

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГО-КОНСТРУКЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ НА ЗНОШУВАННЯ ШНЕКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ТА ТРАВМУВАННЯ ЗЕРНА

О.П. Тарасенко, доктор технічних наук
Воронезький державний аграрний університет ім. К.Д. Глінки
С.М. Герук, кандидат технічних наук
Р.С. Грудовий, інженер
Житомирський національний агроекологічний університет

Проаналізовано останні дослідження вітчизняних та зарубіжних вчених, що вивчали роботу шнекових транспортерів, їх вплив на травмування зерна при різних режимах. Розглянуто взаємодію зернового потоку із робочою поверхнею шнека і вплив його конструкційних параметрів на травмування зерна.

Шнекові транспортери, насіння, травмування, зерновий потік, вологість.

Постановка проблеми. Продовольча безпека країни в значній мірі визначається валовим збором зерна, необхідного для формування насінневих фондів, забезпечення населення продуктами харчування, а тваринництво зернофуражем. При сталих площах вирощування зернових культур основними шляхами підвищення урожайності є підвищення якості насіннєвого матеріалу.

У виробництві зернової продукції, а також у її подальшій переробці, вагоме місце займають гвинтові (шнекові) транспортери. Так, як за допомогою них здійснюються майже всі технологічні операції з вирощування, збирання та переробки зерна. А також для переміщення пиловидних, порошкоподібних, насипних та інших вантажів. Простота конструкції і порівняно невисока вартість, мала працемісткість робіт з їх виготовлення, можливість транспортування вантажів без втрат і забруднення навколишнього середовища, забезпечення безпечних умов праці – все це обумовило їх широке використання. Гвинтові транспортери також є складовою частиною комплектів обладнання, призначених для виконання певних технологічних процесів. Але основним їх недоліком є значне пошкодження зерна. Особливо при використанні для післязбирального обробітку, транспортування на зберігання та навантаження насіннєвого матеріалу. Проблема забезпечення необхідної надійності, продуктивності гвинтових транспортерів та

зменшення травмування зерна, при їх використанні, пов'язана, насамперед, з конструкційними особливостями, а також умовами експлуатації і матеріалами, які використовують для виготовлення відповідальних деталей та вузлів.

А тому необхідний комплексний підхід, на основі структурного аналізу причин і класифікації факторів, які впливають на якість роботи гвинтових робочих органів з урахуванням їх конструкційних особливостей, та зменшення травмування зерна при їх використанні. Це робить проведення досліджень у даному напрямку досить актуальним.

Аналіз останніх досліджень. В даний час відома достатньо велика кількість наукових праць українських та зарубіжних вчених з дослідження гвинтових (шнекових) транспортерів (конвеєрів), в яких приводяться рекомендації з вибору основних параметрів шнека, таких, як крок навивки спіралі, співвідношення діаметра шнека і його осердя, зазор між навивкою і кожухом, обґрунтування режимів його роботи. Але основним недоліком гвинтових транспортерів є те, що вони травмують зерно та низький ресурс, що призводить до підвищення енергоємності процесу транспортування та зменшення продуктивності.

У формування наукових основ теорії взаємодії матеріалів із гвинтовими робочими поверхнями та проектування шнекових механізмів великий вклад внесли П.М. Василенко, А.В. Погорілий, А.А. Омельченко, А.М. Григор'єв, Б.М. Гевко, М.І. Акімов, Г.В. Корнєєв, В.Д. Ткач, М.К. Штуков та інші.

Взаємодія шнекових механізмів з сільськогосподарськими матеріалами (зерном), вибір раціональних параметрів машин та їх режимів роботи, що не приводять до пошкодження біологічного матеріалу, розглянуто в роботах П.М. Василенка, В.П. Горячкіна, П.М. Заїки, В.І. Оробінського, А.Н. Пугачова, В.Д. Гречкосія, Я.С. Левіна та ін.

У наукових працях О.П. Тарасенка, М.Є. Мерчалової, В.В. Ченцова, досліджено, що на якість зерна впливають не тільки робочі органи збиральних, транспортувальних та машин післязбирального обробітку, але і зовнішні чинники: біологічний стан зернини, його ступінь дозрівання, погодно-кліматичні умови, від яких залежить вологість і стійкість зерна до травмування. В роботах В.В. Кузнєцова, доведено, що зниження спрацювання поверхонь тертя робочих органів машин післязбирального обробітку зерновими потоками призводить до зменшення травмування самого зерна.

Мета досліджень. Метою роботи є аналіз наукових праць вітчизняних та зарубіжних вчених по вивченню взаємодії зернового потоку із робочою поверхнею шнека і кожуха при різних режимах

роботи, конструкційних та технологічних параметрів їх вплив на травмування зерна.

Результати досліджень. Якщо провести огляд використання шнеків у виробництві зерна, то ми побачимо, що вони використовуються майже у всіх машинах які задіяні у даному виробництві. А саме: шнеки зернозбирального комбайна, мобільних та стаціонарних завантажувальних машин, очисних, зерносушильних, машин для передпосівної обробки насіння (шнекові протруювачі). І на усіх цих етапах відбувається контакт насінини з робочою поверхнею шнекового транспортеру що призводить до її травмування. Згідно даних О.П. Тарасенка, кількість травмованих насінин після проходження всієї технологічної лінії по збиранні, післязбиральної та передпосівної обробки становить 80-90%. На робочі органи транспортувальних машин припадає 28,8-79,4%. Установлено що кожні 10% травмованих насінин знижують урожайність пшениці на 1,0-2,5 ц/га [4].

Травмування зерна залежить від таких факторів:

- ймовірності контакту нетравмованої зернини з поверхнею тертя;
- швидкості зернини з якою вона вдаряється об робочий орган;
- часу (протяжності) транспортування з наявним ударом чи тертям зернини із витком або кожухом шнекового транспортеру;
- ймовірності защемлення зернини між витком і кожухом [1,3].

Ці фактори напряду залежать від конструкційних і технологічних параметрів транспортуючих машин, а також від фізико-механічних характеристик транспортованого матеріалу.

До конструкційних параметрів слід віднести: крок спіралі шнека, товщину і радіус заокруглення торцевої частини витка, матеріал виготовлення, шорсткість робочої поверхні витка і кожуха, ширини спіралі, діаметр осі шнека, діаметр кожуха, радіус кривизни траси транспортування, кут нахилу витка до нормального перерізу рукава, величину завантажувального і вивантажувального вікна, зазор між витком і кожухом шнека.

Технологічні: частота обертання шнека, висота транспортування, коефіцієнт завантаження, кут нахилу транспортера та осьова швидкість зернового потоку.

Фізико-механічні характеристики транспортованого матеріалу – це твердість, стиглість, вологість і геометричні розміри насінини.

В подальшому розглянемо кожен із цих факторів, від чого вони залежать і на що впливають.

Одним із основних чинників, через який відбувається травмування зерна, є спрацьовування робочих поверхонь транспортерів зерновим потоком. Що супроводжується збільшенням зазору між витком і кожухом, а також шорсткість поверхні [1].

Це відбувається тому, що зерновий потік - це взаємодія частинок основного матеріалу (зернівки) з другорядними (насіння інших культур, насіння бур'янів, частинки полови і соломи, ґрунту), випадкова орієнтація яких у просторі спричинена дією гравітаційних, фрикційних сил і сил розклинювання; який рухається по поверхні тертя. Така взаємодія проявляється в виді негативних наслідків (спрацювання робочої поверхні і травмування зерна), позитивних (сепарація) [3].

Під час руху зернового потоку відбувається переміщення частинок відносно поверхні тертя, а також між собою через фізико-механічні властивості окремих складових. Такі переміщення і вміст другорядних частинок і визначають коефіцієнт тертя між зерновим потоком і робочими поверхнями шнекових транспортерів. Чим ближче до кінцевого матеріалу (чистого насіння) кількість даних домішок буде меншою. В залежності від їх кількості, ймовірність контакту не травмованої зернини з поверхнею тертя буде різною. Так як розміри частинок ґрунту і насіння бур'янів в більшості випадків будуть менші, а об'ємна маса більша за розміри і об'ємну масу основного матеріалу (зерна), то вони будуть сепаруватися в нижчі шари (на виток), а частинки соломи і полови навпаки будуть сепаруватися на поверхні зернового потоку (між зерном і кожухом) і тим самим захищатимуть насіння від контакту з поверхнею тертя кожуха і витка. Але наявність таких частинок призведе до більш інтенсивного спрацювання робочих поверхонь і збільшиться зазор між витком і кожухом. Так як коефіцієнт тертя суміші насіння бур'янів і ґрунту будуть більші ніж у насіння зернових. У роботах О.П. Тарасенка, М.Е. Мерчалової доведено, що при збільшенні зазору від 2 до 30 мм і постійній швидкості, травмування насіння зростає і досягає максимуму при зазорах, близьких до товщини насіння, а потім зменшується до мінімуму. При зазорах, менших мінімального розміру насіння, защемлення їх в процесі руху по кожуху не виявлено. При зазорах, більших трьох середніх розмірів насіння, на дні кожуха утворюється пасивний шар, який в залежності від кута нахилу шнека або нерухомий (при куті нахилу менше 30°), або рухається протилежно по дну кожуха (кут нахилу більше 30°). В цьому випадку також не видно защемлення насіння в циліндричній частині кожуха, а пошкодження насіння можливе за рахунок їх тертя по робочій поверхні і повторних впливів витка в прийомній частині транспортера на насіння яке рухається протилежно основному напрямку руху [1, 2, 4].

В процесі експлуатації машин під дією вище вказаного фактора з'являються місцеві вм'ятини і прогини на корпусах шнеків, що також змінюють зазор та сприяють травмуванню зерна [4].

Аналізуючи такий фактор, як спрацьовування робочих поверхонь транспортерів зерновим потоком, ми розглянули його фізичну суть. Також слід зазначити що цей фактор впливає не лише на травмування зерна, але й на продуктивність шнекового транспортеру. Зі збільшенням зазору при постійній швидкості відбувається зниження продуктивності, при цьому чим більша швидкість, тим більше її зниження. Так, при збільшенні зазору з 2 до 30 мм продуктивність шнека зменшується на 12...30 % в залежності від швидкісного режиму. Величина радіального зазору має великий вплив на продуктивність похилого шнека, особливо при куті нахилу більше 30° [2,4].

Також слід розглянути такий фактор як швидкість зернини з якою вона вдаряється об робочий орган. Якщо аналізувати даний чинник, то можна зробити висновок, що насіння найбільше травмується в завантажувальній і вивантажувальній горловинах.

Експериментальними дослідженнями О.П. Тарасенка; Р.М. Рогатинського [4,5] встановлено що, в залежності від швидкості робочого органу змінюватиметься і продуктивність, також зміна швидкості впливає на кількість травмованих насінин в зерновому потоці. При збільшенні частоти обертання шнека до 380 об/хв продуктивність зростає прямолінійно, а при подальшому збільшенні обертів прямолінійність втрачається.

Згідно даних Р.М. Рогатинського [5] при швидкості обертання гвинта більшій ніж 450-500 об/хв весь потік переходить в гвинтовий рух, що сприяє зниженню непродуктивних енерговитрат. Однак при зростанні частоти обертання гвинтового робочого органу більш як 600 об/хв продуктивність починає зменшуватись внаслідок незадовільного завантаження міжвиткового простору.

В роботах О.П. Тарасенка [4] досліджено, що з підвищенням частоти обертання шнека збільшується травмування зерна. Це зумовлено тим, що при збільшенні обертів збільшується ймовірність защемлення насінини між витком і кожухом. Так як відбувається переміщення зернового потоку від центральної (осьової) частини витка до його країв. Також зникає сепарація, що збільшує ймовірність контакту не травмованої насінини з поверхнею тертя і її травмуванням.

Протяжність транспортування з наявним ударом чи тертям зернини із витком або кожухом шнекового транспортеру напряду залежить від попередньо розглянутих факторів, а також від його довжини або протяжності технологічної лінії транспортування в якій робочим органом є шнек. Якщо розглядати їх конструкції, які використовуються в сільському господарстві, то вони можуть бути від декількох сантиметрів до 100 м і більше [2,3].

При п'ятикратному пропуску насіння (частота обертання шнека 270 об/хв) травмування виросло на 6,3 % (2,0 % при однократному пропуску). Травмування зерна шнеком знаходиться в прямій залежності від тривалості його переміщення. Так, після проходження половини шнека кількість травмованих зерен збільшується приблизно на 55 % від загальної кількості [4].

Окремо можна виділити фізико-механічні параметри транспортованого матеріалу, вони залежать від сорту культури яка вирощується, погодно-кліматичних умов, фізико-механічних властивостей, способу і строків збирання, кваліфікації працівників які задіяні на роботах по вирощувані і збирані зернових культур. Дані параметри визначають усі попередньо розглянуті фактори взаємодії і причини травмування зернового потоку шнековими транспортерами. Основним із цих показників є твердість насінини яка буде протидіяти впливу робочих органів і захищатиме зернину від травмування. Вона характеризується пружною і пластичною деформацією. Твердість і вологість між собою взаємопов'язані. Так при збільшенні вологості, твердість зменшується і здатність насінини до травмування підвищується [3, 4].

Висновок. Аналіз науково-технічної літератури і результатів попередніх досліджень показали, що дане питання ще не достатньо вивчене і висвітлене в наукових працях, тому робота в даному напрямку потребує подальшого більш глибокого дослідження і є актуальною на даний час.

Список літератури

1. Кузнецов В.В. Степень повреждения семян при послеуборочной обработке (на зерноочистительных машинах) / В.В. Кузнецов // Селекция и семеноводство. – 1978. – №6. – С. 70–71.
2. Мерчалова М.Е. Снижение травмирования зерна пшеницы за счет совершенствования технологического процесса его послеуборочной обработки / М.Е. Мерчалова : Автореферат. канд. техн. наук. – Воронеж: ВГАУ, 1992. – 23 с.
3. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів : Підручник / [О.М. Царенко, Д.Г. Войтюк, М.В. Швайко та інші ; за ред. С.С. Яцуна]. – К.: Мета, 2003. – 448 с.
4. Тарасенко О.П. Снижение травмирования семян при уборке и послеуборочной обработке / О.П. Тарасенко. – Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2003. – 331 с.
5. Рогатинський Р.М. Механіко-технологічні основи взаємодії шнекових робочих органів з сировиною сільськогосподарського виробництва / Р.М. Рогатинський : Автореферат докт. техн. наук : 05.20.01, 05.05.05. – К.: НАУ, 1997. – 33 с.

Проанализированы последние исследования отечественных и зарубежных ученых, которые изучали работу шнековых

транспортеров, их влияние на травмирование зерна при разных режимах. Рассмотрено взаимодействие зернового потока с рабочей поверхностью шнека и влияние его конструктивных параметров на травмирование зерна.

Шнековые транспортеры, семена, травмирование, зерновой поток, влажность.

The paper analyzes the latest investigations of our country's and foreign researchers who studied the work of screw conveyors, their effects on grain injuries under various regimes. The authors consider the interaction between the grain flow and screw conveyor working surface as well as the effects of it's structural parameters on grain injuries.

Screw conveyors, seed, injury, grain flow, humidity.