

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Орел Максим Олександрович

УДК 621.928

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
ПІДГОТОВКИ НАСІННЯ ГРЕЧКИ З ВИКОРИСТАННЯМ
ФОТОСЕПАРАТОРА**

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр
кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання
ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Орел М.О.

Керівник роботи

Куликівський В.Л.

кандидат технічних наук, доцент

Житомир – 2023

АНОТАЦІЯ

Орел Максим Олександрович. Удосконалення технологічного процесу підготовки насіння гречки з використанням фотосепаратора. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2023.

В кваліфікаційній роботі встановлено, що для отримання елітного насіння з виходом до 85% вміст домішок у матеріалі, що подається на фотосепаратор, не має перевищувати 1,15% і обрубаних зернівок – 1,4%.

Для отримання насіння гречки фотосепаратор рекомендується обладнати гладким лотком зі скляною скатною поверхнею, що дасть змогу збільшити вихід насінневої фракції на 1,82...6,98%, чистоту одержуваного насіння на 0,13...0,15% за скорочення втрат насіння гречки на 2,48...9,74% порівняно з з рифленими скатними лотками.

Збільшення подачі оброблюваного матеріалу на скатний лоток фотосепаратора з 0,1 до 4 т/год зменшує вихід насінневої фракції з 89,16 до 85,27% і знижує чистоту насінневої фракції з 98,50 до 97,44%. Тому під час очищення зернової маси гречки з чистотою 97,62%, з умістом обрубаних зернівок 0,93% і домішок 1,30% подачу оброблюваного матеріалу на скатний лоток фотосепаратора слід встановлювати не більш як 2 т/год, щоб отримати репродукційно-насінневу фракцію.

Розроблено технологічну лінію насіннеочисного агрегату, що включає двоаспіраційну фракційну повітряно-решітну зерноочисну машину первинного очищення та фотосепаратор для остаточного очищення насіння. Ця технологічна лінія дає змогу скоротити травмування оброблюваного матеріалу на 6,5% порівняно з базовим варіантом.

Ключові слова: фотосепаратор, насіння, сепарація, очистка, травмування, забруднення.

ANNOTATION

Orel Maksym Oleksandrovysh. Improvement of the technological process of buckwheat seed preparation using a photoseparator. – Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualification work for obtaining a bachelor's degree in the specialty 208 – Agricultural Engineering. – Polissya National University, Zhytomyr, 2023.

The qualification work established that to obtain elite seeds with a yield of up to 85%, the content of impurities in the material fed to the photoseparator should not exceed 1.15% and the content of collapsed grains should not exceed 1.4%.

To obtain buckwheat seeds, it is recommended to equip the photoseparator with a smooth tray with a glass sloping surface, which will increase the yield of the seed fraction by 1.82...6.98%, the purity of the seeds obtained by 0.13...0.15%, while reducing the loss of buckwheat seeds by 2.48...9.74% compared to corrugated sloping trays.

An increase in the feed of the processed material to the sloping tray of the photoseparator from 0.1 to 4 t/h reduces the yield of the seed fraction from 89.16 to 85.27% and reduces the purity of the seed fraction from 98.50 to 97.44%. Therefore, during the cleaning of buckwheat grain mass with a purity of 97.62%, with a content of collapsed grains of 0.93% and impurities of 1.30%, the feed of the processed material to the sloping tray of the photoseparator should be set at no more than 2 t/h to obtain a reproductive seed fraction.

A technological line of a seed cleaning unit has been developed, which includes a two-aspiration fractional air-sieve grain cleaning machine for primary cleaning and a photoseparator for final seed cleaning. This technological line makes it possible to reduce the injury of the processed material by 6.5% compared to the baseline.

Keywords: photoseparator, seeds, separation, cleaning, injury, contamination.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ФОТОСЕПАРУВАННЯ ТА ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ.....	8
РОЗДІЛ 2. ПРИНЦИП РОБОТИ ФОТОСЕПАРАТОРА	16
РОЗДІЛ 3. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПІДГОТОВКИ НАСІННЯ ГРЕЧКИ З ВИКОРИСТАННЯМ ФОТОСЕПАРАТОРА.....	22
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	33
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	34

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Ключовим завданням АПК є стійке нарощування виробництва зерна, яке необхідне для формування насінневих фондів, забезпечення продуктами харчування населення та тваринництва фуражем. Для забезпечення населення країни продовольством необхідне виробництво різних видів зернових, круп'яних, зернобобових та олійних культур. При цьому важливу роль має посівний матеріал. Якість насіння, що готується, залежить від багатьох факторів, тому до цього питання необхідно підходити комплексно, починаючи із збирання насіннєвого матеріалу і закінчуючи реалізацією готової продукції.

В Україні багато господарств, матеріально-технічна база яких усе ще дозволяє приймати і обробляти врожай з його надходження з полів.

Тому зерно, що надходить від комбайнів, доводиться складувати на майданчиках або в складах. Це знижує його посівні властивості.

Однією з причин зниження врожайності є погана якість насіння, зумовлена невідповідністю технологічного та технічного забезпечення їхнього виробництва. Сучасні технологічні лінії післязбиральної обробки включають безліч зерноочисних машин, які дозволяють отримувати досить чисту зернову купу [5]. При цьому існує проблема надмірного травмування матеріалу, що обробляється, що негативно позначається на посівних якостях насіння. На травмування насіння впливає як кількість використовуваних машин, а й тип робочих органів зерноочисних машин і допоміжного устаткування.

Особливо важливо знизити травмування оброблюваного матеріалу під час підготовки насіння гречки. Зернівки гречки крихкі, і навіть при незначних механічних впливах руйнуються, перетворюючись на борошняний пил, який може видалятися зерноочисними машинами (дані втрати важко визначити).

Стабілізація виробництва гречки на рівні залежить від підвищення її врожайності і зниження витрат за всіх етапах виробництва. Тому ми вважаємо,

що створення або підбір перспективних технічних засобів повинні базуватися на принципах, що забезпечують обробку зерна та насіння гречки на місці їх виробництва з мінімальними механічними впливами на матеріал, що обробляється.

Таким чином, виникає необхідність удосконалення технології та технічних засобів післяжнивної обробки гречки і в першу чергу при підготовці якісного насіння.

Мета роботи – підвищення якості насіння гречки шляхом удосконалення технологічного процесу його підготовки із застосуванням фотосепаратора.

На травмування насіння та його посівні якості впливають режимні та конструктивні параметри роботи зерноочисних машин, а також набір і поєднання робочих машин і допоміжного обладнання в технологічній лінії. Тому, виходячи з поставленої мети, було сформульовано такі завдання досліджень:

- проаналізувати методи і засоби фотосепарування сипучих сумішей;
- розробити технологічну лінію очищення насіння гречки з використанням повітряно-решітної зерноочисної машини та фотосепаратора.

Об'єкт дослідження є технологічний процес фотосепарування гречки для отримання насіння.

Предмет дослідження є закономірності зміни посівних якостей насіння та ступеня його травмування під час обробітку гречки.

Перелік публікацій за темою роботи:

1. Куликівський В.Л, **Орел М.О.** Фотосепарування та його застосування в сільському господарстві. Збірник тез ІХ-ї всеукраїнської науково-практичної конференції «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь». м. Житомир, 5 квітня 2023 року. Житомир : ЖАТФК. С. 212-216.

2. Куликівський В.Л, **Орел М.О.** Принцип дозування насіння та його рух у фотосепараторі. *Наукові читання–2023: матеріали науково-практичної*

конференції науковопедагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики. 19 квітня 2023 р. Житомир : Поліський національний університет, 2023. С..

Практичне значення одержаних результатів. Практичний інтерес для аграрних підприємств України представляють Результати проекту, які можуть бути використані при вдосконаленні конструкцій фотосепараторів і насінноочисних агрегатів.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 12 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 35 сторінок комп'ютерного тексту, містить 10 рисунків та 3 таблиці.

РОЗДІЛ 1

ФОТОСЕПАРУВАННЯ ТА ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ [13]

Під час післязбиральної обробки сільськогосподарських культур часто стикаються з проблемою виділення домішок, фізико-механічні та аеродинамічні властивості яких схожі з придатним продуктом. При цьому часто важковідокремлювані домішки відрізняються від придатного продукту за оптичними ознаками: кольором, текстурою або на просвіт, що дає змогу ефективно застосовувати фотосепаратор.

Тищенко А.І. у своїй книжці "Застосування фотоелектронних сепараторів для підвищення якості сортування сипких зернових продуктів" говорить, що принцип фотоелектронного сепарування за кольором було розроблено в середині минулого століття. Сутність фотосепарування полягає у виявленні компонентів сипучого матеріалу, які відрізняються за оптичними ознаками від еталону, і поштучному їх вилученні.

Фотосепаратор призначений для розділення компонентів будь-яких сипучих сумішей за кольором, формою або розміром, і дає змогу отримувати чистоту придатного продукту на виході до 99,99%. Застосування методу колірної аналізи та оцінки щільності дає змогу забезпечити високу точність сортування.

Перший фотосепаратор був встановлений у Лондоні в 1947 році англійською компанією Сортекс. За час, що минув, фотоелектронне сепарування ввібрало новітні досягнення електроніки, оптики та мікропроцесорної техніки. Сучасні фотосепаратори мають високий рівень автоматизації та мінімальний силовий вплив на насінневий матеріал.

На сьогоднішній день фотосепаратори різних виробників принципово не відрізняються за своєю конструкцією, оскільки використовують один принцип роботи, що показано на рис. 1.1. Оброблюваний на фотосепараторі матеріал

подають у завантажувальний бункер 1 (рис. 1.1) і далі горизонтальним лотком віброживильника 2, встановленим на віброприводі (вібраторі) 3, спрямовують на скатний лоток 4. Лоток 4 може бути гладеньким або рифленим, що має канавки певної ширини і глибини. Як правило, лотки мають антифрикційне зносостійке покриття і низький коефіцієнт тертя з оброблюваними частинками. Скатні лотки встановлюються під кутом до горизонту, щоб забезпечити прискорення і розосередження компонентів сипучої суміші. Завдяки цьому сортувальник аналізує кожен компонент окремо.

За рахунок зміни режиму роботи віброживильника регулюють продуктивність фотосепаратора електронним способом з панелі оператора. Продуктивність також може бути змінена механічно за допомогою підняття або опускання шиберної заслінки 5, що розташована у віброживильнику і регулює товщину шару матеріалу на горизонтальному лотку 2.

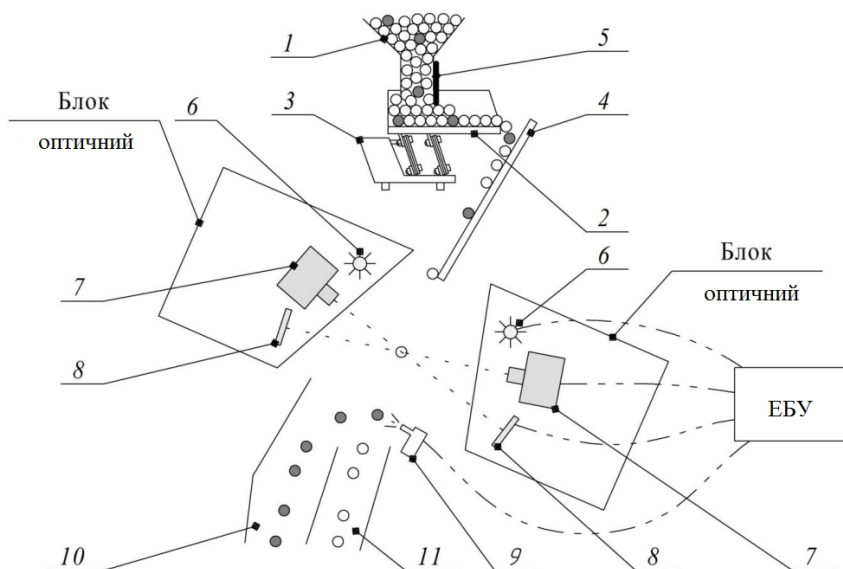


Рис. 1.1. Схема роботи фотосепаратора: ЕБУ - електронний блок керування; 1 – бункер завантажувальний; 2 – горизонтальний лоток віброживильника; 3 – вібропривід електромагнітний; 4 – лоток скатний; 5 – шиберна заслінка; 6 – освітлювачі; 7 – камери; 8 – фон; 9 – пневмоклапан; 10 – відсік для відходів; 11 – відсік для очищеного продукту.

Продуктивність фотосепаратора встановлюють експериментально на конкретному матеріалі. Спочатку зміною режиму роботи віброприводу 3

встановлюють середнє значення амплітуди коливань горизонтального лотка віброживильника 2 і, змінюючи величину відкриття шибєрної заслінки 5, визначають її положення, за якого приблизно забезпечується необхідна якість очищення. Потім, не змінюючи положення шибєрної заслінки 5, регулюють амплітуду коливань віброживильника, домагаючись необхідної якості очищення. Положення шибєрної заслінки 5 регулюють зазвичай тільки під час зміни оброблюваного матеріалу.

Оброблюваний матеріал, рухаючись скатним лотком 4, прямує в зону обстеження, де висвітлюється освітлювачами 6 (зазвичай світлодіодними або люмінесцентними лампами) і сканується високотехнологічними сенсорами або камерами 7 на тлі 8. Відмінність цих систем полягає в тому, що в сенсорному апараті кожен сенсор сканує компоненти, які сходять з певного жолобка (канавки) скатного лотка, а за допомогою камер отримують зображення компонентів з усієї ширини скатного лотка відразу.

Оптичний блок, у якому розміщені освітлювачі 6, камери 7, робочі активні фони 8 і електронний блок управління (ЕБУ), герметизований. За допомогою сенсорів або камер 7 отримують відбите світло або світло, що проходить через аналізовану частинку, і на його основі формують електричний сигнал, який надсилають в ЕБУ. У блоці управління за закладеними алгоритмами відбувається аналіз отриманого сигналу і порівняння його з еталонним, який заздалегідь задається. У разі розбіжності сигналів подається команда на відкриття пневмоклапана (ежектора) 9, який розташований нижче. При цьому повітряний імпульс, спрямований у площині, перпендикулярній потоку оброблюваних частинок, змінює траєкторію руху дефектної частинки, спрямовуючи її в приймач (відсік) для відходів 10. Решта компонентів продовжують рух по колишній траєкторії в приймач очищеного продукту 11.

Для ретельнішого сортування і сканування оброблюваного продукту сенсори або камери 7 встановлюють по обидва боки потоку компонентів, як показано на рис. 1.2.

У світовій практиці виробництво і застосування фотоелектронних сепараторів розширюється, зростає кількість фірм, що випускають це прогресивне обладнання. Нині виробництво фотосепараторів організовано в Італії, Японії, Кореї, Китаї та інших країнах.

У разі високої засміченості вихідного продукту фотосепаратор може бути обладнаний сортувальним лотком 2 (рис. 1.2) для обробки поворотної фракції.

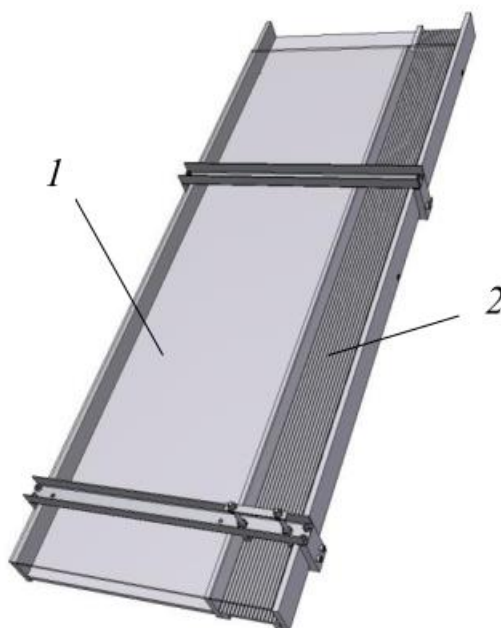


Рис. 1.2. Скатні лотки: 1 – скатний лоток для вихідного вороху; 2 – сортувальний скатний лоток

У цьому випадку для зменшення втрат якісного продукту отриманий під час першого циклу очищення відхід подається на сортувальний лоток 2 для повторного його очищення. На рис. 1.2 сортувальний лоток виконаний рифленим.

Фотосепаратори серії СВ відрізняються можливістю встановлення лазерного джерела освітлення. Даний сортувальник завдяки використанню сучасних оптоволоконних лазерних технологій дає змогу сепарувати насіння і зерно не тільки за зовнішніми параметрами, такими як колір, текстура, елементи форми, розміру, а й за прихованими внутрішніми ознаками. Це сприяє підвищенню якості очищення, наприклад, виділенню травмованого насіння, а

також ураженого хворобами та комахами. Оптична система фотосепараторів герметизована за допомогою скла.

При цьому передбачено механізм очищення скла, що складається з магнітного безштокового циліндра і склоочисника. Механізм очищення скла оглядового відсіку вмикається автоматично. Інтервал між очищеннями і кількість циклів очищення встановлюється оператором.

Використання переваг фотосепараторів і досягнення високих показників очищення можливе лише за умови правильного зателей очищення можливі лише за умови правильного встановлення та експлуатації фотосепараторів відповідно до рекомендацій заводу-виробника.

Італійська фірма SEA випускає фотосепаратори PIXEL NEXT, CHROME та інші. Фотосепараторам серії NEXT характерна інтелектуальна і гнучко настроювана система автокорекції чутливості, яка дає змогу автоматично адаптувати чутливість кожного пікселя CCD камери до освітленості продукту. Освітлення продукту відбувається за допомогою світлодіодної LED системи, термін служби якої понад 100 000 годин. Сепаратори даної серії мають можливість сортування продукту за двома параметрами плями дефекту одночасно. Завантажувальний бункер може бути оснащений ємнісними датчиками рівня продукту, завдяки яким контролюється подача матеріалу віброживильником. Апарат має блочно-модульну конструкцію, що значно спрощує обслуговування та ремонт апарата.

Найпродуктивнішим RGB сортувальником на ринку є фотосепаратор SEA CHAIN. електронний сепаратор SEA CHROME. Будучи оснащеним багатобарвними RGB камерами з роздільною здатністю 4096 пікселів і LED освітленням, вони дають змогу розрізняти дефекти розміром від 0,1 мм. Цей сортувальник використовують, встановлюючи від 1 до 7 лотків, забезпечуючи при цьому продуктивність 0,5...50 т/год. У моделях із кількома лотками доступні опції ресортування. Також доступно до 100 різних заздалегідь підготовлених програм сортування.

Підприємства Кореї випускають фотосепаратори моделей ROYAL, NANTA PUBU King, NANTA 9000T, NANTA ACE, SPARK тощо. Ці фотосепаратори забезпечені світлодіодним підсвічуванням і CCD камерами.

Сортувальники SATAKE серії REZS оснащені найсучаснішими повнокольоровими японськими камерами, які розпізнають кольори подібно до людського ока, що дає змогу виявляти найнезначніші відмінності відтінків. Ці машини мають попередньо встановлене програмне забезпечення, яке автоматично аналізує кольори придатного продукту та домішок і здійснює налаштування світлової чутливості обладнання. LED-освітлювачі оптичних сортувальників створюють оптимальну освітленість оброблюваного продукту і мають тривалий термін служби, що дає змогу скоротити експлуатаційні витрати машини. Сопла пневмоекжекторів фотосепараторів серії REZS розміщені з кроком 5 мм, що підвищує точність сортування і знижує втрати придатного продукту порівняно з соплами більшого розміру. Комплектуватися сортувальники можуть гладкими і рифленими скатними лотками різної ширини.

Більшість сучасних фотосепараторів, вироблених у світі, мають можливість сортування в ближньому інфрачервоному діапазоні світлових хвиль, невидимих для людини. Це дає змогу розділяти компоненти не тільки за кольором, а й за їхньою текстурою, що розширює перелік продуктів, що сортуються, і підвищує якість фотосепарування.

Практично всі сучасні фотосепаратори мають можливість віддаленого доступу до них, налаштування та виправлення несправностей через інтернет. Це дає змогу скоротити час простою машини та навчання персоналу, а також виявити помилки експлуатації.

Скатний лоток є однією з найважливіших механічних складових фотосепараторів, але під час літературного огляду нам не вдалося виявити обґрунтування довжини скатної поверхні для очищення гречки.

Таким чином, стає зрозуміло, що фотосепаратор - це високотехнологічне обладнання нового покоління, в якому застосовуються новітні розробки в галузі

оптики, електроніки та програмування. Ці машини дають змогу досягати дуже високих результатів очищення (до 99,99% чистоти). При цьому фотосепаратори не мають робочих органів, що травмують оброблюваний матеріал. Тому доцільність застосування фотосепаратора під час підготовки насіння гречки не викликає сумнівів. Однак у фотосепараторі залишаються невирішені моменти, наприклад, невідомо якою саме має бути довжина скатного лотка під час очищення гречки.

Нині дедалі більша кількість сільгоспвиробників застосовують фотосепаратор для очищення різного насіння та крупи. Фотосепарація є дуже ефективним способом очищення і сортування зерна та різних сільськогосподарських продуктів. При цьому суттєво зменшується кількість механічних впливів на насіння, а відповідно і його травмування.

Важливо пам'ятати, що фотосепаратори необхідно розміщувати наприкінці технологічної лінії, після того як мінеральні, металоманітні та інші домішки максимально виділені з оброблюваного матеріалу. У такому разі ефективність фотосепаратора буде найбільшою. Тому, як правило, оптичні сортувальники встановлюють у кінці технологічної лінії або відокремлено. У першому випадку необхідно враховувати, що можливі вібрації конструкції, спричинені іншими зерноочисними машинами, можуть негативно впливати на якість фотосепарації. Це необхідно враховувати під час розроблення сучасних насінноочисних ліній.

Різні (за щільністю, коефіцієнтом тертя по скатній поверхні тощо) компоненти сипучої суміші можуть рухатися по скатному лотку з різною швидкістю. У зв'язку з цим може виникати накладання компонентів у зоні обстеження. Також при цьому може ускладнюватися процес вибракування. Усе це впливає на якість розділення компонентів і продуктивність фотосепаратора загалом.

Однак математичної моделі, що описує рух оброблюваних частинок у фотосепараторі, яка враховувала б різні коефіцієнти тертя частинок скатною поверхнею, під час нашого огляду виявлено не було. Тому для визначення

впливу різних коефіцієнтів тертя оброблюваних частинок по скатному лотку на якість фотосепарування необхідно розробити математичну модель руху частинок у фотосепараторі.

Ми поділяємо точку зору Шафоростова В.Д., що для забезпечення високої якості фотосепарування доцільно попередньо не тільки очищати зернову купу, а й фракціонувати її.

Відомо досить багато випадків ефективного використання фотосепарування в сільському господарстві. Фотосепаратор дає змогу досягти високих результатів в очищенні насіння пшениці, рису, ячменю, соняшнику та інших сільськогосподарських культур, а також гречаної крупи.

Деякі фотосепаратори досить вузькоспеціалізовані. Наприклад, фотосепаратори Daewon серії NANTA 9000T призначені переважно для очищення різних сортів чорного або зеленого чаю. Однак більшість фотосепараторів універсальні і можуть обробляти різні сипучі матеріал.

Висновки по розділу

На підставі проведеного літературного огляду можна зробити такі висновки:

- фотосепаратор – це високотехнологічне обладнання нового покоління, в якому застосовуються новітні розробки в галузі оптики, електроніки та програмування. Застосування фотосепараторів дає змогу досягати дуже високих результатів очищення (до 99,99% чистоти). При цьому фотосепаратори не мають активних робочих органів, що травмують оброблюваний матеріал, і успішно застосовуються в сільському господарстві;

- під час огляду не було знайдено раціональних режимних і конструктивних параметрів фотосепаратора під час очищення гречки на насіння.

Виходячи з вищесказаного, було сформульовано завдання досліджень.

РОЗДІЛ 2

ПРИНЦИП РОБОТИ ФОТОСЕПАРАТОРА

Насіннєвий матеріал, що подається на фотосепаратор, завантажується в бункер із розділювальними схилами, що слугують для більш рівномірного його заповнення. Бункер має два датчики: верхнього і нижнього рівня, за допомогою яких підтримується необхідний рівень оброблюваного матеріалу в бункері. У разі зменшення кількості оброблюваного матеріалу до датчика нижнього рівня фотосепаратор автоматично зупиняється.

Застосування бункера з датчиками нижнього і верхнього рівнів забезпечує практично незмінний тиск оброблюваного матеріалу на горизонтальний лоток віброживильника, що не має перевищувати 12 кг.

Принцип фотосепарування зображений на рис. 2.1.

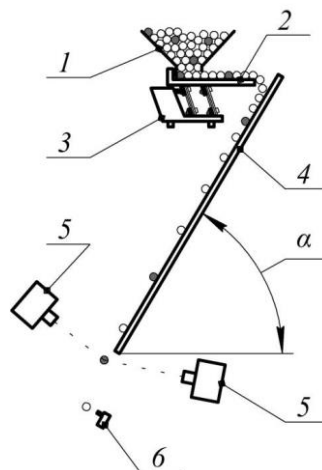


Рис. 2.1. Принцип фотосепарування: α – кут установки скатного лотка до горизонту, °; 1 – бункер; 2 – горизонтальний лоток віброживильника; 3 – вібропривід електромагнітний (вібратор); 4 – похилий скатний лоток; 5 – камери; 6 – пневмоєжектор.

Оброблюваний матеріал завантажується в оперативний бункер 1, вихід з якого спрямований у віброживильник. Потім, щойно вмикається електромагнітний привід 3, горизонтальний лоток віброживильника 2, закріплений на опорах із кількох шарів текстолітових пластин, починає здійснювати поздовжні зворотно-поступальні рухи - коливання. Під дією тиску

матеріалу з оперативного бункера 1 і коливань горизонтального лотка віброживильника 2 частинки починають рухатися ("стікати") на лоток 4. У такий спосіб здійснюється подавання зернового матеріалу на похилий скатний лоток 4. За допомогою електромагнітного віброприводу 3 змінюють амплітуду коливань лотка віброживильника 2. При цьому змінюється кількість частинок, що падають із лотка віброживильника 2 на скатний лоток 4 за одиницю часу. Так встановлюють необхідну продуктивність фотосепаратора. Щоб припинити подачу матеріалу, вібратор 3 вимикають і частинки перестають рухатися. Таким чином віброживильником регулюють кількість частинок оброблюваного матеріалу, що подаються в одиницю часу на скатний лоток 4. При цьому їхня швидкість руху на початку скатного лотка 4 залишається незмінною.

Далі зернівки рухаються похилим скатним лотком 4, встановленим під кутом α до горизонту, і призначеним для розгону та розосередження оброблюваних частинок. У разі не одношарового подавання матеріалу на лоток 4, частинки під час руху скатною поверхнею вирівнюються в один шар. Таким чином, оброблюваний матеріал, потрапляючи на скатний лоток 4, розганяється, розосереджується і спрямовується в зону обстеження. Потік частинок оброблюваного матеріалу, що сходять зі скатного лотка 4, сканується камерами 5 з двох боків (рис. 1). Очевидно, що для забезпечення найвищої якості розпізнавання дефектів і вибраковування домішок частинки оброблюваного матеріалу мають сходити зі скатного лотка 4 тільки одношаровим потоком із деяким інтервалом. Для цього необхідною умовою є одношарова подача оброблюваного матеріалу віброживильником на скатний лоток 4. У протилежному разі одношаровість і тим паче розрідженість сходу зі скатного лотка 4 не можуть бути гарантовані.

Для визначення та підтвердження можливості одношарової подачі оброблюваного матеріалу віброживильником на скатний лоток було проведено високошвидкісну відеозйомку. Відеозапис подавання гречки віброживильником на похилий лоток проводили у двох площинах, перпендикулярних похилій

поверхні: біля верхнього торця і збоку. Отримані кадри високошвидкісної відеозйомки наведені на рис. 2.2.



Рис. 2.2. Кадри високошвидкісної зйомки: а – біля верхнього торця скатного лотка; б – збоку

Кадри високошвидкісної зйомки, наведені на рис. 2.2, підтверджують і наочно показують можливість одношарового подавання матеріалу, що обробляється, віброживильником на скатний лоток. Очевидно, що для підвищення продуктивності фотосепаратора і забезпечення високої якості сепарування оброблюваний матеріал слід подавати на скатний лоток суцільним (безперервним) одношаровим потоком.

Аналіз відеозапису також дав змогу зробити висновок, що під час руху зернівок скатним лотком переважним було їхнє ковзання, кочення практично відсутнє. Можливо, це пов'язано з неправильною пірамідальною формою насіння гречки.

Аналізуючи роботу фотосепаратора, можна зробити висновок, що однією з найбільш значущих його механічних складових є скатний лоток. Від конструктивних параметрів і стану скатної поверхні залежить характер руху частинок, що впливає на якість фотосепарування.

Повітряно-решітне очищення насіння гречки проводили на зерноочисній машині МЗС-10, обладнаній колосовими решетами з діаметром отворів 7,5 мм і сортувальними решетами з діаметром отворів 4,0 мм. Швидкість повітряного потоку дорешітної аспірації встановлювали близько 5,0 м/с; післярешітної аспірації - 5,5 м/с. Вологість досліджуваного зернового оберемка гречки вимірювали вологоміром "Wile-65" (діапазон вимірювання вмісту вологи: для

зернових і зернобобових культур (8...35)%, для олійних - (5...25)%; похибка $\pm 0,5$ %). Дослідження фракційного складу зернового вороху гречки проводили на вітрильному класифікаторі конструкції ВІМ із мікроманометром і решітному класифікаторі - Розсів лабораторний У-1-ЕРЛ-2-1, обладнаному набором решіт із круглими отворами діаметром від 2,5 до 6,5 мм із кроком 0,5 мм. Для визначення маси зразків зернового вороху гречки, наважок та їхніх компонентів використовували: ваги підлогові "Polaris PWS 1526DGF" (найбільша межа зважування 150 кг, ціна поділки 0,1 кг), ваги лабораторні "Асом JW-1-2000" (найбільша межа зважування 2 кг, ціна поділки 0,1 г.) та ваги лабораторні "Асом JW-1-200" (найбільша межа зважування 200 г., ціна поділки 0,01 г.).

Дослідження фотосепарування гречки проводили на фотосепараторах Ф10.1 і СВ-4, загальні види яких наведено на рис. 2.1. Для експериментів задіяли тільки один скатний лоток фотосепараторів.

Фотосепаратор Ф10.1 був обладнаний скатними лотками завдовжки 1,1 м, встановленими під кутом 60° до горизонту. На фотосепараторі СВ-4 були встановлені похилі лотки довжиною 1,3 м, встановлені під кутом 70° до горизонту. Скатні лотки фотосепараторів для спрощення виготовлення, транспортування і монтажу виконані у вигляді двох напівлотків з робочою шириною 180 мм кожен. На кожен скатний лоток, що складається з двох напівлотків, оброблюваний матеріал подається одним віброживильником.

Перед початком визначення раціональних параметрів на фотосепараторах проводили спектрографічний аналіз складу зернового вороху гречки. За його результатами визначали необхідну комплектацію машини - які освітлювачі, камери, світлові фільтри тощо краще підійдуть для виділення тієї чи іншої домішки.

В експериментальних дослідженнях фотосепаратор Ф10.1 працював у монохромному режимі, тобто був обладнаний однією камерою з кожного боку скатного лотка, як показано на схемі рис. 2.2 а. При цьому виділяли переважно світліші домішки, ніж повноцінне насіння гречки.

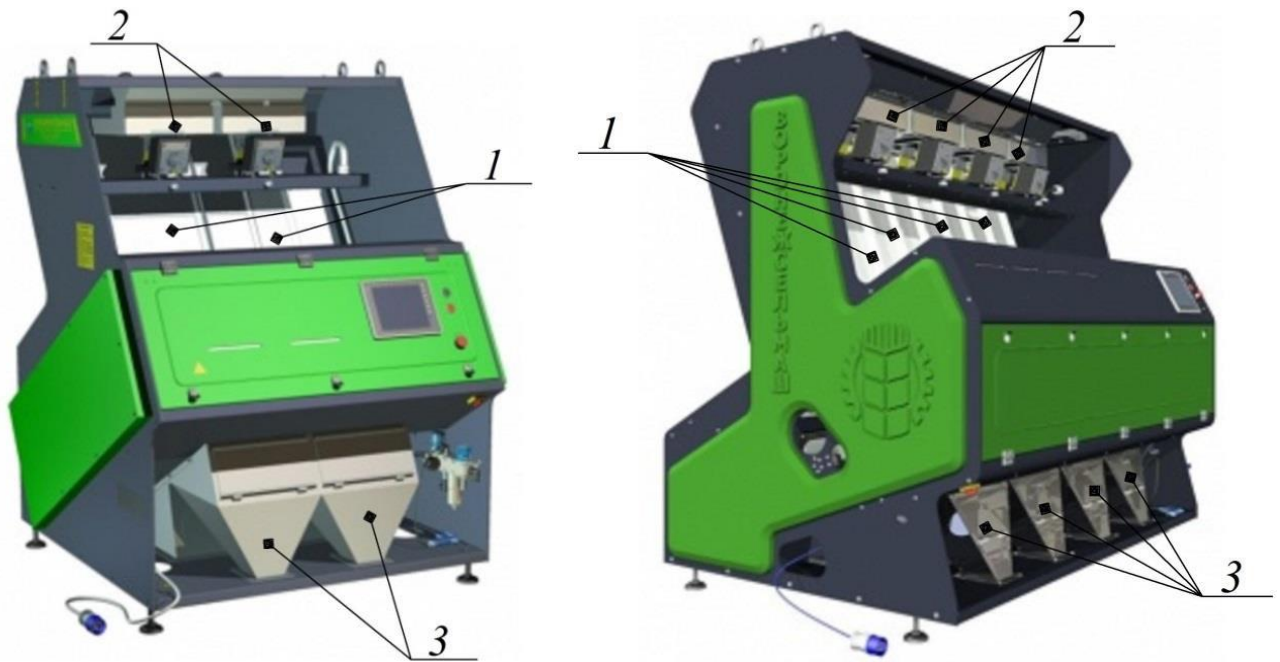


Рис. 2.3. Загальний вигляд використовуваних фотосепараторів: а – фотосепаратор Ф10.1; б – фотосепаратор СВ-4; 1 – скатні лотки; 2 – віброживильники; 3 – приймачі придатного продукту

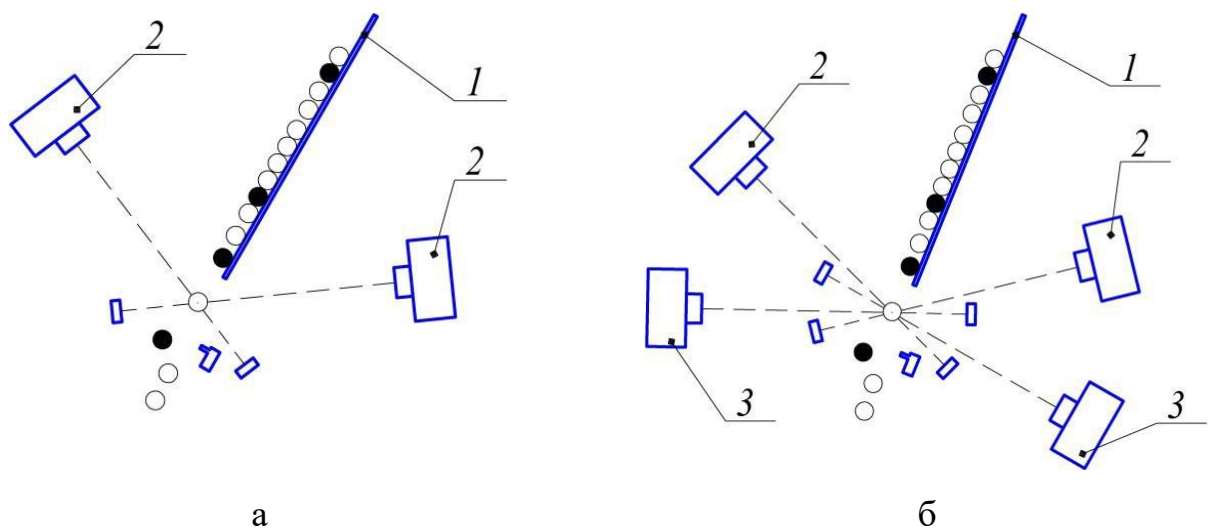


Рис. 2.4. Схеми оптичного розпізнавання дефектів: а – схема, що використовується на фотосепараторі Ф10.1; б – схема, що використовується на фотосепараторі СВ-4; 1 – скатний лоток; 2 – камери, що працюють у видимому діапазоні довжин світлових хвиль; 3 – камери, що працюють у ближньому інфрачервоному діапазоні довжин світлових хвиль.

При визначені раціональних параметрів фотосепаратор Ф10.1 працював у монохромному режимі, тобто був обладнаний однією камерою з кожного боку скатного лотка, як показано на схемі рис. 2.4 а. При цьому виділяли переважно світліші домішки, ніж повноцінне насіння гречки.

Для виділення домішок світлого і темного кольорів одночасно (наприклад, обрушена гречка і насіння соняшнику) фотосепаратор СВ-4 був оснащений чотирма камерами на кожен лоток (по дві з кожного боку лотка), як показано на схемі рис. 2.4 б. При цьому камери налаштовували попарно на роботу в різних діапазонах світлових хвиль. Дві з них працювали в ближньому інфрачервоному діапазоні світлових хвиль (довжина хвилі 850 ± 30 нм), інші дві - у червоному кольорі (довжина хвилі 650 ± 30 нм).

РОЗДІЛ 3

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПІДГОТОВКИ НАСІННЯ ГРЕЧКИ З ВИКОРИСТАННЯМ ФОТОСЕПАРАТОРА

3.1 Визначення раціональної довжини скатної поверхні лотка фотосепаратора

Для визначення раціональної довжини скатної поверхні під час фотосепарування гречки проводили розрахунки на прикладі конкретного зернового вороху, використовуючи розроблену математичну модель.

При цьому на фотосепараторі експериментально були встановлені такі показники: початкова швидкість частинок на похилій площині – $V_0 = 0,952$ м/с; коефіцієнт тертя обвалених зернівок гречки по гладкій скляній похилій поверхні – $f_1 = 0,359$; коефіцієнт тертя повноцінних зернівок тертя повноцінного насіння гречки по тій самій похилій поверхні – $f_2 = 0,338$ і відстань від краю (торця) похилого лотка до місця вибракування домішок – $V_B = 0,038$ м. Також було визначено середній розмір оброблюваних частинок (насіння гречки) – $r = 0,0045$ м. Нижній поріг довжини скатної поверхні був визначений експериментально за погіршенням якості очищення. Результати досліджень фотосепарування гречки за різної довжини скатної поверхні наведено у вигляді графіків на рис. 3.1.

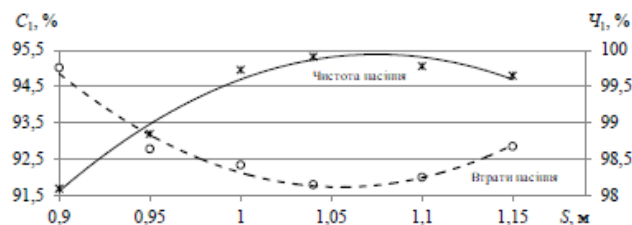


Рис. 3.1. Фотосепарування гречки за різної довжини скатної поверхні: C_1 – вміст насіння гречки в товарній фракції, %; S – шлях оброблюваних частинок по скатному лотку, м; \mathcal{C}_1 – вміст цілих зернівок гречки в насінні (чистота насіння), %

Як наочно видно з графіків на рисунку 4.2, при збільшенні довжини скатної поверхні S понад значення, визначеного за допомогою математичної моделі $S_{\max} = 1,04$ м, спостерігається збільшення втрат придатного насіння у відходи і несуттєво знижується чистота одержуваного насіння. У разі скорочення довжини лотка S нижче значення $S_{\max} = 1,04$ м спостерігається більш значне зниження чистоти насінневої фракції та збільшення втрат насіння у відходи. Істотне збільшення втрат спостерігається за $S \leq 0,95$ м (рис. 3.1). Дослідження не проводили за довжини скатного лотка менш як 0,9 м, тому що за цієї умови чистота насінневої фракції (98,1%) несуттєво відрізнялася від чистоти вихідного вороху (98,5%), тобто очищення не відбувалося.

Аналізуючи графіки на рис. 3.1, можна дійти висновку, що для фотосепарування даної зернової купи гречки переважною є довжина скатної поверхні в межах (1,0...1,1) м. Найкращим її значенням є значення $S_{\max} = 1,04$ м, визначене за допомогою математичної моделі.

3.2. Вплив конструктивних параметрів скатних лотків на якість фотосепарування гречки

Важливим робочим органом фотосепаратора є скатний лоток, який призначений для розгону, розосередження компонентів оброблюваного матеріалу відносно один одного та за потреби вирівнювання їх в одношаровий потік. Скатні лотки можуть бути гладкими або рифленими. По гладкому лотку зерновий ворох може рухатися одношаровим потоком, використовуючи всю ширину лотка. Рифленим лотком оброблюваний матеріал рухається жолобками, розділеними рифами, тобто ширина лотка використовується не повністю. Тоді, очевидно, що за однаково розрідженого потоку на виході зі скатного лотка й однакової ширини лотків вищу продуктивність фотосепаратора забезпечує гладкий скатний лоток.

Характер руху оброблюваних частинок по скатному лотку впливає на якість його очищення і залежить як від геометричних параметрів скатної поверхні лотка, так і від коефіцієнта тертя оброблюваного матеріалу по ній. Вищий коефіцієнт тертя знижує прискорення зернівок по лотку, погіршує розосередження оброблюваних частинок і може спричиняти їхнє кочення скатною поверхнею. Це може знизити якість фотосепарування.

Для визначення впливу типу скатного лотка на якість фотосепарування досліджували чотири різновиди скатних лотків. Деякі технічні характеристики досліджуваних лотків наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Параметри досліджуваних лотків

Найменування параметра	Найменування лотків			
	Гладкий	Дрібнорифлений	Широкорифлений	Глибокорифлений
Ширина лотка, мм	380	380	380	380
Довжина лотка, мм	1100	1100	1100	1100
Висота рифів	-	2,5	2,8	13,0
Крок жолобів, мм	-	6	16	10

Як видно з табл. 3.1, довжина і ширина досліджуваних лотків були однакові. Ширина і глибина жолобів рифлених лотків різнилися. Слід зазначити, що похилі поверхні рифлених лотків, як і самі лотки, виконані з алюмінієвого сплаву з анодованим покриттям, а похила поверхня гладкого лотка - скляна, тому вони мають різні коефіцієнти тертя з оброблюваним матеріалом. Коефіцієнт тертя зернової купи гречки по скляній скатній поверхні нижчий, ніж по рифлених скатних лотках.

Зернову купу гречки, взяту від комбайнів, було очищено повітряно-решітною машиною. При цьому вміст повноцінного зерна в купі становив 98,83%, обрушеного – 0,90% і домішок – 0,27%. Підготовлений зерновий ворох розділили на 4 зразки для дослідження фотосепарування з використанням чотирьох типів скатних лотків.

Під час очищення гречки на фотосепараторі з вихідної купи отримали очищене насіння і товарну фракцію. Кількісні результати фотосепарування зразків гречки під час установаження на фотосепаратор кожного з досліджуваних лотків наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Відсоткове співвідношення фракцій у разі використання різних лотків, %

Найменування фракції	Найменування лотків			
	Гладкий	Дрібнорифлений	Широкорифлений	Глибокорифлений
Початковий ворох	100,00	100,00	100,00	100,00
Очищене насіння	94,31	92,49	91,37	87,33
Товарна фракція	5,69	7,51	8,62	12,67

Аналіз даних 5 показує, що під час очищення гречки на фотосепараторі з використанням гладкого лотка виділили найбільшу кількість очищеного насіння – 94,31%, тоді як під час використання лотків із дрібнорифльованою робочою поверхнею було виділено 92,49% очищеного насіння від маси вихідного оберемка, із широкорифльованою похилою поверхнею – 91,37% і глибокорифльованою – 87,33%.

Це може бути пов'язано як із ефективнішим використанням робочої поверхні гладкого лотка, так і з нижчим коефіцієнтом тертя оброблюваного матеріалу скляною скатною поверхнею, ніж рифленими лотками.

3.3 Вплив продуктивності фотосепаратора на якість фотосепарування гречки

У фотосепараторі оброблюваний матеріал за допомогою вібрації віброживильника подають із бункера на скатний лоток, де відбувається розгін і розосередження компонентів відносно один одного. Потім компоненти суміші потрапляють у зону обстеження, де скануються фотоелементами. У разі виявлення домішки відбувається її видалення повітряним імпульсом.

Продуктивність фотосепаратора (кількість матеріалу, що подається за одиницю часу) регулюють рівнем вібрації віброживильника, змінюючи амплітуду коливань електромагнітного віброприводу за незмінної частоти коливань. Встановлювана продуктивність фотосепаратора залежить від виду оброблюваного матеріалу та його засміченості.

Для визначення впливу продуктивності на якість фотосепарування насіння зразок підготовленого зернового оберемка гречки розділили на п'ять приблизно рівних частин і обробляли їх за 5-ти різних значень подачі оброблюваного матеріалу на один скатний лоток фотосепаратора (W_i , т/год). Решта налаштувань фотосепаратора були незмінними. У результаті з кожного зразка було отримано очищене насіння і товарну фракцію. Кількісні та якісні показники обробленої зернової суміші та отриманих фракцій наведено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Результати очищення гречки за різної продуктивності фотосепаратора.

Орієнтовна подача матеріалу на скатний лоток, т/год	Процентне співвідношення компонентів, %			Маса 1000 насінин, г	Процентне співвідношення фракцій, %	
	Зерно гречки					Суміш
	Ціле	Облуплене	Пошкоджене			
Початкова ворох						
-	97,63	0,92	1,3	0,15	28,76	100
Насіння						
0,1	98,51	0,07	1,42	0,01	29,88	89,12
1	98,47	0,09	1,43	0,03	29,82	88,61
2	98,17	0,08	1,76	0,02	29,69	88,60
3	97,95	0,10	1,93	0,07	29,71	86,47
4	97,45	0,15	2,34	0,12	29,68	85,28
Товарна фракція						
0,1	80,27	16,44	2,47	0,91	27,72	10,91
1	81,66	15,18	2,54	0,66	27,85	11,12
2	83,40	13,27	2,54	0,90	28,11	11,12
3	86,00	11,39	1,97	0,67	28,21	13,58
4	88,06	9,20	2,31	0,47	28,48	14,76

Найменше досліджуване значення W_i відповідає дуже низькій продуктивності (~100 кг/год), за якої вкрай рідко можуть використовувати фотосепаратор. Тому дослідження нижчих продуктивностей недоцільне. У разі збільшення подачі оброблюваного матеріалу на скатний лоток фотосепаратора було виявлено, що за $W_i \approx 4$ т/год чистота одержуваного насіння виявилася нижчою, ніж чистота вихідного вороху (табл. 3.3). Тобто на цьому режимі фотосепаратор перестав виконувати своє безпосереднє призначення. Тому дослідження більш високих значень його продуктивності недоцільне.

З табл. 3.3 видно, що зі збільшенням подачі оброблюваного матеріалу на скатний лоток фотосепаратора з 0,1 до 4 т/год частка цілих зерен гречки в одержуваному насінні знижується з 98,50 до 97,44%. При цьому вміст цілих зернівок у товарній фракції зростає з 80,26 до 88,05%. Вміст обрубаних зерен гречки в насінні зростає зі збільшенням продуктивності фотосепаратора, а в товарній фракції – знижується.

Як видно з даних табл. 3.3, найменший вміст домішок у насіннєвій фракції (0,01%) було отримано за мінімальної подачі оброблюваного матеріалу на скатний лоток фотосепаратора (0,1 т/год). Мінімальний вміст домішок (0,48%) у товарній фракції спостерігався за $W_i \approx 4$ т/год. Також дані таблиці 3.3 показують, що зі збільшенням продуктивності маса 1000 зерен насіннєвої фракції знижується з 29,87 до 29,70 гр., а товарної фракції зростає з 27,74 до 28,64 гр.

Аналізуючи дані табл. 3.3, стає зрозуміло, що збільшення подачі оброблюваного матеріалу на скатний лоток фотосепаратора з 0,1 до 4 т/год призвело до зниження виходу насіннєвої фракції з 89,16 до 85,27% від маси початкового вороху.

Усе це свідчить про те, що зі збільшенням продуктивності фотосепаратора втрати повноцінного насіння у відхідну фракцію зростають, а чистота і вихід одержуваного насіння знижуються.

Користуючись даними табл. 3.3, було визначено залежності кількості та чистоти насінневої фракції від продуктивності фотосепаратора, які наведено на рис. 3.2.

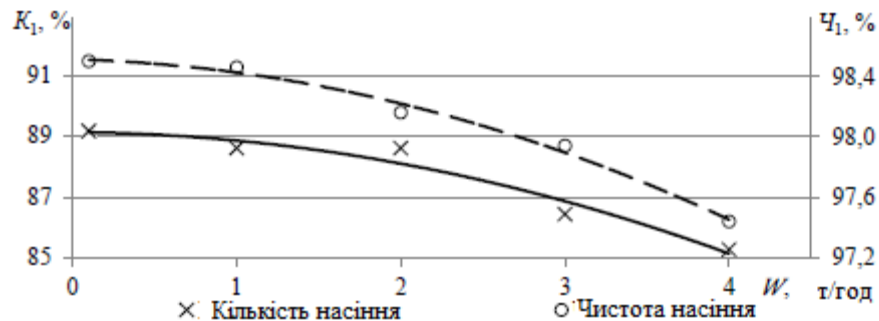


Рис. 3.2 Залежності чистоти та виходу насінневої фракції від продуктивності фотосепаратора: K_1 – частка насінневої фракції від вихідного оберемка, %; Ч_1 – вміст цілих зернівок гречки в насінні (чистота насіння), %; W – подача оброблюваного матеріалу на скатний лоток фотосепаратора, т/год.

Графіки на рис. 3.2 наочно показують, що зі збільшенням продуктивності фотосепаратора знижується відсоток (кількість) насінневої фракції (K_1), причому, чим вища подача оброблюваного матеріалу на скатний лоток фотосепаратора, тим стрімкіше скорочується вихід насіння. Чистота насіння (Ч_1) має схожу залежність - при збільшенні продуктивності чистота насіння знижується.

3.4 Напрямки удосконалення агрегатів для очистки насіння

Для отримання якісного насіння необхідно забезпечити первинну обробку зернового вороху, що надходить від комбайнів, без укладання його на тік, де на нього впливають мікроорганізми, а також під час подальшого добору зернокидачем або підбирачем зерно додатково травмується. При цьому за рахунок збільшення травмування зерна істотно погіршуються посівні якості насіння.

Насінницькі господарства, як правило, мають невеликі обсяги виробництва і малу різноманітність вирощуваних культур. Тому пропонуємо технологічну лінію зерно- і насіннеочисного агрегату, схема якого зображена на рис. 5.1.

Насіннеочисний агрегат (рис. 3. 3) містить: приймальний пристрій 1 із норією 2, двоаспіраційну повітряно-решіткову фракційну зерноочисну машину 3, бункери для збирання невикористовуваних відходів 4 і фуражної фракції 5, спрямовуючого клапана 6, бункер для збору товарного зерна після першочергового очищення 7, тихохідну норію 8, фотосепаратор 9, а також бункери для збору очищеного насіння 10 і товарної фракції після фотосепаратора 12.

Працює насіннеочисний агрегат таким чином. Бункерний оберемок із транспортного засобу вивантажується в приймальний пристрій 1 і далі подається норією 2 самопливним пристроєм у двоаспіраційну повітряно-решіткову фракційну зерноочисну машину 3.

За допомогою повітряно-решітної машини 3 в режимі фракціонування проводять первинне очищення оброблюваного матеріалу. При цьому легковагі та дрібні домішки спрямовують у бункер для збирання невикористовуваних відходів 4, а фуражну фракцію з машини 3 направляють у бункер для збирання фуражу 5. На виході чистого продукту із зерноочисної машини 3 встановлено напрямний клапан 6.

Під час підготовки товарного зерна, коли зерно після первинного очищення не потребує подальшої обробки, клапан 6 встановлюють у положення, за якого очищений продукт із машини 3 спрямовується до зернового бункера 7. Під час підготовки насіння клапан 6 встановлюють таким чином, що зерно, яке пройшло первинне очищення, спрямовується в тихохідну норію 8, яка подає його для остаточної обробки на фотосепаратор 9. Очищене фотосепаратором 9 насіння прямує в насінневий бункер 10 і далі на пункт його затарювання 11. Відходна фракція з фотосепаратора 9 прямує в секцію бункера для збору товарної фракції 12. У міру заповнення бункера 12 товарне зерно

відвантажуються в транспортний засіб 13 для переміщення до місця зберігання або реалізації.

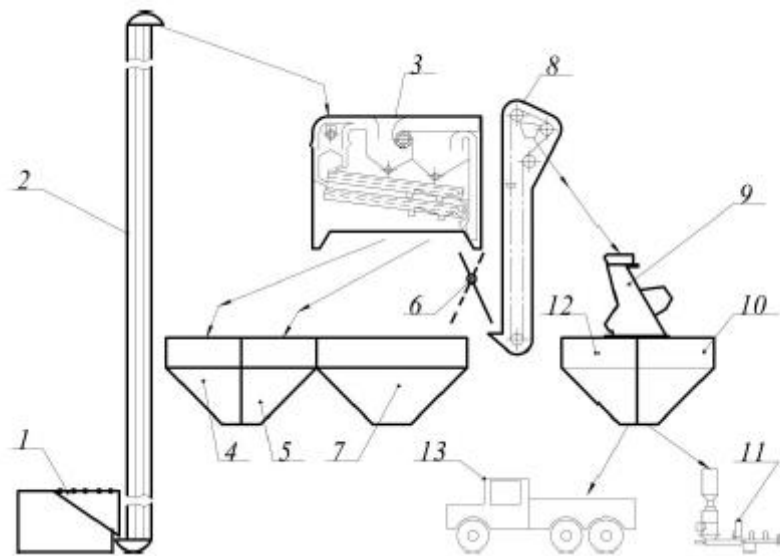


Рис. 3.3. Технологічна лінія насіннеочисного агрегату: 1 – приймальний пристрій (завальна яма); 2 – норія; 3 – двохаспіраційна повітряно-решіткова фракційна зерноочисна машина; 4 – бункер для збору невикористовуваних відходів; 5 – бункер для збору фуражної фракції; 6 – спрямовувальний клапан; 7 – бункер для збору товарного зерна; 8 – тихохідна норія; 9 – фотосепаратор; 10 – бункер для збирання насіння; 11 – пункт затарювання насіння; 12 – бункер для збору товарної фракції, отриманої в результаті фотосепарування; 13 – транспортний засіб.

Дана технологічна лінія насіннеочисного агрегату дає змогу потоково обробляти бункерну кучу сільськогосподарських культур у насінницьких або невеликих фермерських господарствах. При цьому технологічна лінія включає мінімально-необхідну кількість зерноочисних машин для підготовки насіння. Тип машин і обладнання для транспортування підібраний таким чином, щоб максимально скоротити кількість та інтенсивність механічних впливів на насіння, з метою збереження його посівних якостей.

За великих обсягів виробництва краще використовувати схему насіннеочисного агрегату, що зображена на рис. 3.3.

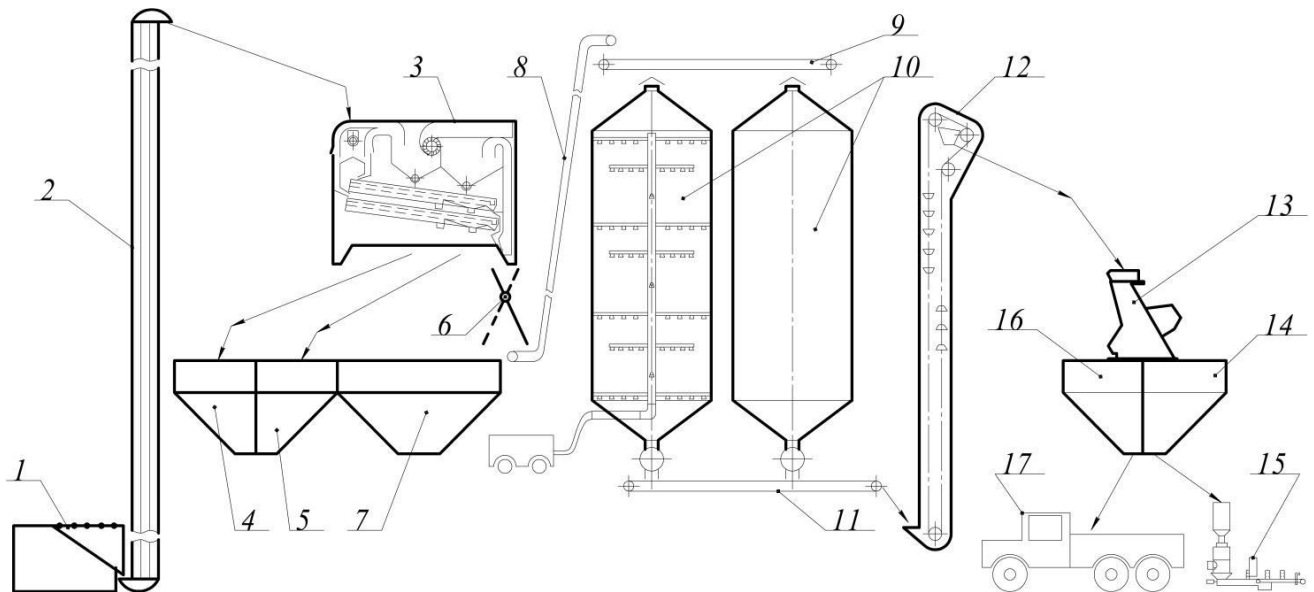


Рис. 3.4. Схема насіннеочисного агрегату для великих господарств: 1 – приймальний пристрій (завальна яма); 2 – норія; 3 – двохаспіраційна повітряно-решіткова фракційна зерноочисна машина; 4 – бункер для збору невикористовуваних відходів; 5 – бункер для збору фуражної фракції; 6 – направляючий клапан; 7 – бункер для збору товарного зерна; 8 – похилий стрічковий транспортер; 9 – верхній стрічковий транспортер; 10 – силоси; 11 – нижній стрічковий транспортер; 12 – тихохідна норія; 13 – фотосепаратор; 14 – бункер для збирання насіння; 15 – пункт затарювання насіння; 16 – бункер для збирання товарної фракції, отриманої під час фотосепарування; 17 – транспортний засіб.

Схема насіннеочисного агрегату, зображена на рис. 3.3, відрізняється від вищеописаної схеми (рис. 3.4) наявністю відділення тимчасового зберігання, представленого силосами з конусним дном 10 (рис. 3.4). Також представлена схема, зображена на рис. 3.4, додатково включає стрічкові транспортери 8, 9 і 11 для завантаження силосів 10 і направлення матеріалу із силосів 10 у тихохідну норію 12.

Під час збирання в стислі агротехнічні строки великих обсягів урожаю необхідно встановлювати високопродуктивну повітряно-решітну машину 3. При цьому продуктивність фотосепаратора 13 може бути значно нижчою, ніж машини 3. У такому разі відділення тимчасового зберігання компенсує різницю

продуктивностей повітряно-решітної машини 3 і фотосепаратора 13. Водночас у силосах можливо проводити сушіння або активне вентилявання насінневого матеріалу холодним, підігрітим повітрям або озоноповітряною сумішшю, що дасть змогу зберегти природні посівні якості насіння та підвищити врожайність культури.

Якщо продуктивності однієї повітряно-решітної машини 3 недостатньо, то слід встановити необхідну кількість машин паралельно. Паралельне розташування машин 3 дасть змогу потоково обробляти великі об'єми бункерної купи, не збільшуючи травмування насіння, на відміну від послідовного їх розташування. При цьому також доцільно використовувати приймальне відділення з двосекційною завальною ямою та встановленням норій у кожній із секцій, що дасть змогу зменшити глибину завальної ями та ймовірність її заповнення ґрунтовими водами. Використання системи резервних зернопроводів у відділенні первинного очищення підвищить надійність роботи насіннеочисного агрегату. У випадках, коли немає можливості використання двосекційного приймального пристрою, і застосовується одна завантажувальна норія, краще використовувати сучасні ділянки потоку.

Висновки по розділу

Технологічна лінія насіннеочисного агрегату, зображена на рис. 3.4, є універсальною і підходить для підготовки зерна та насіння різних сільськогосподарських культур на підприємствах із великими обсягами виробництва. Однак під час підготовки насіння в насінницьких або малих фермерських господарствах, імовірно, вигідніше буде обробляти бункерний ворох за схемою, представленою на рис. 3.3. При цьому використовується мінімально необхідна кількість машин і допоміжного обладнання, а їхній тип підібрано таким чином, щоб мінімізувати травмування насіння.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Експериментально визначено раціональну довжину скатного лотка в межах (1,0...1,1) м. Найкращим є її значення $S_{max} = 1,04$ м.

Репродуктивне насіння гречки з виходом до 75% можна отримати в результаті фотосепарування зернової маси, попередньо очищеної на повітряно-решітній машині, яка містить обрешених зернівок не більш як 1,4%, домішок не більш як 3,3%. Для отримання елітного насіння з виходом до 85% вміст домішок у матеріалі, що подається на фотосепаратор, не має перевищувати 1,15% і обрешених зернівок - 1,4%.

Для отримання насіння гречки фотосепаратор рекомендується обладнати гладким лотком зі скляною скатною поверхнею, що дасть змогу збільшити вихід насінневої фракції на 1,82...6,98%, чистоту одержуваного насіння на 0,13...0,15% за скорочення втрат насіння гречки на 2,48...9,74% порівняно з з рифленими скатними лотками.

Збільшення подачі оброблюваного матеріалу на скатний лоток фотосепаратора з 0,1 до 4 т/год зменшує вихід насінневої фракції з 89,16 до 85,27% і знижує чистоту насінневої фракції з 98,50 до 97,44%. Тому під час очищення зернової маси гречки з чистотою 97,62%, з умістом обрешених зернівок 0,93% і домішок 1,30% подачу оброблюваного матеріалу на скатний лоток фотосепаратора слід встановлювати не більш як 2 т/год, щоб отримати репродукційно-насінневу фракцію.

Розроблено технологічну лінію насіннеочисного агрегату, що включає двоаспіраційну фракційну повітряно-решітну зерноочисну машину первинного очищення та фотосепаратор для остаточного очищення насіння. Ця технологічна лінія дає змогу скоротити травмування оброблюваного матеріалу на 6,5% порівняно з базовим варіантом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕЛЛ

1. Satake Europe Limited - Cereal Milling Engineers, Flour Milling, Rice Milling, Colour Sorting, Debranning. [Електр. ресурс]. Режим доступа: <http://www.satake-europe.com/noflash.html>.

2. Харченко, С. О. Обґрунтування параметрів процесу очищення повітряного потоку пилоосаджувальною камерою вібровідцентрових зернових сепараторів. Автореф. дисертації на здобуття наукового ступеня канд. техн. Наук. ХНТУСГ. Харків, 2007. 20 с.

3. Алієв Е. Б. Техніко-технологічне забезпечення процесів очищення та розділення насіннєвого матеріалу олійних культур. Роль наукових досліджень в забезпеченні процесів інноваційного розвитку аграрного виробництва України. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів 25–26 травня 2016 р. НААН, ДУ ІЗК НААН, М-во аграр. політики та прод. України, Укр. ін-т експертизи сортів рослин. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД». 2016. С. 4-5.

4. Gary W. Delaney, Paul W. Cleary, Marko Hilden, Rob D. Morrison. Validation of dem predictions of granular flow and separation efficiency for a horizontal laboratory scale wire mesh screen. Seventh International Conference on CFD in the Minerals and Process Industries CSIRO. Melbourne, Australia. 9-11 December. P 1-6.

5. Ferrara, G., Preti, U., Schena, G. D. (1987). Computer-aided Use of a Screening Process Model. APCOM 87. Proceeding of the Twentieth International Symposium on the Application of Computers and Mathematics in the Mineral Industries. Volume 2: Metallurgy. Johannesburg, SAIMM. 1987. P. 153–166.

6. Mester L. The new physical-mechanical theory of granular materials. Homonnai. 2009. 73 p.

7. Бабенко Д. В., Горбенко О. А., Доценко Н. А., Кім Н. А. Оптимізація конструктивних і кінематичних параметрів сепаратора насіння овочевих та

баштанних культур. Вісник аграрної науки Причорномор'я. Вип. 3 (107). 2020. С. 105-112.

8. Temirov I., Ravshanov Kh., Fayzullaev Kh., Ubaydullaev Sh. Development of a machine for preparing the soil for sowing melons under the film. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2021. P.1030. doi: 10.1088/1757-899X/1030/1/012169.

9. Бабенко Д.В., Горбенко О.А., Доценко Н.А., Кім Н.І. Дослідження засобів механізації отримання насіння овоче-баштанних культур. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2016. Вип. 4(92) С.137-142.

10. Кюрчев С. В., Колодій О. С. Аналіз методів збільшення врожайності сільськогосподарських культур та вимоги до сепаруючого матеріалу. Праці ВНАУ. Вінниця, 2012. Вип. 11(66). С. 311–322.

11. Кюрчев С. В., Колодій О. С. Аеродинамічний сепаратор для насіння. Деклараційний патент України на корисну модель. МПК В07В 1/28. №u201307937, заявлено 21.06.2013, опубліковано 25.12.2013, Бюл. № 24.

12. Douik A., Abdellaoui M. Cereal grain classification by optimal features and intelligent classifiers. International Journal of Computers, Communications and Control. 2010. 506–516.

13. Куликівський В.Л, Орел М.О. Фотосепарування та його застосування в сільському господарстві. Збірник тез ІХ-ї всеукраїнської науково-практичної конференції «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь». м. Житомир, 5 квітня 2023 року. Житомир : ЖАТФК. С. 212-216.

14. Куликівський В.Л, Орел М.О. Принцип дозування насіння та його рух у фотосепараторі. Наукові читання–2023: матеріали науково-практичної конференції науковопедагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики. 19 квітня 2023 р. Житомир : Поліський національний університет, 2023. С.