

УДК 631.354:633.1

Д.А. Дерев'янку, доц., канд. с-г наук

Житомирський національний агроекологічний університет

Вплив травмування на міцність насіння зернових культур

В статті розглядаються дослідження травмування та руйнування зернівок від впливу зовнішніх та внутрішніх факторів.

зернівка, травмування, деформація, тріщини, міцність

Д.А. Дерев'янку, доц., канд. с-х наук

Житомирский национальный агроэкологический университет

Влияния травмирования на прочность семян зерновых культур

Рассматриваются исследования травмирования и поврежденной зерновки от влияния внешних и внутренних факторов.

травмирования, деформация, трещины, прочность

Постановка проблеми. Велика увага підготовленні насінневого матеріалу приділяється на протязі сотень років.

Наукові дослідження та конструкторські вдосконалення щодо підвищення пропускнуої спроможності, продуктивності та ефективності зернозбиральних машин будуть головними завданнями найближчої перспективи. А це в значній мірі залежатиме від режимів роботи та якісних характеристик очистки комбайнів. Адже площа сепарувальних поверхонь нинішніх зернозбиральних комбайнів вітчизняного виробництва менша порівняно до кращих зарубіжних аналогів.

Значним негативом є відставання з удосконаленням і запровадженням новітніх технологій збирання, післязбирального дороблення зернового вороху, підготовки насіння та сівби. Адже нинішні технічні засоби та технологічні лінії не в повній мірі забезпечують отримання високоякісного насіння у зв'язку з тим, що на довгому шляху технологічних процесів зернівки знаходяться під впливом факторів зовнішньої та внутрішньої дії, значних механічних навантажень та шкідливої дії мікроорганізмів.

Збільшення проходження зернівок через додаткову кількість механізмів та зміна режимів роботи при збиранні та підготовленні насіння і сівбі призводить до збільшення втрат, травмувань та погіршення якості насіння, що вимагає постійного вдосконалення і модернізації технічних засобів, покращення регулювання та контролю за протіканням виробничо-технологічного процесу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Виробництво зерна та підготовки насіння включає комплекс технологічних операцій вирощування, догляду, збирання, післязбиральної обробки зернового вороху, при потребі сушіння, сортування і калібрування, очищення, завантаження, протруювання та сівби. В зв'язку з цим, травмування зернівки є наслідком впливу механічних навантажень таких механізмів технологічних процесів як жниварка, молотильний барабан, решітний стан, шнеки, завантажувальні та транспортувальні засоби, різноманітні механізми, що використовуються для післязбирального оброблення зернового вороху, підготовки насіння, переміщення завантажувачами, протруювання та сівба.

Результати досліджень І.Г. Строни, О.П. Тарасенка, В.І. Оробінського [6, 7] та інших свідчать про те, що травмування зернівки при обмолочуванні сягає 20% і навіть більше, а після доробляння зернового вороху та підготовки насіння і сівби їх кількість значно зростає.

Дослідження В.М. Дрінча [2] показують, що травмування зернівки під час обмолочування зернозбиральними комбайнами інколи сягає навіть 30...35% і більше, а при підготовлянні насіння досягає навіть 50% в залежності від вологості та засміченості.

Дослідження показують, що зниження травмування зернівок відбувається при використанні комбайнів з аксіально-роторним молотильно-сепарувальним пристосуванням де барабанно-молотильний агрегат і клавішний соломотряс замінений одним обертальним у циліндрі робочим органом – ротором.

Дослідження Ю.В.Лукинського[6] свідчать про те, що при обмолочуванні комбайнами з автоматичними регулюванням завантаження, пошкодження жита не перевищувало 2%, а при його відсутності сягало 8-12%.

Академік П.А. Ребендер[6] встановив, що рідина і наявні в ній біологічно-активні речовини просочуються в найтонші тріщини, внаслідок чого стінки тканин не можуть змикатися після зняття навантажень у зв'язку із наявністю прошарку із тоненької плівки із адсорбційного шару який буде перешкоджати цьому.

Результати досліджень фракціонування зернового вороху при використанні сортувальних решіт різних зернових машин показують їх вплив на травмування, розподілення та якість насіння, що відзначається у роботах А.П. Тарасенка, Б.І. Котова, В.І. Оробінського, М.Е. Мерчаловой, В.В. Кузнецова, Л.В. Фадеева [3, 4, 5, 6, 7] та інших.

У створенні фундаменту наукових основ теорії взаємовпливу робочих поверхонь механізмів, зернових сумішей, віброрешітного сепарування і фракціонування та їх впливу на пружність, деформацію і травмування з метою пошуку оптимальних параметрів ощадливих режимів їх роботи висвітлено у працях П.В. Василенка, П.М. Заїки, В.П. Горячкіна, А.Н. Пугачова, О.П. Тарасенка, Л.М. Тіщенко, В.В. Кузнецова [1, 2, 5, 6, 7, 8, 9] та інших.

Дослідження І.Г. Строни, О.П. Тарасенка, В.М. Дрінча, П.М. Пугачова, С.А. Чазова, В.І. Оробінського [3, 6] та інших свідчать, що травмування зернівок залежить від комплексу фізико-механічних і біологічних властивостей насіння, а також від підбирання і кількості обладнання на якому проходить його підготовлення, при цьому необхідно зазначити, що кількість травмованих зернівок у насінневому матеріалі може сягати у деяких випадках 60 – 90% і навіть більше.

Мета досліджень. Виявлення впливу травмування зернівок під час обмолочування та післязбирального обробітку вороху на якісні показники насіння.

Визначення ефективності післязбиральної підготовки високоякісного насіння озимої пшениці та жита на різних стадіях технологічних процесів в різних ґрунтово-кліматичних умовах.

Визначити шляхи зниження травмування зернівок на цих стадіях технологічних процесів і пошкодження їх мікроорганізмами як одного з головних резервів покращення якісних показників насіння та підвищення урожайності зернових культур.

Результати досліджень. При виконанні технологічних процесів на зернівку впливають зовнішні та внутрішні системи, які вже проходили до цього етапу, що спричиняють виникнення в зернівці напружень, які спонукають до активного переміщення всієї органічної маси, внаслідок чого відстані між окремими частинками збільшуються, що викликає послаблення спротиву до руйнування всієї зернівки. Під час дальшого протікання процесу відбувається поступове зростання цих впливів, що призводить до зростання відстаней між атомами та сприяє створенню умов для подолання потенційного бар'єру при переході від стійкого стану рівноваги до нестійкого, а в подальшому ця відстань між окремими шарами атомів стає дуже

великою, що створює всі передумови для виникнення тріщиноподібного утворення – розриву, яке, навіть після припинення навантаження, не зникається.

Проте руйнування зернівок, тобто утворення тріщин слід розглядати як факти, що складаються з двох стадій: зародження умов для утворення майбутньої тріщини, тобто фізичні особливості руйнування, та поширення її розвитку або механіка руйнування. Процеси руйнування на кожній із цих стадій підпорядковуються різним закономірностям, зв'язки між якими до цього часу вивчені недостатньо, а саме знання цього зв'язку дасть можливість повного розуміння процесу травмування, та особливо взаємозв'язку між макротравмуванням і мікротравмуванням.

Серед критеріїв міцності будуть умови настання небезпечного стану в певній точці в час розгляду, класична теорія міцності.

Під час стійкого впливу тріщина нерухома під дією постійних зовнішніх навантажень, а для її розвитку, відповідно, необхідно збільшувати такі навантаження, тобто від дії зовнішніх впливів тріщина розвивається, а це відбувається тоді, коли коефіцієнт інтенсивності досягає критичної величини. Початок збільшення тріщини, тобто перехід межі тріщинуватості і буде додатковим критерієм вирішення граничної рівноваги тіла з тріщиною.

Внаслідок поступового протікання процесу, в кінці тріщини виникає пластична зона, коли на початку розриву зусилля через неї не передається, але при зростанні напруги в кінці руйнування виникають додаткові зусилля в зоні пластичних деформацій.

В результаті зростання та накопичення таких додаткових зусиль в зоні пластичних деформацій відбувається накопичення мікропошкоджень, які є основою створення умов для майбутнього розриву або тріщиноутворення, а потім і руйнування.

Таким чином, руйнування зернівки настає в тому випадку, коли максимальне пошкодження σ менше від напружень, які виникають від механічних або інших впливів σ_1 . У зв'язку з цим, щоб руйнування зернівки відбувалося необхідна умова

$$\sigma \leq \sigma_1.$$

Розміри пластичної зони та інтенсивність пластичних деформацій в цій зоні регулюються коефіцієнтом інтенсивності напруги

$$k = \sigma_1 \sqrt{L\pi},$$

де L – довжина деформації зернівки,

та особливістю матеріалів. Напруги в кінці тріщини змінюємо максимальним значенням основної напруги σ_1 в небезпечній точці, маючи на увазі, що саме з цієї точки настає початок тріщини. Напруга σ_1 приймає тут участь ще й через те, що через порушення міцності у цій небезпечній точці в реальності пов'язується з теорією міцності.

Для справедливості положень лінійної механіки розвитку тріщини її довжину L , або напівдовжину необхідно збільшувати в кожную сторону на половину довжини пластичної зони

$$r_y = \frac{K_C^2}{2\pi\sigma_{0,2}^2},$$

де $\sigma_{0,2}^2$ – умовна межа плинності.

K_C – граничний коефіцієнт інтенсивності напружень

В результаті такого фіктивного збільшення довжини тріщини $L + r_y$ елементи пружного і пружнопластичного рішення співпадають в області пружності.

Граничний коефіцієнт інтенсивності напружень K_C можна визначити за допомогою побудованої діаграми руйнування зернівок відповідно до різноманітної довжини цих руйнувань. Згідно зі значеннями напруг σ та довжиною тріщини, отриманих на цих діаграмах, обчислюється граничний коефіцієнт інтенсивності всього

діапазону тріщин згідно з довжиною, включаючи при цьому всю кількість, незалежно від їх величини за формулою Дж.Р. Ірвіна:

$$K_C = \sigma_1 \sqrt{a_3 \operatorname{tg} \left[\frac{\pi}{a_3 / \left(\frac{L + K_C^2}{2\pi\sigma_{0,2}^2} \right)} \right]},$$

де a_3 - товщина зернівки, а значення K_C при відомих σ_1 та L визначаються методом послідовного зближення.

Відмічена поправка та довжина тріщини дуже важливі при одноразовому статичному напруженні в умовах плоского стану напруження. Для точності визначення величини K_C довжина пластичної зони не повинна перевищувати 20% від напівдовжини тріщини.

На стадії руйнування при наявності тріщини розрахункове рівняння на міцність буде мати вигляд:

$$R = \frac{L}{m},$$

L – межа тріщинуватості;

m – коефіцієнт запасу відносно межі тріщиностійкості.

Встановлено, що

$$L = K_C \sqrt{L - (\sigma_1 / \sigma_A)^2},$$

σ_B – межа міцності зернівки без тріщин.

У зв'язку з тим, що допустима напруга σ_1 включена в рівняння по визначенню коефіцієнта інтенсивності та межі тріщинуватості, то отримаємо синтез умов міцності згідно теорії утворення тріщин. У такому випадку при $m=L$, та підставивши значення K та L у формулу щодо визначення σ_1 отримаємо

$$\sigma_1 = \frac{K_N \sigma_1}{\sqrt{\pi L \sigma_B^2 + K_C^2}}.$$

Таким чином із даної формули видно що при $L=0$, $\sigma_1 = \sigma_2$, тобто при збільшенні L , σ_1 , зменшується.

У таких випадках, коли існує система тріщин різної довжини, найбільшу небезпеку становить та із них, рух якої розпочинається першою. В усіх випадках механізм розвитку тріщин одноманітний, а його розвиток відбувається з певними коливаннями.

Якщо відстані між тріщинами становлять більше 0,5 то вони стають незалежними одна від іншої. Характер руйнування зернівок, тобто на скільки частин і в якій площині вона руйнується, залежить також від того як розповсюджувалася тріщина і скільки їх при даному зовнішньому навантаженні досягло критичної довжини. Напрямо утворення тріщин залежить, у більшості випадків, від направлення дії зовнішніх сил.

Виходячи з вищерозглянутого можна зробити висновки, що міцність зернівок залежить від наявності в них тріщин та їх розмірів.

Внаслідок аналізу експериментальних досліджень видно, що із зменшенням довжини тріщини зменшуються зусилля руйнування зернівок (рис.1) і максимальне напруження (рис.2), а коефіцієнт інтенсивності напруження зростає.

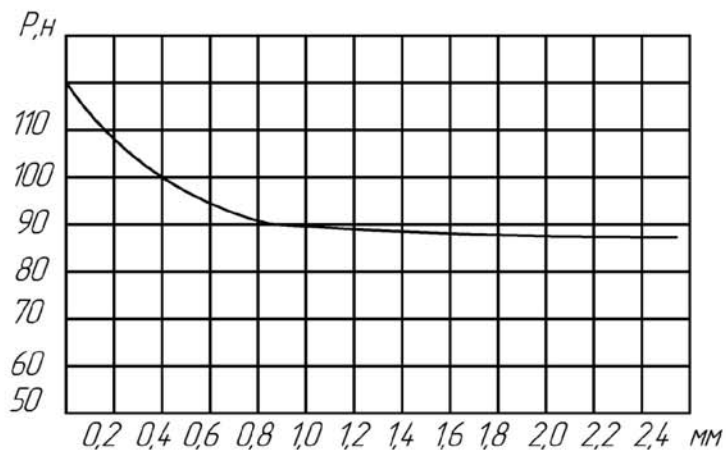


Рисунок 1 – Вплив довжини тріщини на зусилля руйнування зернівки

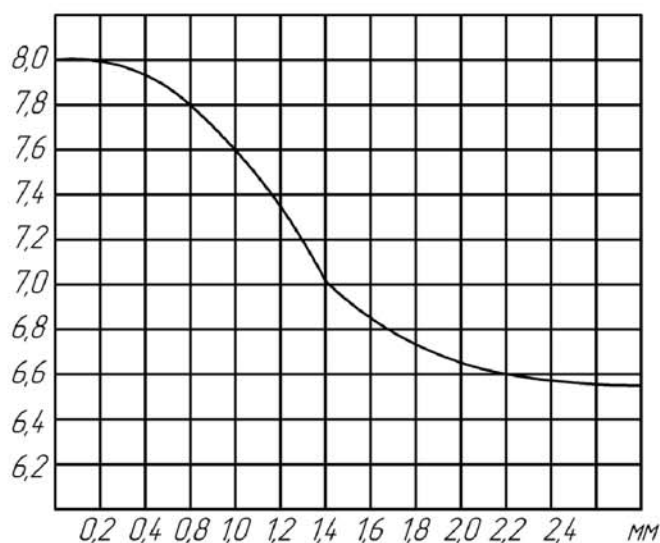


Рисунок 2 – Вплив довжини тріщини на максимальну напруженість

На міцність зернівок, крім тріщин, впливають також інші види травм, особливо такі з них як: травми зародка, ендосперму та оболонки (табл. 1).

Таблиця 1 – Вплив різних видів травм на міцність зернівки

Вид травм	Зусилля руйнування, P, Н	Деформація руйнування ΔL , мм	Максимальне напруження σ
Вибитий зародок	46,5	0,15	3,46
Пошкоджений ендосперм	78,0	0,24	5,79
Пошкоджений зародок	84,4	0,22	6,30
Пошкоджена оболонка зародка і ендосперму	95,3	0,22	7,08
Пошкоджена оболонка ендосперму	103,6	0,22	7,69
Пошкоджена оболонка зародка	104,5	0,22	7,70
Без пошкоджень після комбайнового обмолочування	108,3	0,22	8,07
Після ручного обмолочування	118,0	0,24	8,76

Зернівки, в яких тріщини проникають на глибину 0,25...0,75 розміру ендосперму або більше, мають значно меншу міцність порівняно з тими, що не мають пошкоджень.

Дані таблиці показують, що на міцність зернівок впливають зусилля руйнування зародка, ендосперму та оболонки.

Максимальне напруження впливає на зростання деформації, руйнування та травмування.

Чим більші навантаження отримують зернівки при проходженні технологічних процесів, тим менша їх міцність і більша можливість травмування.

Висновки. Таким чином, результати отриманих досліджень показують, що характер руйнування зернівок залежить від того, як розповсюджуються тріщини і скільки їх при певному навантаженні досягає критичної довжини.

Направлення утворення тріщин і їх кількості у більшості випадків залежить від направлення дії зовнішніх сил.

На міцність зернівки, крім тріщин, впливають також мікротравми зародка, ендосперму та оболонки.

Список літератури

1. Василенко П.М. Теория движения частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин / П.М. Василенко. – К.: УАСХ. – 1960. – 284 с.
2. Безухов Н.И. Основы теории упругости, пластичности и ползучести: Учеб. пособие для вузов / Н.И. Безухов. – М.: Высшая школа, 1968. – 512 с.
3. Дринча В.М. Исследования сепарации семян и разработка машинных технологий их подготовки. / В.М. Дринча. – Воронеж, 2006. – 382 с.
4. Котов Б.І. Тенденції розвитку конструкції машин та обладнання для очищення і сортування зерно матеріалів // Б.І. Котов, С.П. Степаненко, М.Г. Пастушенко / КВЕСГ машин. – Кіровоград: КДТУ. 2003. – Вин.33. – С 53–59.
5. Котов Б.І. та інші. Теоретичне обґрунтування руху частинки зерна на вібропневморешеті при дії розпушувачих робочих органів./ Б.І. Котов, С.П. Степаненко, Р.А. Калініченко // Науковий вісник НАУ. – К., 2007. – Вип.115.– С. 112–117.
6. Тарасенко А.П. Снижения тавмирования семян при уборке и послеуборочной обработке/ А.П.Тарасенко. – Воронеж, 2003 – 301с
7. Тищенко Л.Н. Виброрешетная сепарация зерновых смесей./ Л.Н.Тищенко, В.П.Ольшанський, С.В.Ольшанський. – Харьков: «Міськдрук», 2011. – 280 с.
8. Тимошенко С.П. Курс теории упругости / С.П. Тимошенко. – К.: Наукова думка, 1972. – 501 с.
9. Uhe J. Pneumatik separation of grain and straw mixtures / J.B. Uhe, B.J. Lamp. Transaction of the ASAE – 1966. Vol. 9 – P. 244 – 246.

Dmitro Derevyanko

Zhytomyr National Agroecological University

The effect of damage on the firmness of grain crops seeds

The paper considers the research of the weevil damage and compression as a result of inner and outer factors.

The effects of damaging on the solidity of the cereal seeds.

In the process of a constant weevils damaging a plastic zone appears at the end of a crack at the end of damaging the increase in pressure results in additional efforts in the zone of a plastic deformation.

These additional efforts lead to the increase in microdamages which are the basis for the creation of the future weevils cracking resulting in their damaging.

The nature of weevils damaging depends on the cracks size and quantity as well as on their location. Being taken together they effect the seeds solidity, that is their damages and deformities.

weevil, damage, deformation, cracks, firmness

Одержано 23.05.14