$T_{inn} = \left(1 - X_{i-1} \cdot e^{-\lambda_1 P_1 X_{i-1} - \lambda_3 L}\right) \cdot 100 \quad (4)$$

Розглянемо також рівень травмування насіння основними елементами ліній післязбирального підготовлення.

При транспортуванні насіння норією, або ковшовим транспортером, деяка частина, що дорівнює величині зворотного обсіпання G , яка під дією відцентрової

сили притискається до зовнішньої стінки ковша у момент сходження з барабана, викидається у башмак з висоти L . Тому при підрахуванні травмування зернівок норією формула набуває наступного вигляду:

$$T_{inn} = \left(1 - X_{i-1} \cdot e^{-\lambda_1 P_1 X_{i-1} - \lambda_2 V - \lambda_3 GL}\right) \cdot 100 \quad (5)$$

При транспортуванні насіння скребковим або шнековим транспортером очевидно можна вважати, що зворотне обсіпання відсутнє, тобто $G=0$, $k=0$, а тому вираз для визначення відсотку травмованих зернівок у цьому випадку набуває наступного вигляду:

$$T_{inn} = \left(1 - X_{i-1} \cdot e^{-\lambda_1 P_1 X_{i-1} - \lambda_2 V - \lambda_3 L}\right) \cdot 100 \quad (6)$$

де L – довжина транспортера.

Для тихохідних транспортуючих елементів, де швидкість транспортування значно менша швидкості удару, при якій починається травмування насіння, можна знехтувати величиною $\lambda_2 V$ і тому в цьому випадку вираз (5) і (6) набув простого вигляду:

$$T_{inn} = \left(1 - X_{i-1} \cdot e^{-\lambda_1 P_1 X_{i-1} - \lambda_3 GL}\right) \cdot 100 \quad (7)$$

$$T_{inn} = \left(1 - X_{i-1} \cdot e^{-\lambda_1 P_1 X_{i-1} - \lambda_3 L}\right) \cdot 100 \quad (8)$$

При транспортуванні насіння стрічковим, або смуговим транспортером приймаємо, що відносно проковзування матеріалу на транспортуючій стрічці відсутнє, тобто $V=0$ (швидкість матеріалу відносно стрічки) і $L=0$ (матеріал на стрічці нерухомий). Тоді вираз для підрахунку кількості травмованого насіння після стрічкового транспортера матиме наступний вигляд:

$$T_{inn} = \left(1 - X_{i-1} \cdot e^{-\lambda_1 P_1 X_{i-1}}\right) \cdot 100 \quad (9)$$

При транспортуванні насіння по самотічних трубопроводах з великої висоти вирішальний вплив на травмування зернівок відіграє як ймовірність його контакту з поверхнями тертя чи співударяння, так і швидкість співударяння, тому вміст травмованого насіння у відсотках після транспортування по самотічному пристрою буде дорівнювати:

$$T_{inn} = \left(1 - X_{i-1} \cdot e^{-\lambda_1 P_1 X_{i-1} - \lambda_2 V}\right) \cdot 100 \quad (10)$$

Таким чином розглянуті вище основні випадки моделювання динаміки травмування зернівок при русі по робочих елементах конструкції вібровідцентрового сепаратора, а також основних конструкцій транспортуючих і завантажувальних елементів технологічних ліній післязбирального оброблення та підготовки на-

сіння показують можливість його травмування від багаторазових механічних навантажень.

Висновки. Дія вібропристосування сприяє руху насінневого шару по поверхні циліндричного решета при технологічному процесі, а взаємодія зернівок при цьому між собою та від зіткнень з поверхнею циліндричного решета, особливо гострими кромками отворів значно впливає на мікротравмування, а інколи і на руйнування при заклиненні в отворах.

Експериментальні дослідження засвідчили, що травмування насіння озимої пшениці та жита при підготовленні на вібровідцентровому сепараторі в залежності від знаходження с-г підприємств та біологічних і фізико-механічних особливостей оброблюваного зернового вороху становили 4 – 6%, а інколи значно більше.

Список літератури:

1. Адамчук В.В. Теория центробежных рабочих органов машин для внесения минеральных удобрений / В.В. Адамчук – К.: Аграр. наука, 2010. – С. 177.
2. Василенко П.М. Теория движения частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин / П.М. Василенко. – К: УАСХ. 1960. – С. 284.
3. Гончаров Е.С. Исследования процесса сепарации зерновых материалов центробежно-вибрационными решетками: автореф. дис. на соискание учон. степени канд. техн. наук / Е.С. Гончаров. – К., 1963. – С. 40.
4. Дринча В.М. Исследования сепарации семян и разработка машинных технологий их подготовки / В.М. Дринча. – Воронеж, 2006. – С. 382.
5. Тарасенко А.П. Снижение травмирования семян при уборке и послеуборочной обработке / А.П. Тарасенко. – Воронеж, 2003. – С. 301.
6. Тищенко Л.Н. Виброрешетная сепарация зерновых смесей / Л.Н. Тищенко, В.П. Ольшанский, С.В. Ольшанский. – Х.: Міськдрук, 2011. – С. 280.
7. Чазов С.А. О мерах снижения травмирования семян / С.А. Чазов // Селекция и семеноводство. – 1964. – № 4. С. 30–32.
8. 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.
9. 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.