

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Донецький національний університет економіки і торгівлі
імені Михайла Туган-Барановського
Навчально-науковий інститут ресторанно-готельного бізнесу та туризму
Кафедра загальноінженерних дисциплін та обладнання

ДОПУСКАЮ ДО ЗАХИСТУ
Гарант освітньої програми «Галузеве
машинобудування»
Цвіркун Л.О.
« ____ » _____ 2022 року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**
на здобуття ступеня вищої освіти «Бакалавр»
зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»
за освітньою програмою «Галузеве машинобудування»

на тему: **«УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ СОРТУВАННЯ СИПКИХ
ЗЕРНОВИХ ПРОДУКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ФОТОСЕПАРАТОРА»**

Виконав:
здобувач вищої освіти Снігур Андрій Володимирович
(прізвище, ім'я, по-батькові) (підпис)

Керівник: к.п.н. Цвіркун Л.О.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у кваліфікаційній
роботі немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань

Здобувач вищої освіти _____
(підпис)

Кривий Ріг
2022

4. Охорона праці.
5. Висновки.
6. Список використаних джерел.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
 1. Схема роботи фотосепаратора.
 2. Схема технологічної лінії насінняочисного агрегату.
 3. Схема фотосепарування.
 4. Схема побудови оптико-електронної системи.
 5. Схема взаємного розташування блоку реєстрації, зони аналізу з об'єктами та джерелами освітлення.
 6. Приклад пропуску сировини як наслідок недостатньої швидкодії виконавчого механізму.
 7. Залежності чистоти та кількості насіння від складу вихідного продукту.
6. Дата видачі завдання « » 2022 р.
7. Календарний план

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи
1	Вступ	
2	Аналітичний огляд оптико-електронних систем сортування сипучих зернових продуктів.	
3	Удосконалення конструктивних параметрів фотосепаратора.	
4	Охорона праці	
5	Висновки по роботі	
6	Оформлення роботи і подання до захисту	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Снігур А.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Цвіркун Л.О.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Обсяг і структура бакалаврської роботи. Повний обсяг бакалаврської роботи – 51 сторінка, в тому числі основного тексту – 45 сторінок. Робота містить: 2 таблиці, 22 рисунка. Список використаних джерел складається з 18 найменувань.

Об'єкт роботи – фотосепаратор.

Предмет роботи – процеси сортування сипучих зернових продуктів.

Мета роботи – удосконалення процесу сортування сипучих зернових продуктів за допомогою фотосепаратора.

На основі аналізу роботи фотосепаратора, зроблено висновок, що одним із найбільш значущих його механічних складових є скатний лоток. Від конструктивних параметрів та стану скатної поверхні залежить характер руху частинок, що впливає на якість фотосепарування. При цьому зазначено, що необхідною умовою є одношарова подача оброблюваного матеріалу на віброживильник та швидкодія виконавчого механізму.

Зазначено, що зі збільшенням розміру оброблюваних частинок збільшується і інтервал між ними. Причому, чим нижче коефіцієнти тертя частинок об скатну поверхню, тим більший інтервал між ними буде в місці вибраковування домішок за однакових інших умов.

Сконцентровано увагу на тому, що при встановленні суцільної подачі оброблюваного матеріалу з віброживильника на скатний лоток вкрай складно контролювати одношаровість. У зв'язку з цим можливі порушення одношаровості подачі. Запропоновано довжину скатної поверхні обирати максимальну, щоб була можливість вирівнювання матеріалу на скатній поверхні в один шар і частки розосереджувалися, тобто схід з лотка був розрідженим, а не суцільним.

Важливим робочим органом фотосепаратора є скатний лоток, який призначений для розгону, розосередження компонентів матеріалу, що обробляються відносно один одного. По гладкому лотку зерновий ворох може рухатися одношаровим потоком, використовуючи всю ширину лотка, а по рифленому лотку ширина лотка не повністю заповнена сировиною. Відповідно, вищу продуктивність фотосепаратора забезпечує гладкий скатний лоток.

Запропоновано схему оптико-електронної системи для сепарації сипучих зернових продуктів (ОЕС). Особливість розробленої системи полягає в тому, що вона дозволить аналізувати зразки різних кольорів, розмірів, з різними швидкостями руху. Зазначено, що важливим параметром є швидкодія – кількість кадрів в секунду, які матриця здатна знімати та передавати в систему аналізу. При недостатній швидкодії частина об'єктів буде пролітати зону аналізу в момент передачі інформації до системи аналізу, а не в момент накопичення сигналу матрицею. Тобто вони будуть пропущені системою або зняті лише на половину.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: гречиха, процес сортування, сипучі зернові продукти, фотосепаратор, скатний лоток, швидкодія виконавчого механізму, оптико-електронні системи.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ СОРТУВАННЯ СИПУЧИХ ЗЕРНОВИХ ПРОДУКТІВ	7
1.1 Гречиха – важлива зернова культура	7
1.2 Фотосепарування та його застосування у сортуванні сипучих зернових продуктів	8
1.3 Технологічні лінії насінняочисного агрегату	14
РОЗДІЛ 2. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ФОТОСЕПАРАТОРА	18
2.1 Принцип дозування насіння та їх рух у фотосепараторі	18
2.2 Вплив конструктивних параметрів скатних лотоків на якість фотосепарування гречихи	25
2.3 Схема побудови оптико-електронної системи для сепарації сипучих зернових продуктів (ОЕС)	29
2.4 Визначення раціональної довжини скатної поверхні лотка фотосепаратора	33
2.5 Залежності чистоти та кількості насіння від складу вихідного продукту	35
РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ	38
3.1. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів	38
3.2. Освітлення	39
3.3. Пожежна безпека	40
ВИСНОВКИ	42
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	44
ДОДАТКИ	45

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>					Удосконалення процесу сортування сипких зернових продуктів за допомогою фотосепаратора	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Цвіркун</i>					1	51	
<i>Н. Контр.</i>	<i>Омельченко</i>					ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО		
<i>Затверд.</i>	<i>Цвіркун</i>							

ВСТУП

Актуальність роботи. Гречиха – єдина зернова культура, що містить вітамін Р (рутин). Вона може довго зберігатися, не втрачаючи споживчих та смакових якостей. Білки гречихи за поживними властивостями близькі до білків зернобобових культур. Вони відрізняються великим вмістом незамінних амінокислот. Жири, які містяться в плодах гречихи, відрізняються високою стійкістю до окислення, і тому вони не гіркнуть навіть при відносно тривалих термінах зберігання зерна та крупи.

Мета та задачі дослідження. Метою бакалаврської роботи є удосконалення процесу сортування сипучих зернових продуктів за допомогою фотосепаратора.

Практична та наукова новизна. У процесі виконання роботи було розглянуто принцип роботи фотосепаратора. На основі аналізу роботи фотосепаратора, зроблено висновок, що одним із найбільш значущих його механічних складових є скатний лоток. Від конструктивних параметрів та стану скатної поверхні залежить характер руху частинок, що впливає на якість фотосепарування. При цьому зазначено, що необхідною умовою є одношарова подача оброблюваного матеріалу на віброживильник та швидкодія виконавчого механізму.

Зазначено, що зі збільшенням розміру оброблюваних частинок збільшується і інтервал між ними. Причому чим нижче коефіцієнти тертя частинок по скатній поверхні, тим більший інтервал між ними буде в місці вибраковування домішок за однакових інших умов.

Сконцентровано увагу на тому, що при встановленні суцільної подачі оброблюваного матеріалу з віброживильника на скатний лоток вкрай складно контролювати одношаровість. У зв'язку з цим можливі порушення однослойності подачі. Запропоновано довжину скатної поверхні обирати максимальну, щоб була можливість вирівнювання матеріалу на скатній поверхні в один шар і частки розосереджувалися, тобто схід з лотка був розрідженим, а не суцільним.

Запропоновано схему оптико-електронної системи для сепарації сипучих зернових продуктів (ОЕС). Особливість розробленої системи полягає в тому, що вона дозволить аналізувати зразки різних кольорів, розмірів, з різними швидкостями руху. Зазначено, що важливим параметром є швидкодія – кількість кадрів в секунду, які матриця здатна знімати та передавати в систему аналізу. При недостатній швидкодії частина об'єктів буде пролітати зону аналізу в момент передачі інформації до системи аналізу, а не в момент накопичення сигналу матрицею. Тобто вони будуть пропущені системою або зняті лише на половину.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>					Удосконалення процесу сортування сипких зернових продуктів за допомогою фотосепаратора	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Цвіркун</i>						1	51
<i>Н. Контр.</i>	<i>Омельченко</i>					ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО		
<i>Затверд.</i>	<i>Цвіркун</i>							

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ СОРТУВАННЯ СИПУЧИХ ЗЕРНОВИХ ПРОДУКТІВ

1.1 Гречиха – важлива зернова культура

Гречиха – екологічно чистий, фізіологічно повноцінний, легкозасвоюваний дієтичний, цілющий продукт харчування. Гречану крупу використовують для дієтичного харчування, особливо при шлунково-кишкових захворюваннях, розладі нервової системи. Гречана крупа багата легкозасвоюваними білками та вуглеводами. Вона включає жири, корисні для організму, мінеральні солі, а також фолієву кислоту, якої значно більше, ніж в інших продуктах рослинного походження.

Гречиха – єдина зернова культура, що містить вітамін Р (рутин). Вона може довго зберігатися, не втрачаючи споживчих та смакових якостей. Тому зерно гречихи та крупа придатні для створення резервних фондів продовольства стратегічного значення великої державної важливості. Білки гречихи за поживними властивостями близькі до білків зернобобових культур. Вони відрізняються великим вмістом незамінних амінокислот. Так, наприклад, лізини в гречці майже в десять разів більше, ніж у просі. У плодах гречихи багато лецитину, який має лікувальні властивості. Жири, що містяться в плодах гречихи, відрізняються високою стійкістю до окислення і тому вони не гіркнуть навіть при відносно тривалих термінах зберігання зерна та крупи.

Гречаний мед, пилок (перга) та інші продукти бджільництва поряд із стравами з гречихи мають велике значення у зміцненні здоров'я людей та у вирішенні продовольчої проблеми. У зв'язку із підвищенням інтенсивності використання орних земель дика медоносна флора скорочується і роль гречихи, як медоноса, значно зростає.

Гречана крупа високопоживна. Вона містить від 10 до 16% повноцінного легкозасвоюваного білка, 60 ... 80% крохмалю, 2 ... 3% жиру, 10 ... 16% клітковини та багато біологічно активних речовин-вітамінів: С, В1, В2, В6, Е, РР та Р, а також мікроелементи: залізо, мідь, цинк, кальцій, бор, йод, нікель, кобальт, фосфор та ін., також містить органічні кислоти: яблучну, шавлеву та лимонну. Крупа гречки має гарні смакові якості та дієтичні властивості корисні для дітей, хворих та літніх людей.

Завдяки високому вмісту легкозасвоюваних білків та оптимального поєднання вітамінів, органічних кислот і солей, різних мікроелементів, продукти харчування, що готуються з гречаної крупи та борошна, сприяють підвищенню витривалості та стійкості організму людини до фізичної напруги, а також до радіоактивного та рентгенівського опромінення.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>					Удосконалення процесу сортування сипких зернових продуктів за допомогою фотосепаратора	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Цвіркун</i>						11	51
<i>Н. Контр.</i>	<i>Омельченко</i>					ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО		
<i>Затверд.</i>	<i>Цвіркун</i>							

1.2 Фотосепарування та його застосування у сортуванні сипучих зернових продуктів

При післяприбиральній обробці сільськогосподарських культур часто стикаються з проблемою виділення домішок, фізико-механічні та аеродинамічні властивості яких схожі з придатним продуктом. При цьому зачасту важко відокремити домішки відрізняються від придатного продукту за оптичними ознаками: кольору, текстурі або на просвіт, що дозволяє ефективно застосовувати фотосепаратор.

Принцип фотоелектронного сепарування за кольором був розроблений у середині минулого століття. Сутність фотосепарування полягає у виявленні компонентів сипучого матеріалу, які відрізняються за оптичними ознаками від зразка, і поштучному їх витягу.

Фотосепаратор призначений для поділу компонентів будь-яких сипучих сумішей за кольором, формою або розміром, і дозволяє отримувати чистоту придатного продукту на виході до 99,99%. Застосування методу колірної аналізу та оцінки густини дозволяє забезпечити високу точність сортування.

Перший фотосепаратор був встановлений у Лондоні у 1947 році компанією Сортекс. За минулий час фотоелектронне сепарування ввібрало нові досягнення електроніки, оптики та мікропроцесорної техніки. Сучасні фотосепаратори мають високий рівень автоматизації та мінімальний силовий вплив на насіннєвий матеріал.

На сьогоднішній день фотосепаратори різних виробників принципово не відрізняються за своєю конструкцією, оскільки використовують один принцип роботи, що показано на рис. 1.1. Матеріал, що обробляється на фотосепараторі подається в завантажувальний бункер 1 і далі по горизонтальному лотку віброживильника 2 встановленому на віброприводі 3, який спрямовується на скатний лоток 4. Лоток 4 може бути гладким або рифленим, що має канавки певної ширини та 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 та 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, яка розташована у віброживильнику, і регулює товщину шару матеріалу на горизонтальному лотку 2.

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 шиберної заслінки 5, визначають її положення, при якому приблизно забезпечується необхідна якість очищення. Потім, не змінюючи положення шиберної заслінки 5, регулюють амплітуду коливань віброживильника, домагаючись необхідної якості

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

очищення. Положення шиберної заслінки 5 регулюють зазвичай тільки при зміні оброблюваного матеріалу.

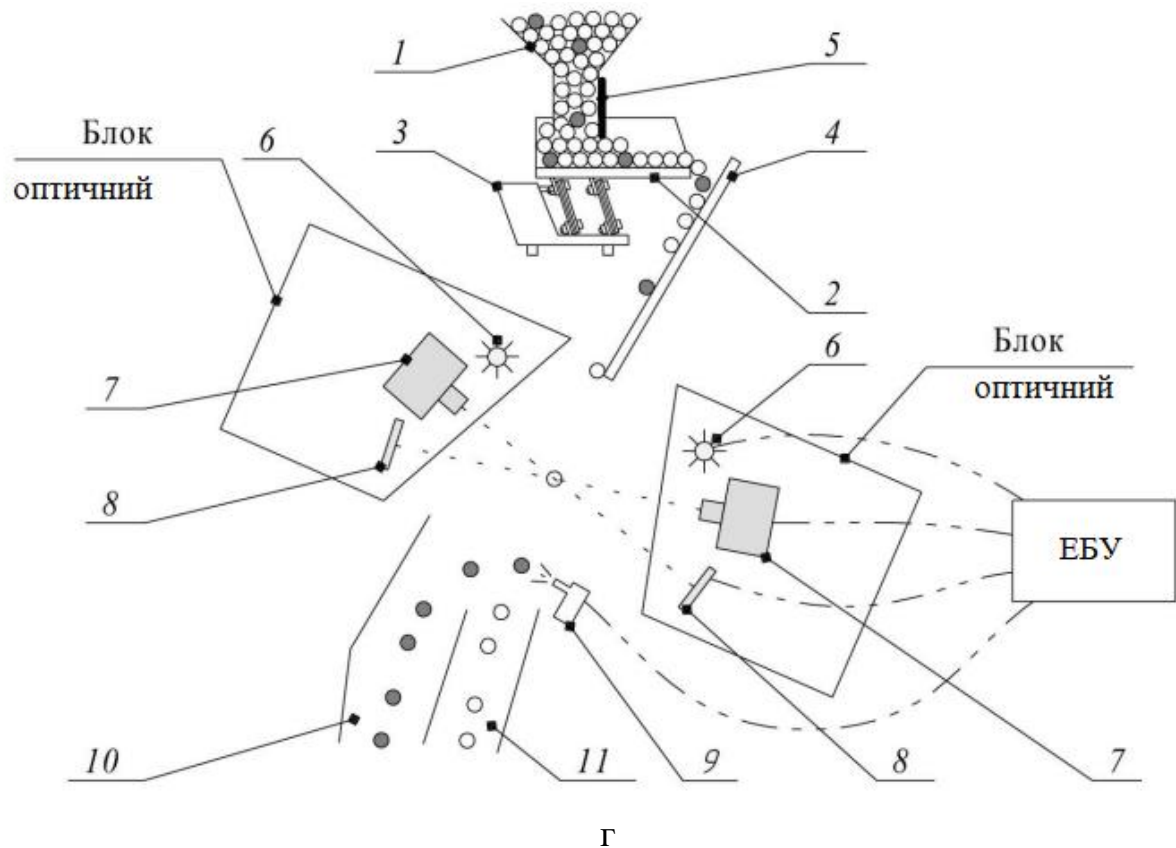


Рисунок 1.1 – Схема роботи фотосепаратора

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 – тло; 9 – пневмоклапан; 10 – відсік для відходів; 11 – відсік для очищеного продукту.

Оброблюваний матеріал, рухаючись по скатному лотку 4 прямує в зону обстеження, де освітлюється освітлювачами 6 (як правило, світлодіодними або люмінесцентними лампами) і сканується високотехнологічними сенсорами або камерами 7 на фоні 8. Відмінність даних систем полягає в тому, що у 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, в якому знаходяться освітлювачі 6, 7 камери, робочі активні фони 8 і електронний блок управління (ЕБУ), герметизований. За допомогою сенсорів або камер 7 отримують відбите або яке проходить через аналізовану частинку світло, і на його основі формується електричний сигнал, який спрямовується в ЕБУ. У блоці управління за закладеними алгоритмами відбувається аналіз отриманого сигналу та порівняння його з еталонним, який заздалегідь задається. При розбіжності сигналів подається команда на відкриття пневмоклапана (ежектора) 9, розташованого нижче. При цьому повітряний імпульс спрямований у площині, перпендикулярній потоку оброблюваних

частинок, змінює траєкторію руху дефектної частки, спрямовуючи її у приймач (відсік) для відходів 10. Інші компоненти продовжують рух по тій же траєкторії до приймача очищеного продукту 11.

Для більш ретельного сортування і сканування оброблюваного продукту сенсори або камери 7 встановлюють по обидва боки потоку компонентів, як показано на рис.1.1.

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

Застосовуються швидкодіючі ежектори, мінімальний час відкриття яких 1 мс. Ресурс ежекторів становить 6 млрд. циклів. Відеокамери з роздільною здатністю 2048 пікселів та частотою зйомки до 15000 кадрів в секунду здатні розпізнати до 16000 відтінків. Камери можуть розпізнати на частинках дефекти розміром від 0,2 мм.

У разі високого засмічення вихідного продукту фотосепаратор може бути обладнаний ресортувальним лотком 2 (рис. 1.2) для обробки зворотної фракції.



Рисунок 1.2 – Скатні лотки

На рис. 1.2 зображено: 1 – скатний лоток для вихідного вороху; 2 – ресортувальний скатний лоток.

В цьому випадку для зменшення втрат якісного продукту отриманий при першому циклі очищення відхід подається на ресортувальний лоток 2 для другого його очищення.

На рис 1.2 ресортувальний лоток виконаний рифленим.

Фотосепаратори серії СВ відрізняються можливістю установки лазерного джерела висвітлення. Цей сортувальник за рахунок використання сучасних оптоволоконних лазерних технологій дозволяє сепарувати насіння та 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.

Оптична система фотосепараторів герметизована за допомогою скла.

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

Використання переваг фотосепараторів та досягнення високих показників очищення можливі лише за умови правильної установки та експлуатації фотосепараторів відповідно до рекомендацій заводу-виробника.

Італійська фірма SEA випускає фотосепаратори PIXEL NEXT, CHROME та інші, рис. 1.3, рис. 1.4.

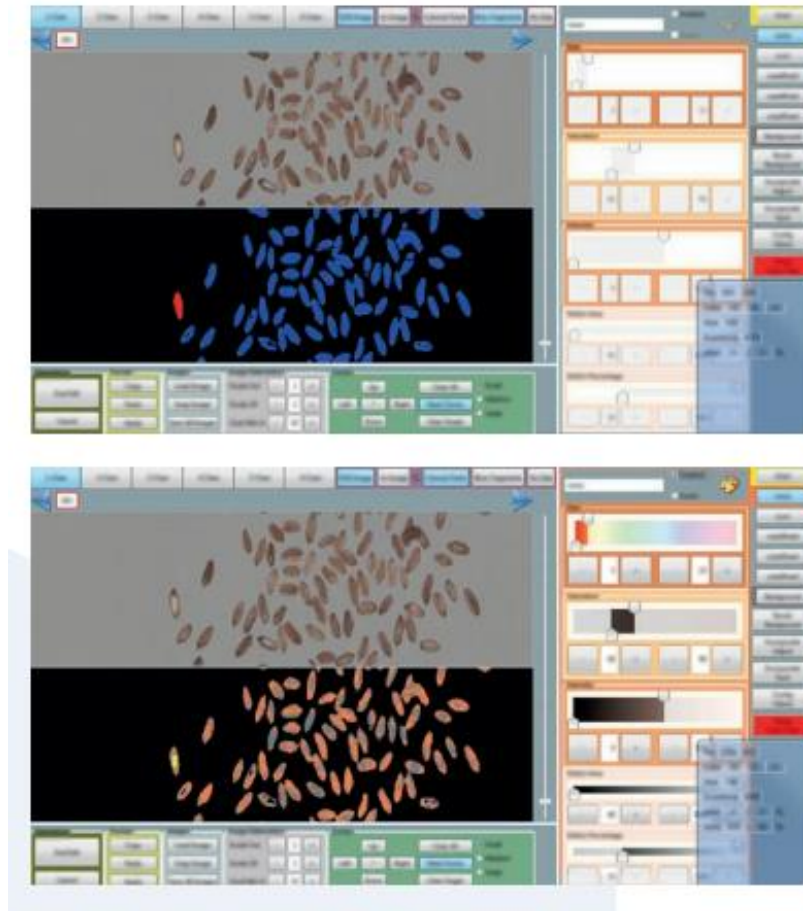


Рисунок 1.3 – Вікно програми управління сепаратором CHROME

Фотосепараторам серії NEXT характерна інтелектуальна та гнучко налагоджуємо система автоматичної корекції чутливості, яка дозволяє автоматично адаптувати чутливість кожного пікселя CCD камери до освітленості продукту. Освітлення продукту відбувається за допомогою світлодіодної LED системи, термін служби якої більше 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 апарату.

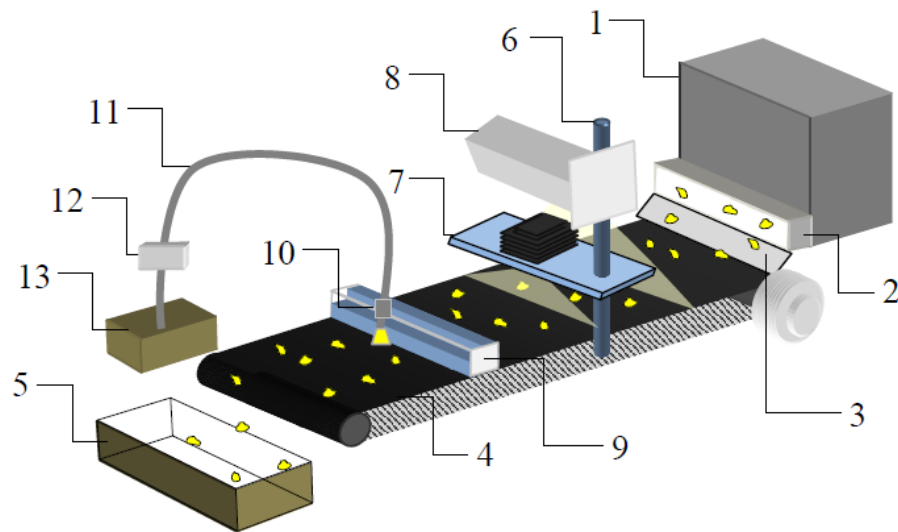


Рисунок 1.4 – Пристрій для сортування зерна CHROME

1 – завантажувальний бункер; 2 – дозуючий пристрій; 3 – похилий лоток;
4 – транспортна стрічка чорного кольору; 5 – лоток скидання; 6 – штатив; 7-8 –
цифрові камери; 9 – каретка; 10 – усмоктувальна головка; 11 – гнучкий шланг;
12 – вакуумний електроклапан; 13 – накопичувач.

Найбільш продуктивним RGB сортувальником на ринку є фотоелектронний сепаратор SEA CHROME. Будучи оснащеним багатобарвними RGB камерами з роздільною здатністю 4096 пікселів та LED освітленням, вони дозволяють 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. В моделях з декількома 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. Дані фотосепаратори забезпечені світлодіодним підсвічуванням та CCD камерами.

Сортувальники SATAKE серії REZS оснащені найсучаснішими повнокольоровими японськими камерами, які розпізнають кольори подібно до людського ока, що дозволяє виявляти найменші відмінності відтінків. Дані машини мають встановлене програмне забезпечення, яке автоматично аналізує кольори придатного продукту і домішок та виробляє налаштування світлової чутливості обладнання. LED-освітлювачі оптичних сортувальників створюють оптимальну освітленість оброблюваного продукту та мають тривалий термін служби, що дозволяє скоротити експлуатаційні витрати. Сопла пневмоелектрів фотосепараторів серії REZS розміщені з кроком 5 мм, що підвищує точність сортування і знижує втрати придатного продукту в порівнянні з соплами

більшого розміру. Комплектуватися сортувальники можуть гладкими та рифленими скатними лотками різної ширини.

Більшість сучасних фотосепараторів, що виробляються у світі, мають можливість сортування у ближньому інфрачервоному діапазоні світлових хвиль, не видимих для людини. Це дозволяє розділяти компоненти не лише за кольором, але і за їхньою текстурою, що розширює список сортованих продуктів і підвищує якість фотосепарування, рис. 1.5.

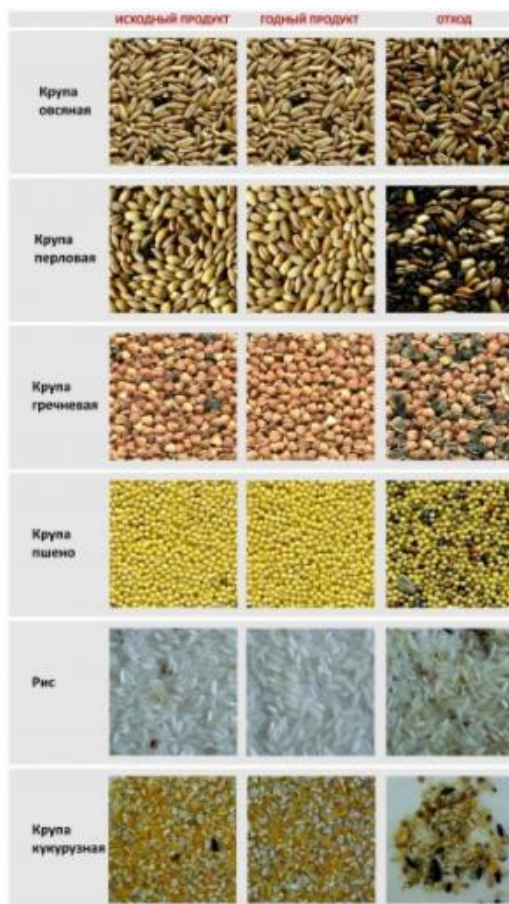


Рисунок 1.5 – Фотосепаратори серії ZORKIY

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

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

Таким чином, стає зрозуміло, що фотосепаратор – це високотехнологічне обладнання нового покоління, в якому застосовуються новітні розробки в галузі оптики, електроніки та програмування. Дані машини дозволяють досягати дуже високих результатів очищення (до 99,99% чистоти). При цьому фотосепаратори не мають робочих органів, які травмують оброблюваний матеріал. Тому доцільність застосування фотосепаратора під час підготовки насіння гречихи не викликає сумнівів. Однак у фотосепараторі залишаються нерозв’язані моменти,

наприклад, невідомо якою саме має бути довжина скатного лотка при очищенні гречихи.

В даний час велика кількість сільгоспвиробників застосовують фотосепаратор для очищення різного насіння і круп. Фотосепарація є дуже ефективним способом очищення і сортування зерна та різних сільськогосподарських продуктів. При цьому істотно зменшується кількість механічних впливів на насіння, а відповідно і їх травмування.

Важливо пам'ятати, що фотосепаратори необхідно розміщувати в кінці технологічної лінії, після того, як мінеральні, металоманітні та інші домішки максимально виділені з матеріалу, що обробляються. В такому випадку ефективність фотосепаратора буде найбільшою. Тому, як правило, оптичні сортувальники встановлюють в кінці технологічної лінії або окремо. У першому випадку необхідно враховувати, що можливі вібрації конструкції, які викликані іншими зерноочисними машинами, можуть негативно впливати на якість фотосепарації. Це необхідно враховувати при розробці тимчасових очисних ліній для насіння.

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. Все це впливає на якість поділу компонентів та продуктивність фотосепаратора в цілому.

Проте математичної моделі, що описує рух оброблюваних частинок у фотосепараторі, яка враховувала б різні коефіцієнти тертя частинок скатної поверхні, в ході нашого огляду не було виявлено. Тому для визначення впливу різних коефіцієнтів тертя оброблюваних частинок по скатному лотку на якість фотосепарування необхідно розробити математичну модель руху частинок у фотосепараторі.

Для забезпечення високої якості фотосепарування доцільно попередньо не тільки очищати зерновий ворох, а й фракціонувати його. Відомо досить багато випадків ефективного використання фотосепарування у сільському господарстві. Фотосепаратор дозволяє досягти високих результатів в очищенні насіння пшениці, рису, ячменю, соняшнику та інших сільськогосподарських культур, а також гречаної крупи.

Деякі фотосепаратори досить вузько спеціалізовані. Наприклад, фотосепаратори Daewon серії NANTA 9000T призначені в основному для очищення різних сортів чорного чи зеленого чаю. Однак більшість фотосепараторів універсальні і можуть обробляти різні сипучі матеріали.

1.3 Технологічні лінії насінняочисного агрегату

Насінневі господарства, як правило, мають невеликі обсяги виробництва та малу розмаїтість оброблюваних культур. Тому технологічна лінія зерно- та насінняочисного агрегату відображена на рис. 1.6.

Насінняочисний агрегат включає: приймальний пристрій 1 з норією 2, двоаспіраційну повітряно-решітну фракційну зерноочисну машину 3, бункери

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

для збору невикористовуваних відходів 4 та фуражної фракції 5, напрямний клапан 6, бункер для збору товарного зерна після первинного очищення 7, тихохідну норію 8, фотосепаратор 9, а також бункери для збору очищеного насіння 10 та товарної фракції після фотосепаратора 12.

Працює насінняочисний агрегат наступним чином. Бункерний ворох з транспортного засобу вивантажується в приймальний пристрій 1 і далі подається норією 2 по самопливному пристрою у двоаспіраційну повітряно-решітну фракційну зерноочисну машину 3.

За допомогою повітряно-решітної машини 3 в режимі фракціонування проводять первинне очищення оброблюваного матеріалу. При цьому легковагі і дрібні домішки направляються в бункер для збору відходів 4, що не використовуються, а фуражна фракція з машини 3 направляється в бункер для збору фуражу 5. На виході чистого продукту в зерноочисній машині 3 встановлений направляючий клапан 6.

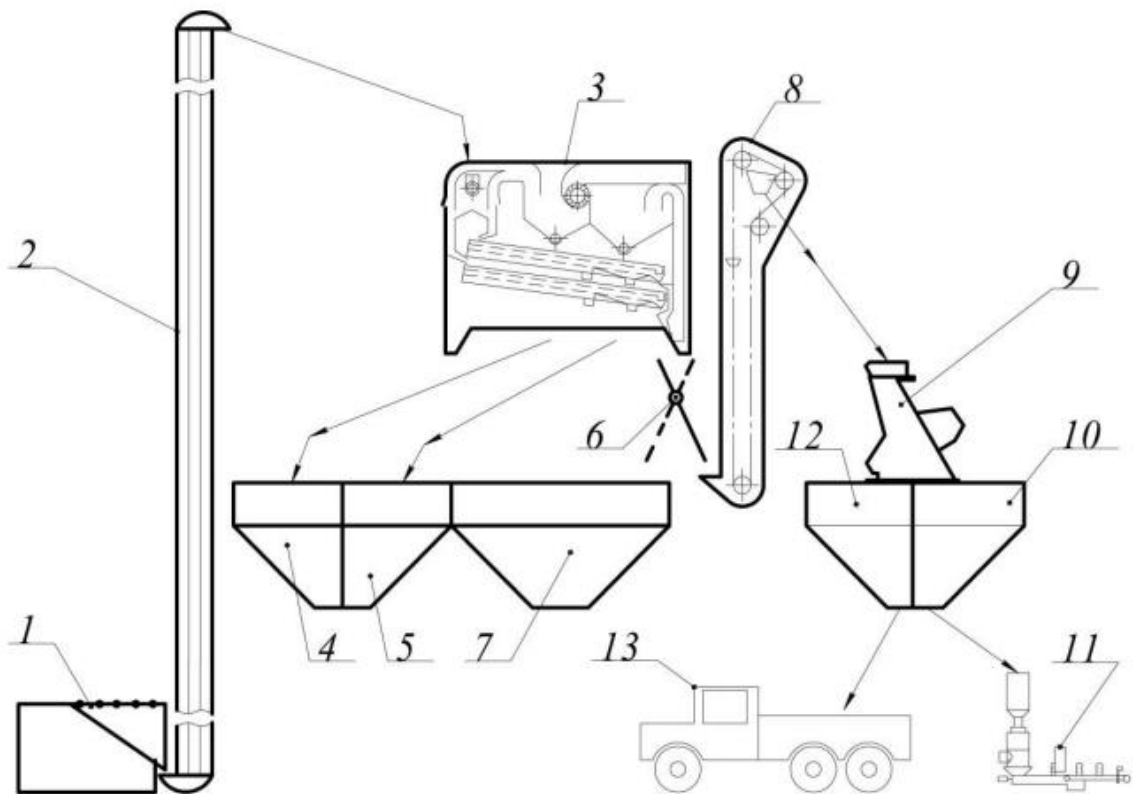


Рисунок 1.6 – Технологічна лінія насінняочисного агрегату

На рис. 1.6 зображено: 1 – приймальний пристрій (завальна яма); 2 – норія; 3 – двоаспіраційна повітряно-решітна фракційна зерноочисна машина; 4 – бункер для збору невикористовуваних відходів; 5 – бункер для збирання фуражної фракції; 6 – напрямний клапан; 7 – бункер для збирання 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.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

При підготовці товарного зерна, коли зерно після первинного очищення не потребує подальшої обробки, клапан 6 встановлюють у положення, при якому очищений продукт з машини 3 направляється в зерновий бункер 7. При підготовці насіння клапан 6 встановлюють таким чином, що зерно, що пройшло первинну очистку, направляється в тихохідну норію 8, яка подає його для остаточної обробки на фотосепаратор 9. Очищене фотосепаратором 9 насіння прямує у насіннєвий бункер 10 і далі на пункт його затарювання 11.

Відходова фракція з фотосепаратора 9 направляється в секцію бункера для збору товарної фракції 12. У міру заповнення бункера 12 товарне зерно відвантажується в транспортний засіб 13 для переміщення його до місця зберігання або реалізації.

Дана технологічна лінія насінняочисного агрегату дозволяє поточно обробляти бункерний ворох сільськогосподарських культур на невеликих фермерських господарствах. При цьому технологічна лінія включає мінімально-необхідну кількість зерноочисних машин для підготовки насіння. Тип машин та транспортуючого обладнання підібраний таким чином, щоб максимально скоротити кількість та інтенсивність механічних впливів на насіння, з метою збереження їх посівних якостей.

При більших обсягах виробництва краще використовувати схему насіння очисного агрегату, яка зображена на рис. 1.7.

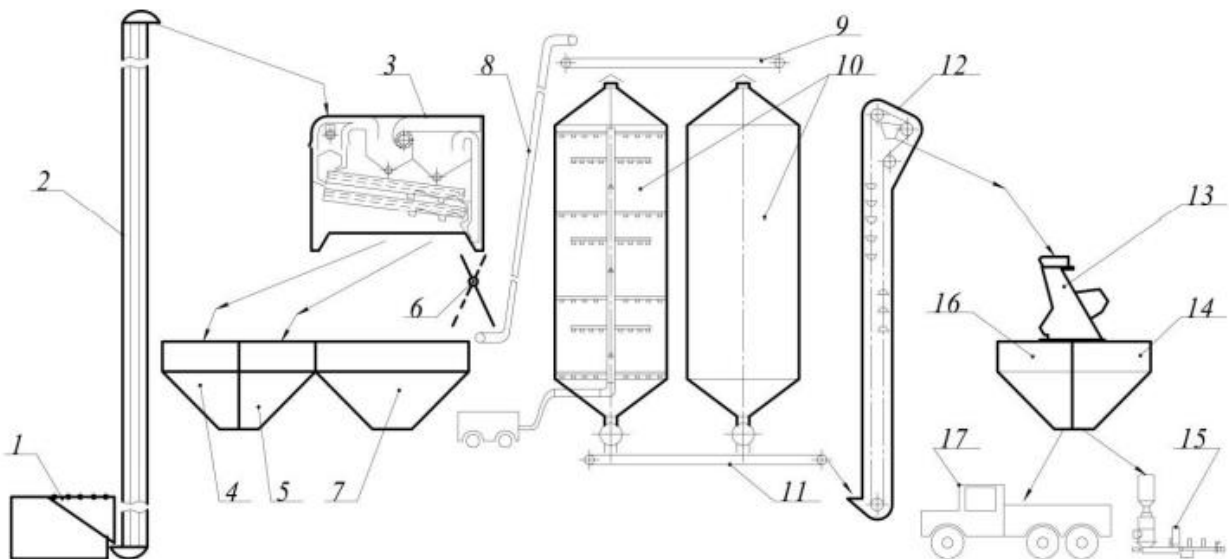


Рисунок 1.7 – Схема насінняочисного агрегату для великих господарств

На рис. 1.7 показано: 1 – приймальний пристрій (завальна яма); 2 – норія; 3 – двоаспіраційна повітряно-решітна фракційна зерноочисна машина; 4 – бункер для збору невикористовуваних відходів; 5 – бункер для збирання фуражної фракції; 6 – напрямний клапан; 7 – бункер для збирання 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 збору товарної фракції, отриманої при фотосепаруванні; 17 – транспортний засіб.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Схема насінняочисного агрегату, зображена на рис. 1.7, відрізняється від вищеописаної схеми (рис. 1.6) наявністю відділення тимчасового зберігання, представленого силосами з конусним дном 10. Також представлена схема, зображена на рис. 1.7 додатково включає стрічкові транспортери 8, 9 і 11 для завантаження силосів 10 та напрямку матеріалу з силосів 10 у тихохідну норію 12.

Під час збирання великих обсягів урожаю в стислі агротехнічні терміни необхідно встановлювати високопродуктивну повітряно-решітну машину 3. При цьому продуктивність фотосепаратора 13 може бути значно нижче, ніж машини 3. У такому випадку, відділення тимчасового зберігання компенсує різницю продуктивностей повітряно-решітної машини 3 і фотосепаратора 13. У той же час у силосах можливо проводити сушку або активне вентилявання насінневого матеріалу холодним, підігрітим повітрям або озоноповітряною сумішшю, що дозволить зберегти природні посівні якості насіння та підвищити врожайність культури.

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

Технологічна лінія насінняочисного агрегату універсальна і підходить для підготовки зерна та насіння різних сільськогосподарських культур на підприємствах з великими обсягами виробництва. Однак при підготовці насіння в насінневих або малих фермерських господарствах, ймовірно, вигідніше буде обробляти бункерний ворох по схемі, представленій на рис. 1.7. При цьому використовується мінімально необхідна кількість машин та допоміжного обладнання, а їх тип підібраний таким чином, щоб мінімізувати травмування насіння.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ФОТОСЕПАРАТОРА

2.1 Принцип дозування насіння та їх рух у фотосепараторі

Насіннєвий матеріал, що подається на фотосепаратор, завантажується в бункер з розділяючими схилами, які служать для більш рівномірного його заповнення. Бункер має два датчики: верхнього та нижнього рівня, за допомогою яких підтримується необхідний рівень оброблюваного матеріалу в бункері. При зменшенні 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, який не повинен перевищувати 12 кг.

Принцип фотосепарування зображено рис. 2.1.

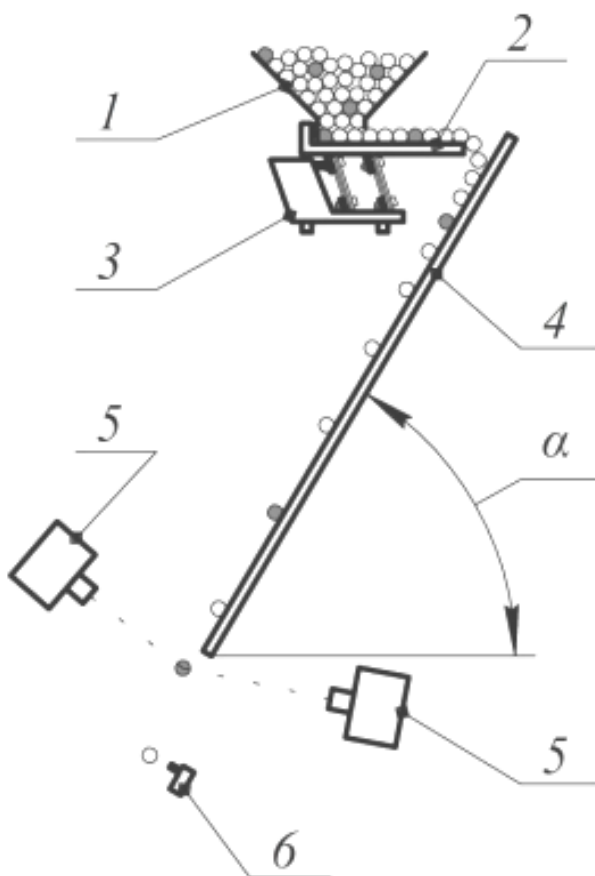


Рисунок 2.1 – Принцип фотосепарування

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.					Удосконалення процесу сортування сипких зернових продуктів за допомогою фотосепаратора	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Цвіркун						20	51
Н. Контр.	Омельченко					ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО		
Затверд.	Цвіркун							

На рис. 2.1 зображено: 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 направлений у віброживильник. Потім, як тільки включається електромагнітний привід 3, горизонтальний лоток віброживильника 2, закріплений на опорах з декількох 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. Таким чином здійснюється подача 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 з лотка живильника 2 на скатний лоток 4 в одиницю часу. Так встановлюють необхідну продуктивність фотосепаратора.

Щоб припинити подачу матеріалу вібратор 3 вимикають і частинки перестають рухатися. Таким чином віброживитель регулює кількість частинок оброблюваного матеріалу, що подаються в одиницю часу на скатний лоток 4. При цьому їхня швидкість руху на початку скатного лотка 4 залишається постійною.

Далі зернівки рухаються по похилому скатному лотку 4, який установлений під кутом α до горизонту, і призначений для розгону та розосередження оброблюваних частинок. У разі нешарової подачі матеріалу на лоток 4, частинки під час руху по скатній поверхні вирівнюються в один шар. Таким чином, оброблюваний матеріал, потрапляючи на скатний лоток 4, розганяється, розосереджується і прямує в зону обстеження. Потік частинок оброблюваного матеріалу, що сходять зі скатного лотка 4, сканується камерами 5 з двох сторін (рис. 2.1). Очевидно, що для забезпечення найвищої якості розпізнавання дефектів та вибракування домішок частки оброблюваного матеріалу повинні сходити зі скатного лотка 4 тільки одношаровим потоком з деяким інтервалом. Для цього необхідною умовою є одношарова подача оброблюваного матеріалу віброживильником на скатний лоток 4. У протилежному випадку одношаровість і тим більше розрідженість сходу зі скатного лотка 4 не можуть бути гарантовані.

У фотосепараторі оброблюваний матеріал за допомогою вібрації віброживильника подають з бункера на скатний лоток, де відбувається розгін і розподіл компонентів відносно один одного, рис. 2.2. Потім компоненти суміші потрапляють до зони обстеження, де скануються фотоелементами. При виявленні домішок відбувається їх видалення повітряним імпульсом.

Продуктивність фотосепаратора (кількість матеріалу, що подається в одиницю часу) регулюють рівнем вібрації віброживильника, змінюючи амплітуду коливань електромагнітного віброприводу при незмінній частоті коливань. Продуктивність фотосепаратора, що встановлюється, залежить від виду оброблюваного матеріалу та його засміченості.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

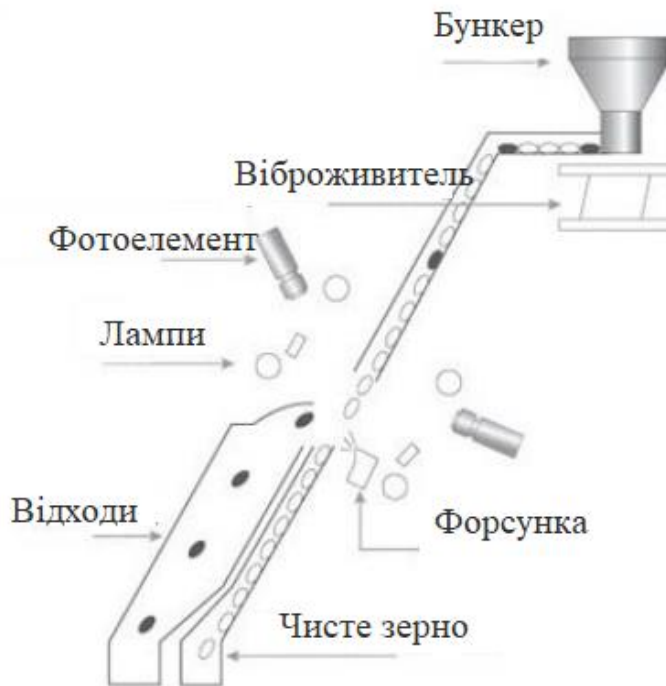


Рисунок 2.2 – Принцип роботи фотосепаратора

Подача гречихи віброживильником на лоток перпендикулярно до скатної поверхні зображено на рис. 2.3. З рисунку видно одношарову подачу оброблюваного матеріалу віброживильником на скатний лоток. Очевидно, що для підвищення продуктивності фотосепаратора та забезпечення високої якості сепарування оброблюваний матеріал слід подавати на скатний лоток суцільним (безперервним) одношаровим потоком. При русі зерна по скатному лотку переважним було їх ковзання, кочення практично було відсутнє. Можливо, це пов'язано з неправильною пірамідальною формою насіння гречихи.

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



а

б

Рисунок 2.3 – Процес сортування гречихи

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ

Арк.

20

а – у верхнього торця скатного лотка; б – збоку

Схема руху сипучих зернових продуктів наведена на рис. 2.4.

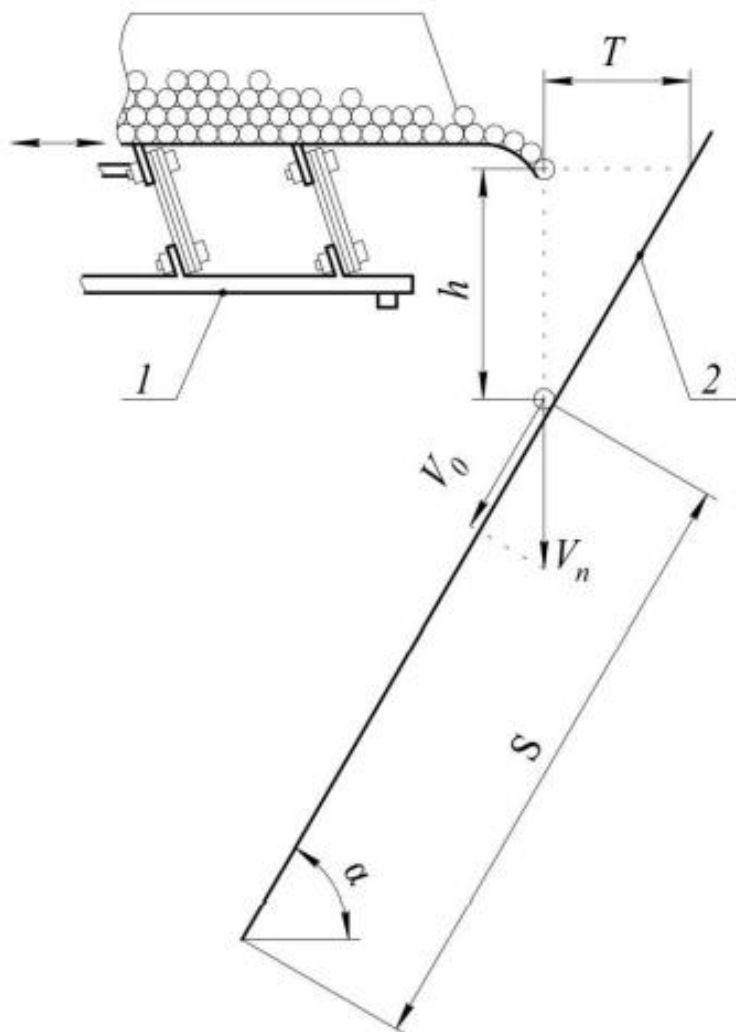


Рисунок 2.4 – Схема руху сипучих зернових продуктів

На рис. 2.2 зображено: 1 – віброживильник; 2 – скатний лоток; α – кут нахилу скатного лотка, $^{\circ}$; T – відстань від віброживильника до скатного лотка у горизонтальній площині, м; h – висота падіння частинок з віброживильника на скатний лоток, м; V_n – Швидкість падіння частинок на скатний лоток з віброживильника, м/с; V_0 – початкова швидкість руху частинок по скатному лотку, м/с; S – шлях частинок по скатному лотку, м.

Схема вільного падіння сипучих зернових продуктів від скатного лотка до місця вилучення домішок, рис. 2.5.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

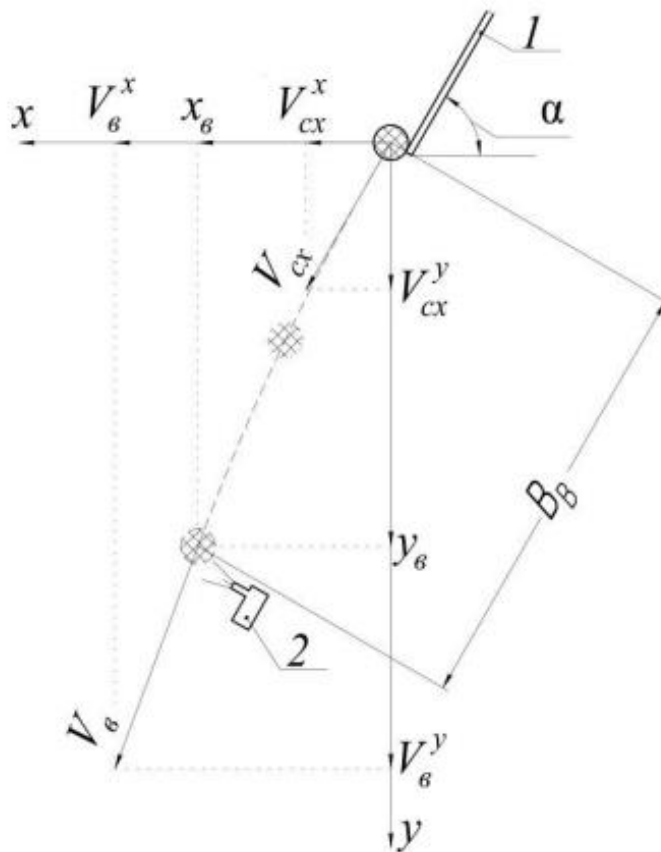


Рисунок 2.5 – Схема вільного падіння сипучих зернових продуктів від скатного лотка до місця вилучення домішок

На рис. 2.5 зображено: 1 – скатний лоток; 2 – пневмоежектор; α – кут нахилу скатного лотка до горизонту, $^{\circ}$; x , y – осі координат; $V_{сх}$ – швидкість сходу частинок зі скатного лотка, м/с; $V_{сх}^x$ – швидкість сходу частинок зі скатного лотка, спроектована на вісь x , м/с; $V_{сх}^y$ – швидкість сходу частинок зі скатного лотка, спроектована на вісь y , м/с; $x_в$ – координата частинок по осі x у місці вибракування домішок, м; $y_в$ – координату частинок по осі y у місці вибракування домішок, м; $V_в$ – швидкість руху частинок у місці вибракування домішок, м/с; $V_в^x$ – швидкість руху частинок у місці вибракування домішок, спроектована на вісь x , м/с; $V_в^y$ – швидкість руху частинок у місці вибракування домішок, спроектована на вісь y , м/с; $B_в$ – відстань від скатного лотка до місця вибракування домішок у площині скатного лотка, м.

Частки, що обробляються, сходять зі скатного лотка, потрапляють у зону сканування, потім пролітають місце вибракування домішок. При вибракуванні повітряний імпульс деякий час впливає на дефектну частинку, змінюючи траєкторію її руху. Для того щоб наступна за дефектною частинка не потрапила у повітряний факел при вибракуванні, необхідно щоб у момент влучення попередньої (дефектної) частинки в полі дії повітряного факела між частинками, що йдуть одна за одною, був достатній інтервал. В іншому випадку може спостерігатися збільшення втрат придатного продукту при вибракуванні домішок, тобто зниження якості фотосепарування.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після скатного лотка частинки рухаються у вільному падінні до місця вилучення домішок, як показано на рис. 2.3. Оскільки відстань від скатного лотка до місця вибракування домішок невелика (близько 20...50 мм), то для спрощення опису вільного падіння частинок і розрахунків опору повітря слід знехтувати.

На рис. 2.3 початок координат розташовано в центрі частки у момент її сходу зі скатного лотка, причому вісь y у спрямована вниз, а вісь x – вліво. Рух частинок можна описати такими виразами:

$$S_x = x_0 + V_{cx} \cdot \cos \alpha \cdot t_{cn},$$

$$V_x = V_{cx}^x = V_{cx} \cdot \cos \alpha,$$

$$a_x = 0$$

та

$$S_y = y_0 + V_{cy} \cdot \sin \alpha \cdot t_{cn} + \frac{g \cdot t_{cn}^2}{2},$$

$$V_y = V_{cy}^y + g \cdot t_{cn},$$

$$V_{cy}^y = V_{cx} \cdot \sin \alpha,$$

$$a_y = g$$

де S_x – координата (шлях) частинок по осі x під час їх вільного падіння, м;

x_0 – координата частинок по осі x в момент їх сходу зі скатного лотка (при розташування координатних осей $x_0 = 0$), м;

t_{cn} – час вільного падіння частинок від скатного лотка до місця вибракування домішок, сек;

V_{cx}^x – швидкість сходу частинок зі скатного лотка, спроектована на вісь x , м/с;

a_x – прискорення руху частинок під час їх вільного падіння від скатного лотка, спроектоване на вісь x , м/с²;

S_y – координата (шлях) частинок по осі y під час їх вільного падіння, м;

y_0 – координата частинок по осі y в момент їх сходу зі скатного лотка (при розташування координатних осей, $y_0 = 0$), м;

V_{cy}^y – швидкість сходу частинок зі скатного лотка, спроектована на вісь y , м/с;

a_y – прискорення руху частинок під час їх вільного падіння від скатного лотка, спроектоване на вісь y , м/с².

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Швидкість сходу частинок зі скатного лотка розкладається на дві складові: спроектовану на вісь x (V_{cx}^x) і спроектовану на вісь y (V_{cx}^y). При вільному падінні прискорення частинок по осі x дорівнює нулю а по осі y воно відповідає прискоренню вільного падіння. Величина відстані B_B відома та залежить від конструкції фотосепаратора. Тому значення часу вільного падіння частинок від скатного лотка до місця вибракування домішок (t_{cn}) можна визначити наступним рівнянням:

$$t_{cn} = \frac{B_B \cdot \cos \alpha}{V_{cx} \cdot \cos \alpha} = \frac{B_B}{V_{cx}}$$

Тому значення часу вільного падіння частинок від скатного лотка до місця вибракування домішок (t_{cn}) можна визначити наступним рівнянням:

$$V_B = \sqrt{(V_{cx} \cdot \cos \alpha)^2 + (V_{cx} \cdot \sin \alpha + \frac{g \cdot B_B}{V_{cx}})^2}$$

де V_B – швидкість руху частинок у місці вибракування домішок, м/с.

Таким чином, розроблена математична модель описує рух частинок оброблюваного матеріалу з моменту їх попадання на скатний лоток до місця вибракування домішок повітряним імпульсом, рис. 2.6.

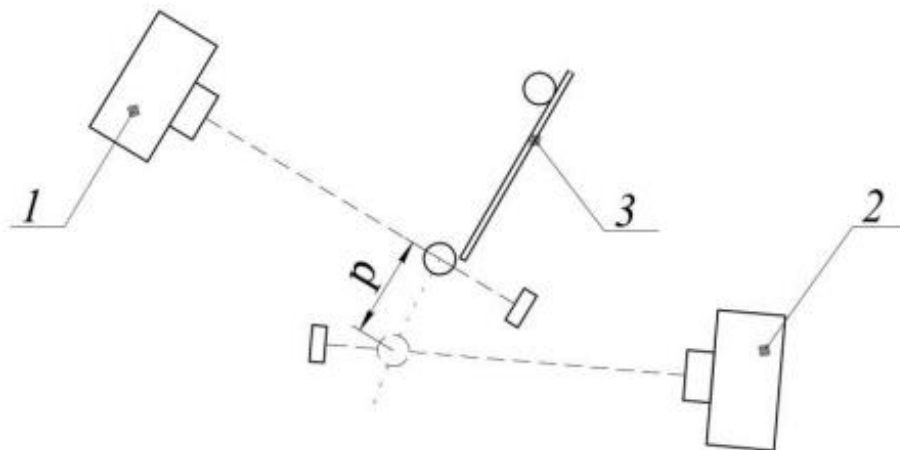


Рисунок 2.6 – Схема визначення швидкості сходу гречихи зі скатного лотка

На рис. 2.6 зображено: 1 та 2 – камери; 3 – скатний лоток; p – відстань між фокусами камер, м.

Таке зміщення фокусів камер дозволило визначити час польоту зернівок з моменту їх фіксації камерою 1 до моменту фіксації зернівок камерою 2. Знаючи відстань ($p=0,02$ м) між фокусами камер 1 і 2, обчислювали швидкість сходу зернівок зі скатного лотка V_{cx}

$$A_2 = g \cdot \sin \alpha - g \cdot f_2 \cdot \cos \alpha$$

$$t_i^{mp} = \frac{\sqrt{V_{0_i}^2 + 2 \cdot A_2 \cdot S_i} - V_{0_i}}{A_2}$$

де t_i^{mp} – час руху зернівок по скатному лотку, с;
 S_i – шлях зернівок по скатному лотку в i -му досвіді, м.

Потім розраховували теоретичне значення швидкості сходу повноцінних зернівок гречихи зі скатного лотка за наступним рівнянням:

$$V_{cx_i}^m = V_{0_i} + A_2 \cdot t_i^{mp}$$

де V_{cx}^m – теоретичне значення швидкості сходу зернівок зі скатного лотка, м/с.

2.2 Вплив конструктивних параметрів скатних лотків на якість фотосепарування гречихи

Стан скатної поверхні впливає на якість очищення. З рухом оброблюваних частинок по похилій площині, тобто від довжини скатного лотка, залежить інтервал між частинками наприкінці скатного лотка. Отже, не тільки стан скатної поверхні, але і її довжина може впливати на якість фотосепарування.

При обробці на фотосепараторі інтервал між попередньою і подальшою оброблюваними частинками, що рухаються одна за одною, в момент подання попередньої частинки в поле дії повітряного факела пневмоелектора має прямий вплив на якість очищення. Цей інтервал впливає на втрати цінного насіння при вибракуванні домішок, оскільки у разі недостатнього інтервалу при вибракуванні попередньої (дефектної) частинки в повітряний факел може потрапити і наступна (придатна) частинка. Тому, щоб знизити втрати при вибракуванні домішок на фотосепараторі, необхідно визначити раціональну довжину скатної поверхні, яка забезпечить вибракування лише дефектної частинки, при незмінних: куту нахилу скатного лотка α , початкової швидкості оброблюваних часток на скатному лотку, коефіцієнту тертя частинок по скатній поверхні та відстані від скатного лотка до місця вибракування домішок. Тобто, раціональною довжиною скатної поверхні буде та при якій інтервал між попередньою та наступною частинками буде достатнім, щоб при вибракуванні попередньої частки (домішки) у повітряний факел не потрапила наступна (придатна) частинка.

При вибракуванні домішок пневмоклапан відкривається на певний час. Тобто є тривалість повітряного імпульсу, що визначається технічними характеристиками обладнання або настройками фотосепаратора. Важливо, щоб під час вибракування попередньої (дефектної) частинки наступна (придатна) зернівка не потрапила у повітряний факел. Тому для мінімізації втрат придатного продукту при фотосепаруванні необхідно визначити раціональне значення інтервалу, яке гарантувало б попадання наступної частинки в зону дії

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

повітряного факела після попереднього не раніше ніж через час, протягом якого відбувається вибраковування повітряним імпульсом.

Щоб гарантувати вплив повітряного факела лише на одну частину протягом часу, визначимо мінімальний інтервал, який забезпечить вплив повітряного імпульсу лише на одну частинку, наступним виразом:

$$S_{\text{int}_B}^{\text{min}} = \frac{V_B + V_{(t_B - t_0)}}{2} \cdot t_{\text{ви}}$$

де $S_{\text{int}_B}^{\text{min}}$ – мінімальний інтервал між частинками в момент попадання попередньої частинки в поле дії повітряного факела, який забезпечує вплив повітряного імпульсу тільки на одну частинку, м;

$V(t_B - t_0)$ – швидкість наступної частинки в момент попадання попередньої частинки у місце вибракування домішок, м/с;

t_B – час руху частинок, що обробляються, до місця вибракування, с;

$t_{\text{ви}}$ – тривалість повітряного імпульсу при вибракуванні домішок, с.

Гречиха – культура нерівномірного дозрівання. У зв'язку з цим у зерновому ворохі гречки, навіть після первинного очищення, присутні насіння різного ступеня зрілості. Стигли насіння, недозрілі та обвалені зернівки гречихи мають різний коефіцієнт тертя по скатній поверхні. Таким чином, коефіцієнти тертя оброблюваних частинок по похилій площині (особливо при обробці гречихи) можуть відрізнятися, що у свою чергу може призвести до погіршення якості очищення.

У тому випадку, якщо при русі по похилій площині попередня частинка буде мати менший коефіцієнт тертя по скатній поверхні, ніж наступна за нею частинка або їх коефіцієнти тертя по скатній поверхні будуть рівні, погіршення якості не повинно спостерігатися, так як інтервал між частинками з часом лише збільшуватиметься. Однак, у випадку, коли попередня частинка буде мати більший коефіцієнт тертя по скатній поверхні, ніж наступна за нею частинка, можливе зниження якості очищення за рахунок того, що інтервал між частинками може зменшуватися з часом, наступна частинка буде «наздоганяти» попередню та при вибракуванні попередньої (дефектної) частинки у повітряний факел може потрапити наступна (придатна) частинка.

Зі збільшенням розміру оброблюваних частинок збільшується і інтервал між ними. Причому чим нижче коефіцієнти тертя частинок по скатній поверхні, тим більший інтервал між ними буде в місці вибракування домішок за однакових інших умов, рис. 2.7.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

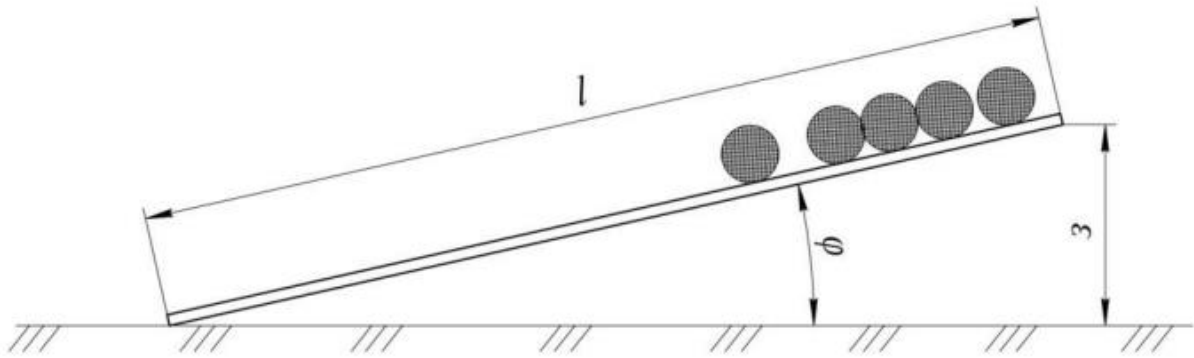


Рисунок 2.7 – Схема визначення кута тертя частинок по скатному лотку
 l – довжина лотка, м; z – висота підйому краю лотка, м; α – кут тертя, $^{\circ}$.

Висоту підняття краю лотка, при якій зернівки починали ковзати, фіксували і підставляли в рівняння для обчислення кута їх тертя по скатній поверхні φ :

$$\varphi = \arcsin \frac{z}{l}$$

де z – висота підйому краю лотка, м;
 l – довжина лотка, м.

Знаючи кут тертя обвалених та повноцінних зернівок гречихи по скатній поверхні, були визначені їх коефіцієнти тертя по скатному лотку, користуючись наступним рівнянням:

$$f = \tan \varphi = \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi}$$

Реальний матеріал, що обробляється на фотосепараторі, містить частинки різного розміру. З цього можна дійти висновку, що з мінімізуванням втрат придатного продукту при вибракуванні домішок насіннєвий матеріал необхідно фракціонувати перед обробкою його на фотосепараторі.

Також слід врахувати, що при встановленні суцільної подачі оброблюваного матеріалу з віброживильника на скатний лоток (як було обумовлено) вкрай складно контролювати одношаровість. У зв'язку з цим можливі порушення одношаровості подачі. Тому довжину скатної поверхні краще вибирати максимальну, щоб була можливість вирівнювання матеріалу на скатній поверхні в один шар і частки розосереджувалися, тобто схід з лотка був розрідженим, а не суцільним.

Важливим робочим органом фотосепаратора є скатний лоток, який призначений для розгону, розосередження компонентів матеріалу, що обробляється відносно один одного і при необхідності вирівнювання їх в один шаровий потік. Скатні лотки можуть бути гладкими або рифленими. По гладкому лотку зерновий ворох може рухатися одношаровим потоком,

використовуючи всю ширину лотка. По рифленому лотку, оброблюваний матеріал рухається по лобкам, розділеним рифами, тобто ширина лотка не повністю використовується. Тоді, очевидно, що при однаково розрідженому потоці на виході зі скатного лотка і однакової ширині лотків вищу продуктивність фотосепаратора забезпечує гладкий скатний лоток.

Характер руху оброблюваних частинок по скатному лотку впливає 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 розподіл оброблюваних частинок і може викликати їх кочення по скатній поверхні. Це може знизити якість фотосепарування.

Для визначення впливу типу скатного лотка на якість фотосепарування необхідно розглянути чотири різновиди скатних лотків. Деякі технічні характеристики досліджуваних лотків наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Параметри лотків

Найменування параметру	Ф5.1.04.722 (гладкий)	Ф5.1.04.721 (дрібно-рифлений)	Ф5.1.04.24 (широко-рифлений)	Ф5.1.04.723 (глибоко-рифлений)
Ширина лотка, мм	360	360	360	360
Довжина лотка, мм	1100	1100	1100	1100
Висота рифів, мм	-	2,5	2,7	12,8
Крок жолобів, мм	-	5	15	10

Як видно з табл. 2.1 довжина і ширина лотків були однакові. Ширина і глибина рифлених лотків розрізнялася. Слід зазначити, що скатні поверхні рифлених лотків, як і самі лотки, виконані з алюмінієвого сплаву з анодованим покриттям, а скатна поверхня гладкого лотка – скляна, тому вони мають різні коефіцієнти тертя з оброблюваним матеріалом. Коефіцієнт тертя зернового вороху гречихи по скляній скатній поверхні нижче, ніж по рифленим скатним лоткам.

При очищенні гречихи на фотосепараторі з вихідного матеріалу отримали очищене насіння та товарну фракцію. Кількісні результати фотосепарування зразків гречихи при встановленні на фотосепаратор кожного з лотків наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Відсоткове співвідношення фракцій при використанні різних лотків, %

Найменування параметру	гладкий (лоток 1)	дрібно-рифлений (лоток 2)	широко-рифлений (лоток 3)	глибоко-рифлений (лоток 4)
Вихідний матеріал	100,00	100,00	100,00	100,00
Очищені зерна	94,32	92,50	91,38	87,34
Товарна фракція	5,68	7,50	8,62	12,66

При очищенні гречихи на фотосепараторі з використанням гладкого лотка виділили найбільшу кількість очищеного насіння – 94,32%, тоді як при використанні лотків з дрібно-рифленою робочою поверхнею було виділено 92,50% очищеного насіння від маси вихідного продукту, з широко-рифленою скатною поверхнею – 91,38% та глибоко-рифленою – 87,34%. Це може бути пов'язано як з більш ефективним використанням робочої поверхні гладкого лотка, так і з нижчим коефіцієнтом тертя оброблюваного матеріалу по скляній скатній поверхні, ніж по рифленим лоткам.

Використання гладкого скатного лотка також дозволило отримати товарну фракцію з вмістом цілих зерен гречихи 82,97%, у той час як при використанні дрібно-рифленого лотка в товарній фракції містилося 85,45% цілих зерен гречихи; при використанні широко-рифленого лотка вміст цілих зерен у товарній фракції становило 87,85%, а при використанні глибоко-рифленого скатного лотка – 92,71%. Тобто найменші втрати цілих зернівок гречихи були отримані при використанні гладкого лотка зі скляною скатною поверхнею.

Отже, застосування гладкого скатного лотка фотосепаратора дозволяє збільшити чистоту отриманого насіння на 0,13 ... 0,15% і вихід насіннєвої фракції на 1,82 ... 6,98% в порівнянні з рифленими скатними лотками. При цьому спостерігається скорочення втрат насіння гречихи на 2,48 ... 9,74%.

2.3 Схема побудови оптико-електронної системи для сепарації сипких зернових продуктів (ОЕС)

Схема оптико-електронної системи колірної сепарації зображена на рис. 2.8.

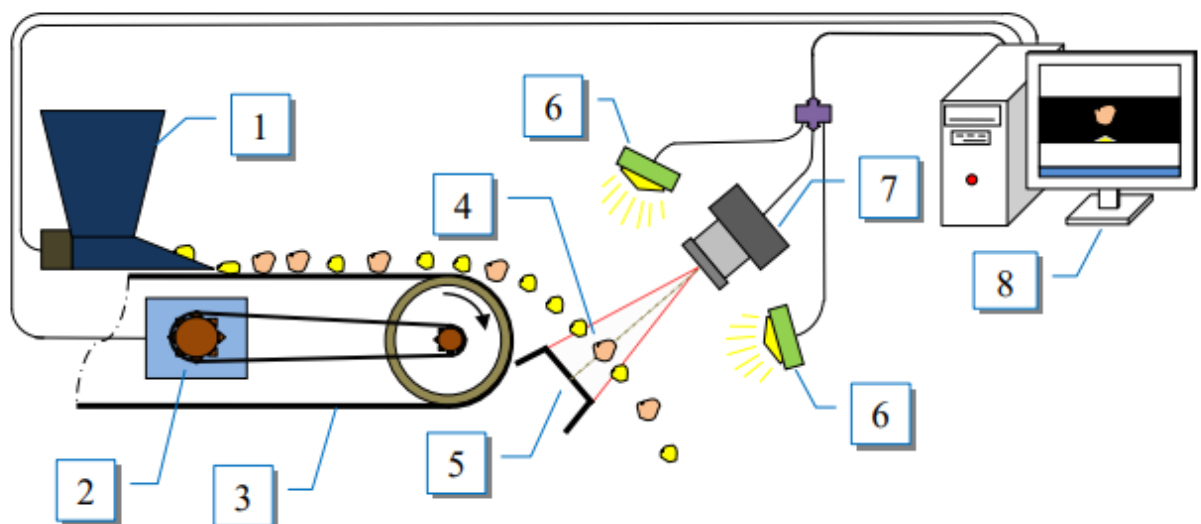


Рисунок 2.8 – Схема побудови ОЕС

На рис. 2.8 зображено: 1 – віброживильник; 2 – двигун; 3 – транспортна стрічка; 4 – об'єкт у зоні аналізу; 5 – фон; 6 – джерела освітлення; 7 – кольорова високошвидкісна камера, 8 – комп'ютер.

У запропоновану схему не включена система пневмовідсікання, у зв'язку з відсутністю необхідності її використання для досягнення поставлених у реальній роботі завдань.

Особливість розроблюваної системи полягає в тому, що вона дозволить аналізувати зразки різних кольорів, розмірів, з різними швидкостями руху.

Для отримання якісного насіння доцільно проводити фракціонування насіннєвого матеріалу. Для вирішення даних завдань бажано використовувати повітряно-решітну фракційну зерноочисну машину, наприклад, сімейства ОЗФ.

Після очищення бункерного вороху на повітряно-решітній машині повинні залишитися тільки важковіддільні домішки (наприклад, мінеральні домішки (комочки землі, каміння) та насіння інших культур), які виділяють фотосепаратором. При цьому для найбільш ефективного очищення з мінімальними втратами цінного насіння необхідно вибрати раціональні конструктивні та режимні параметри роботи зерноочисних машин.

На якість фотосепарування зернового вороху впливатимуть склад оброблюваного матеріалу (кількість і вид домішок), продуктивність фотосепаратора і тип використовуваних скатних лотків, рис. 2.9.

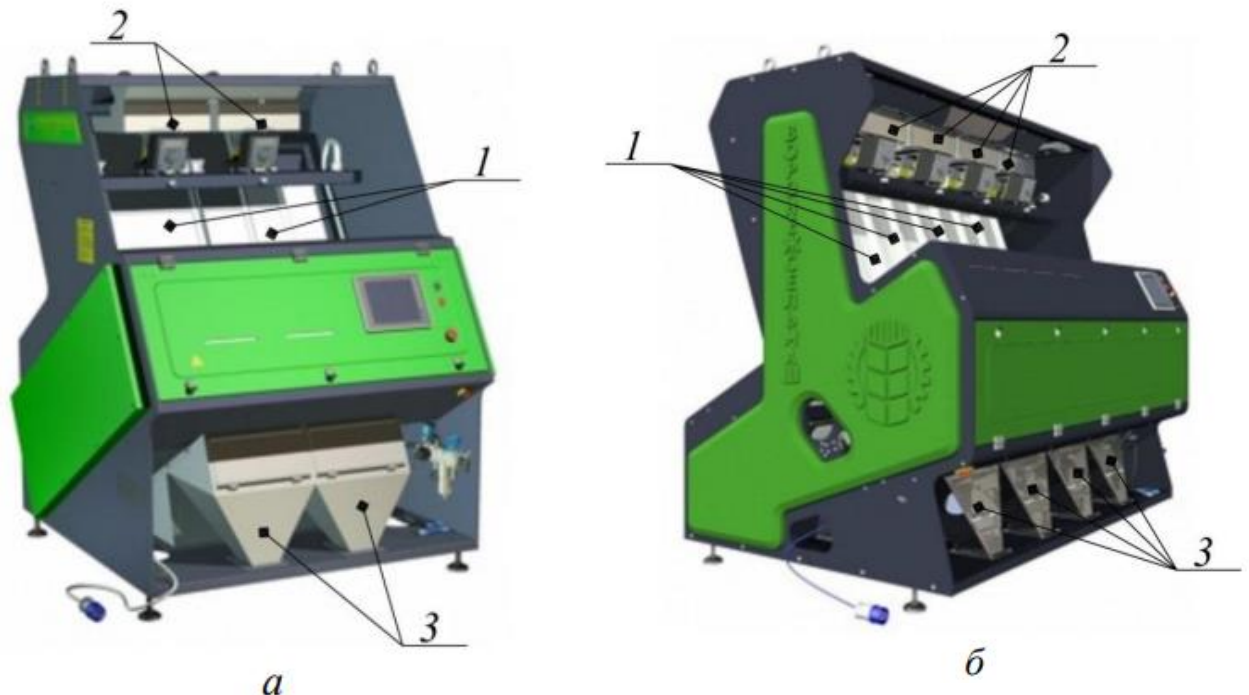


Рисунок 2.9 – Загальний вигляд використовуваних фотосепараторів
а – фотосепаратор Ф10.1; б – фотосепаратор СВ-4

На рис. 2.9 зображено: 1 – скатні лотки; 2 – віброживильники; 3 – приймачі придатного продукту.

Так, наприклад, фотосепаратор Ф10.1 обладнаний скатними лотками завдовжки 1,1 м, встановленими під кутом 60° до горизонту. На фотосепараторі СВ-4 встановлені скатні лотки завдовжки 1,3 м, встановлені під кутом 70° до горизонту. Скатні лотки фотосепараторів для спрощення виготовлення, транспортування та монтажу виконані у вигляді двох півлотків із робочою

шириною 180 мм кожен. На кожен скатний лоток, що складається з двох півлотків, оброблюваний матеріал подається одним віброживильником. Також встановлюється необхідна комплектація машини – освітлювачі, камери, світлові фільтри і т.п., що краще підійде для виділення тієї чи іншої домішки.

Фотосепаратор Ф10.1 працював у монохромному режимі, тобто був обладнаний однією камерою з кожного боку скатного лотка, як показано на схемі рис. 2.10. При цьому виділяли переважно більш світлі домішки, ніж повноцінне насіння гречихи.

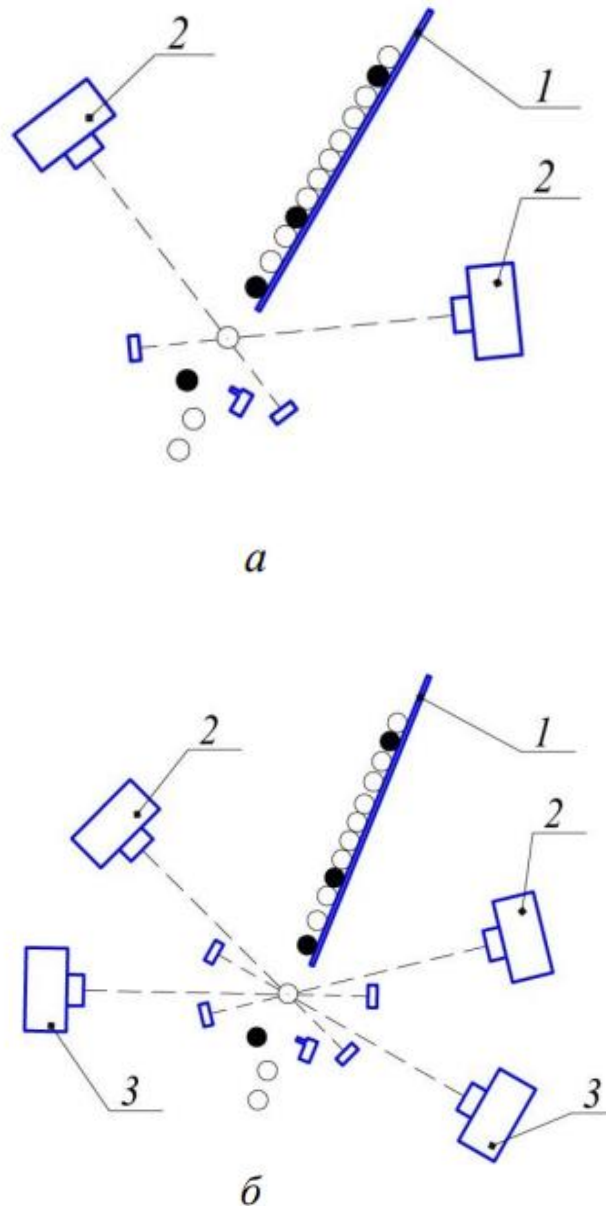


Рисунок 2.10 – Схеми оптичного розпізнавання дефектів
 а – схема, яка використовується на фотосепараторі Ф10.1; б – схема, яка використовується на фотосепараторі СВ-4

На рис. 2.10 зображено: 1 – скатний лоток; 2 – камери, що працюють у видимому діапазоні довжин світлових хвиль; 3 – камери, що працюють у ближньому інфрачервоному діапазоні довжин світлових хвиль.

Для виділення домішок світлого та темного кольорів одночасно (наприклад, обрушена гречка та насіння соняшнику) фотосепаратор СВ-4 був оснащений чотирма камерами на кожен лоток (по дві з кожного боку лотка), як показано на схемі рис. 2.10. При цьому камери налаштовували попарно на роботу у різних діапазонах світлових хвиль. Дві з них працювали в ближньому інфрачервоному діапазоні світлових хвиль (довжина хвилі 850 ± 30 нм), інші дві – червоному кольорі (довжина хвилі 650 ± 30 нм).

Найбільш поширеною формою зони аналізу в оптичних сепараторах є прямокутник. Очевидно, що для рівномірного освітлення необхідно кілька протяжних джерел, наприклад світлодіодні пластини. Відповідно, довжина кожного має бути рівною або більше довжини зони аналізу, а індикатриса випромінювання має відповідати цій галузі.

У сучасних оптичних сепараторах використовують, як правило, два джерела освітлення, розташованих симетрично щодо блоку реєстрації та під однаковим кутом до зони аналізу, що є виправданим з точки зору створення рівномірного поля освітлення та мінімізації кількості тінювих ділянок на зображенні від сипких зразків. В такому випадку аналіз об'єктів проводиться за схемою, представленою на рис. 2.11.

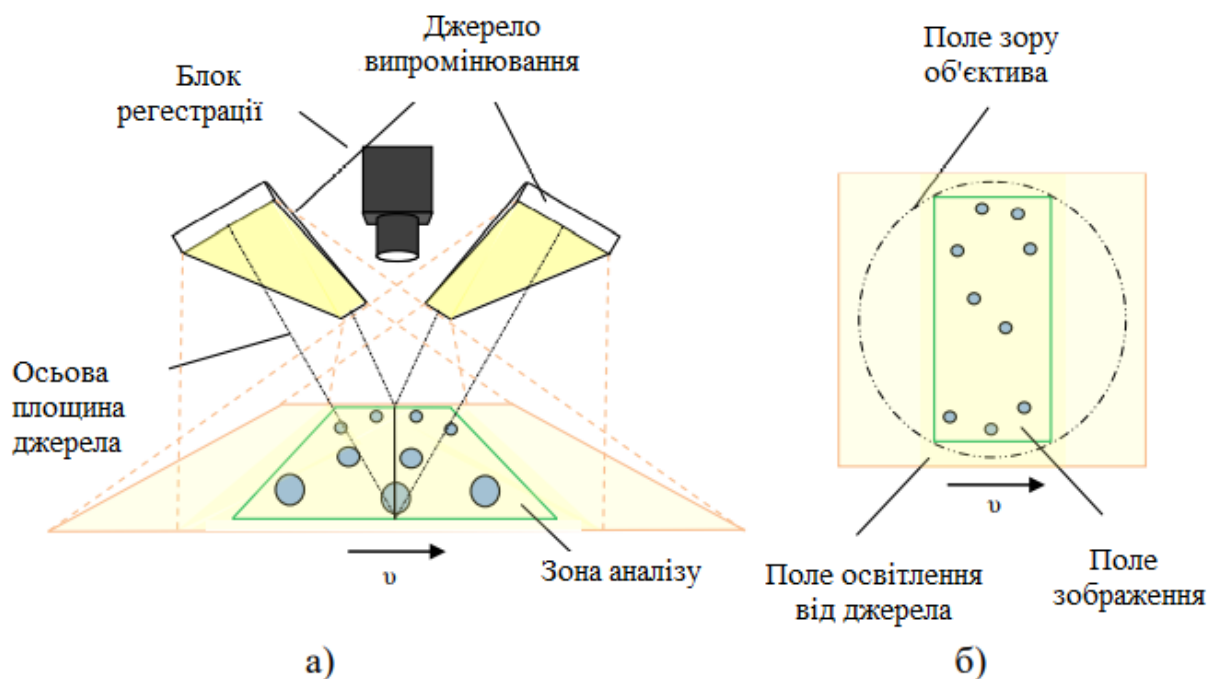


Рисунок 2.11 – Схема взаємного розташування блоку реєстрації, зони аналізу з об'єктами та джерелами освітлення
а) вид збоку (у перспективі); б) вид зверху

Таким чином, освітленість буде рівномірною не тільки для сировини, що розташована у центрі зони аналізу, але і для найбільш віддаленої від неї.

Як зазначалося раніше, важливим параметром є швидкодія – кількість кадрів в секунду, які матриця здатна знімати та передавати в систему аналізу. При недостатній швидкодії частина об'єктів буде пролітати зону аналізу в момент передачі інформації до системи аналізу, а не в момент накопичення сигналу матрицею. Тобто вони будуть пропущені системою або зняті лише на половину, рис. 2.12.

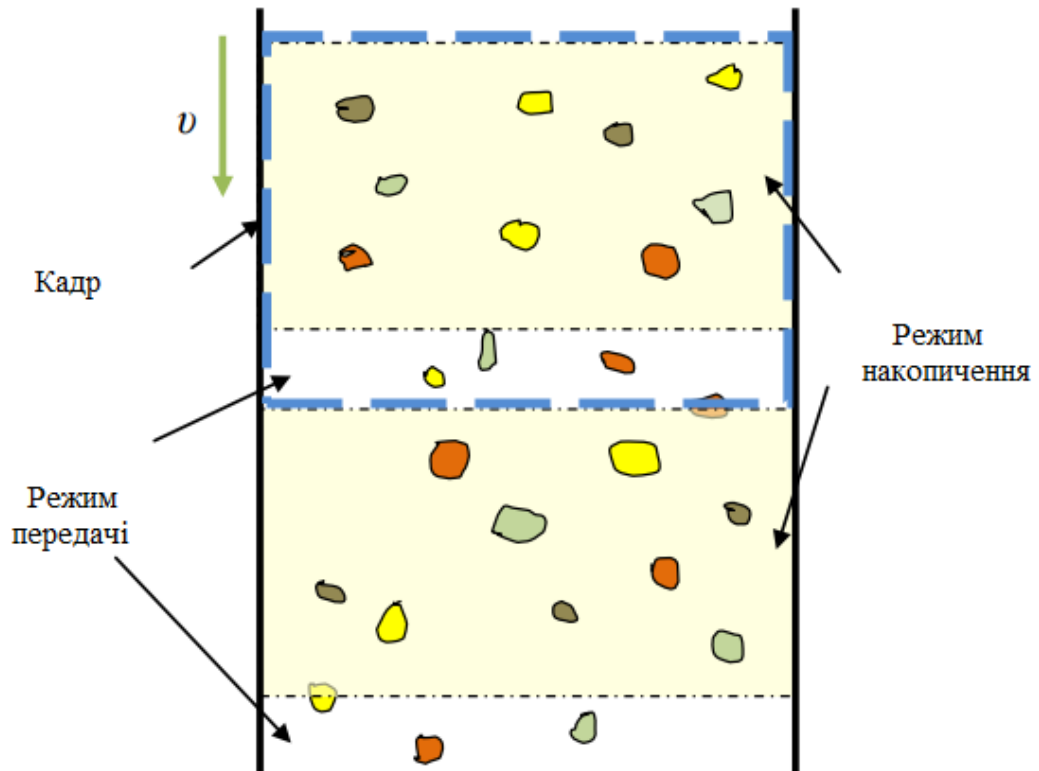


Рисунок 2.12 – Приклад пропуску сировини як наслідок недостатньої швидкодії виконавчого механізму

2.4 Визначення раціональної довжини скатної поверхні лотка фотосепаратора

Реальний матеріал, що обробляється на фотосепараторі, містить частинки різного розміру. З цього можна дійти висновку, що з мінімізуванням втрат придатного продукту при вибракуванні домішок насіннєвий матеріал необхідно фракціонувати перед обробкою його на фотосепараторі.

Також слід врахувати, що при встановленні суцільної подачі оброблюваного матеріалу з віброживильника на скатний лоток (як було обумовлено) вкрай складно контролювати одношаровість. У зв'язку з цим можливі порушення одношаровості подачі. Тому довжину скатної поверхні краще вибирати максимальну, щоб була можливість вирівнювання матеріалу на скатній поверхні в один шар і частки розосереджувалися, тобто схід з лотка був розрідженим, а не суцільним.

Повноцінне насіння гречихи не повинно створювати перешкод при розпізнаванні домішок та не повинно потрапляти в повітряний струмінь при вибракуванні зерна гречихи.

Нижній поріг довжини скатної поверхні відповідає умовам погіршення якості очищення. Фотосепарування гречихи при різній довжині скатної поверхні наведено у вигляді графіків на рис. 2.13.

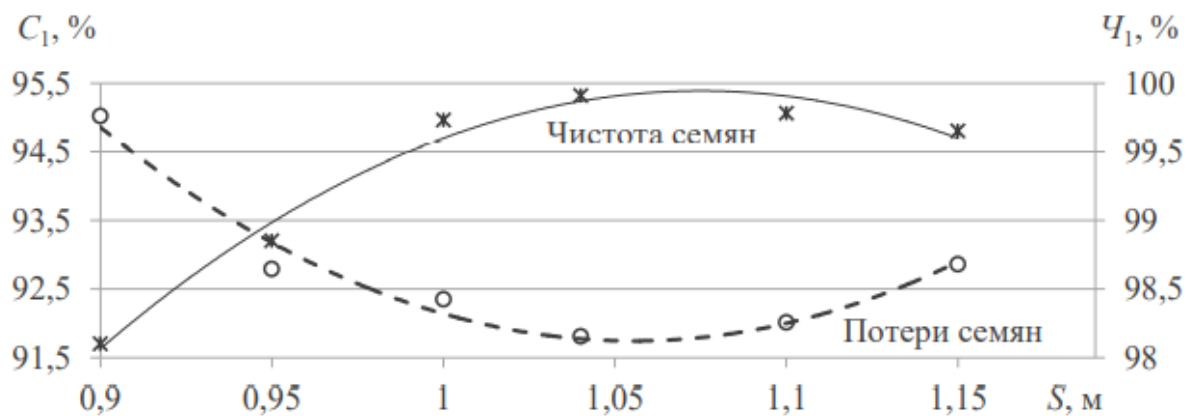


Рисунок 2.13 – Фотосепарування гречихи при різній довжині скатної поверхні C₁ – вміст насіння гречихи у товарній фракції, %; S – шлях оброблюваних частинок по скатному лотку, м; Ч₁ – вміст чистого насіння, %

Як видно з графіків, рис. 2.13, зі збільшенням довжини скатної поверхні S (S_{max} = 1,04 м), спостерігається збільшення втрат придатного насіння у відходи і несуттєво знижується чистота одержуваного насіння. При скороченні 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 при S < 0,95 м. При довжині скатного лотка менше 0,9 м, чистота насінневої фракції (98,1%) несуттєво відрізняється від чистоти вихідного вороху (98,5%), тобто очищення не відбувалося.

Максимальна постійна продуктивність фотосепаратора забезпечує суцільну (безперервну) одношарову подачу матеріалу на скатний лоток. Одношаровість подачі контролюється візуально. Тому не виключена можливість порушення одношарової подачі. Цим можна пояснити збільшення втрат придатного продукту у відходи та зниження чистоти насінневої фракції при скороченні довжини скатної поверхні менше 1,04 м.

Можна припустити, що довжини лотка більше 1,0 м достатньо для вирівнювання в один шар та розподілу оброблюваних частинок по скатному лотку щодо друг друга при порушенні одношарової подачі. Тому не спостерігається істотного зниження чистоти одержуваного насіння при довжині лотка понад 1,0 м.

При скороченні довжини скатного лотка менше 1,0 м частинки не встигають вирівнюватися в один шар і розподілятися відносно одна одної по скатному лотку, що призводить до погіршення розпізнавання дефектів і збільшення втрат при вибракуванні домішок, тобто до зниження якості фотосепарування.

При збільшенні використовуваної довжини похилої площини $S_{\max} = 1,04$ м частинки з меншим коефіцієнтом тертя по скатній поверхні (насіння гречихи) «наздоганяють» частинки з більшим коефіцієнтом тертя (забруднені зернівки), тобто при вибракуванні обрушених зернівок придатне насіння гречихи потрапляє у повітряний смолоскип. Тому спостерігається збільшення втрат придатного продукту у відходову фракцію. При цьому насіння гречихи може також створювати перешкоди при розпізнаванні домішок, чим можна пояснити незначне зниження чистоти насінневих фракцій, отриманих при $S > 1,04$ м.

Аналізуючи графік, можна дійти висновку, що з фотосепарування даного сипкого продукту кращою є довжина скатної поверхні не більше (1,0...1,1) м. Найкращим її значенням є значення $S_{\max} = 1,04$ м.

2.5 Залежності чистоти та кількості насіння від складу вихідного продукту

Дуже важливо відзначити, що збільшення кількості обрушеної зернівки відбувається не в насінневій фракції, а товарній. Це пояснюється тим, що недозрілі зернівки гречихи, які виділяє фотосепаратор, можуть травмуватися при повідомленні їм імпульсу повітряним струменем, ударяючись об бічні поверхні приймального пристрою (стілки приймача товарної фракції). Зернівки, травмовані раніше, можуть відсіюватися внаслідок зіткнення зі стінками приймача. При цьому насіннева фракція не піддається впливу повітряного струменя та у вільному падінні рухається до приймача для збору очищеної фракції.

Для зниження травмування насіння, збільшення їх виходу доцільно застосовувати фотосепаратор, тому що при фотосепаруванні практично відсутній механічний вплив на насінневий матеріал.

Залежність отримання повноцінних зернівок гречихи у насінневій фракції (чистоти насіння) від складу вихідного вороху, а саме від вмісту домішок та недозрілих і травмованих зернівок гречихи у вороху, яку подавали для очищення представлено на рис. 2.14.

Аналізуючи графік на рис. 2.14, стає ясно, що при повній відсутності або низькому вмісту домішок у вихідному вороху вміст обрушених зернівок сировини становить до 1,4% буде незначно впливати на чистоту насіння. У цьому випадку чистота насінневої фракції буде близькою до 100%.

Якщо ж відсоток домішок у вихідному вороху високий, то навіть відсутність у ньому обрушених зернівок гречихи не дозволить досягти високих результатів очищення насіння. При фотосепаруванні зернового вороху гречихи із вмістом обрушених зернівок до 1,4% та наявності в ньому домішок до 3,3% можна отримувати насінневу фракцію з чистотою приблизно 98%, що відповідає вимогам.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

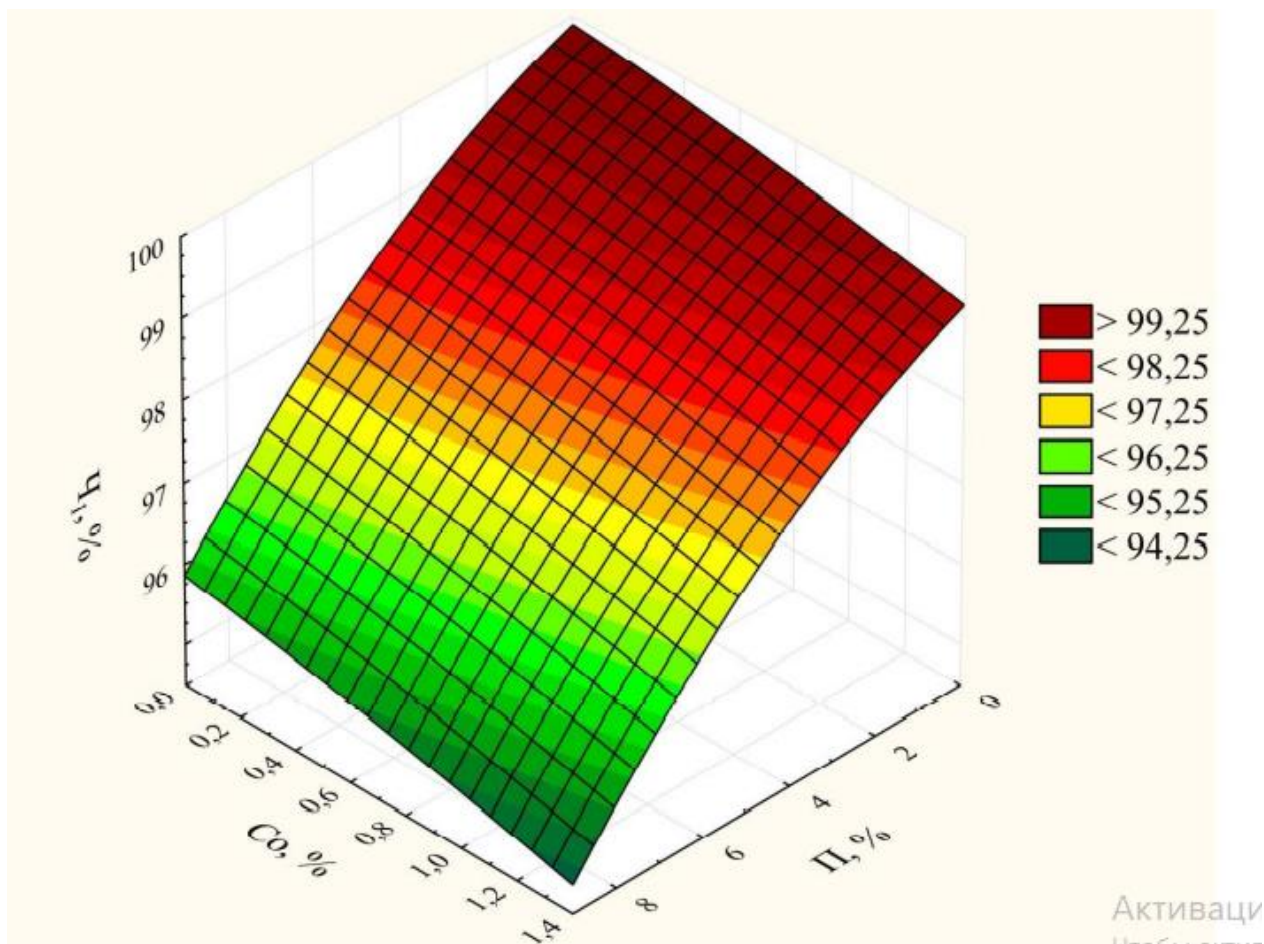


Рисунок 2.14 – Залежність чистоти насіння від складу вихідного продукту
 Ч_1 – вміст цілих зернівок гречихи в очищеному насінні (чистота насіння),
 %; П – вміст домішок у вихідному вороху, %; Со – вміст обрушених
 зернівок гречихи, %

Проте від складу вихідного продукту також залежить і кількість насінневої фракції (вихід насіння). Графік на рис. 2.15 показує, що на вихід насінневої фракції значний вплив надає вміст домішок у вихідному вороху. При низькому вмісті або повній відсутності домішок у вихідному вороху, кількість насіння буде максимально високою. Це ще раз доводить необхідність очищення зернового вороху перед фотосепаруванням.

Фотосепарування зернового вороху гречихи із вмістом обрушеної зернівки гречихи до 1,4%, можна отримувати близько 85% очищеного насіння від маси вихідного продукту, якщо у вихідному вороху вміст домішок не перевищуватиме 1,15%.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

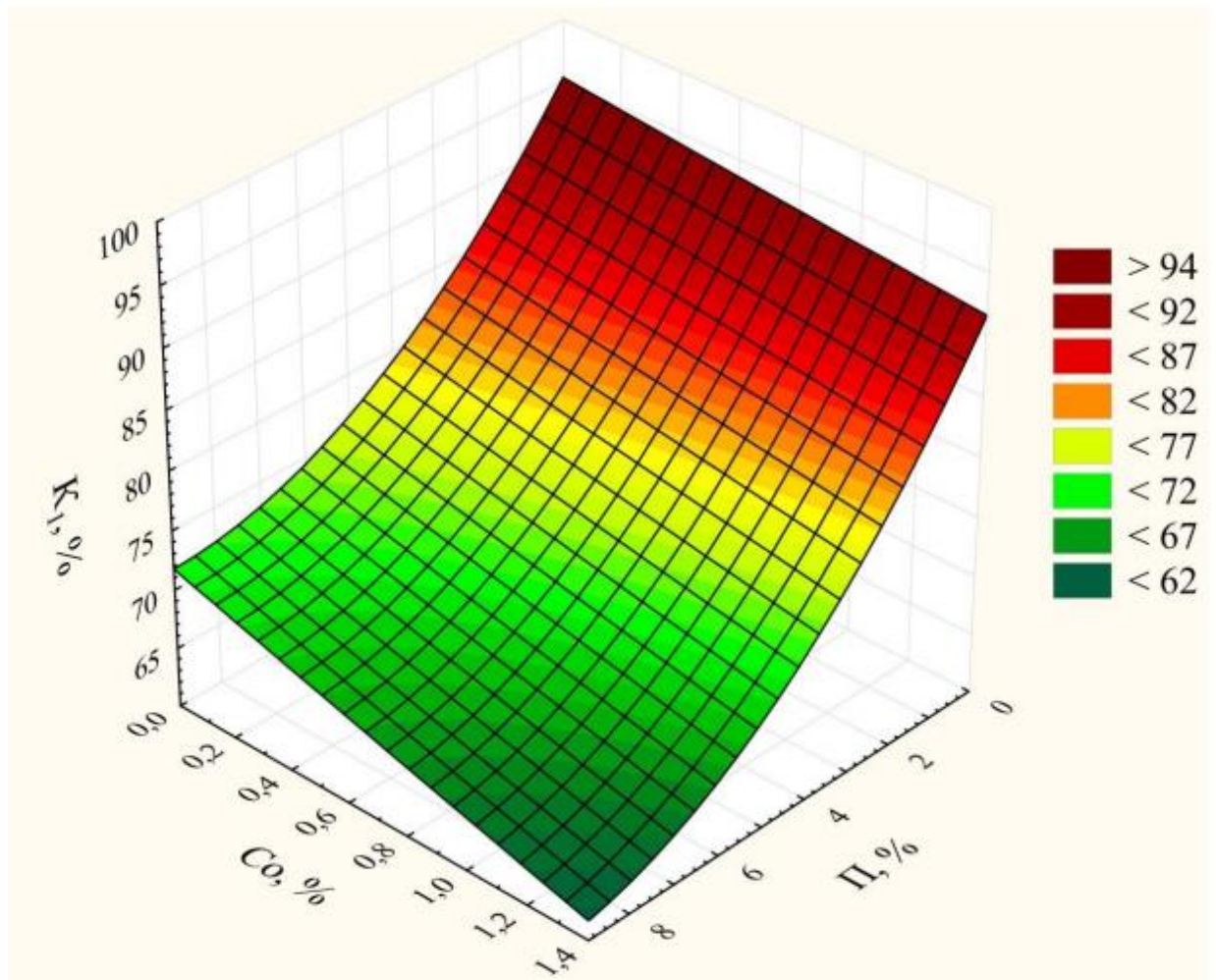


Рисунок 2.15 – Залежність кількості насіння від складу вихідного вороха:

K_1 – частка (кількість) насінневої фракції від вихідного вороха (вихід насіння), %; P – вміст домішок у вихідному ворохі, %; C_0 – вміст обрушених зернівок гречихи у вихідному ворохі, %

Застосування фотосепаратора може дозволити не тільки підвищити схожість одержуваного насіння, але і краще зберегти їх посівні якості. Даний ефект буде особливо явним при вирощуванні ярих культур. Якщо насіння очищати без використання фотосепаратора, то в них залишиться значна кількість травмованих зернівок, тому що їх складно виділити за розмірами та аеродинамічними властивостями. Фотосепарування знижує значною мірою вміст травмованих зернівок в насінні, що сприяє збільшенню терміну зберігання насіння. Це ще раз доводить необхідність і доцільність обробки насінневого матеріалу на фотосепараторі.

Отримані результати показують вплив складу зернового продукту на чистоту та кількість очищеного на фотосепараторі насіння і відображають характер зміни чистоти та кількості очищеної фракції від складу оброблюваної сировини. Отримані залежності дозволяють визначити орієнтовні значення кількості та чистоти насінневої фракції до початку фотосепарування, знаючи склад зернового продукту, підготовленого до фотосепарування.

РОДІЛ 3 ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Реальні виробничі умови характеризуються, як правило, наявністю деяких небезпечних та шкідливих виробничих факторів. Аналіз даних факторів необхідний для їх подальшого попередження. Небезпечним виробничим фактором називається такий виробничий чинник, вплив якого на працюючого у певних умовах призводить до травми або до погіршення стану здоров'я.

Небезпечні виробничі фактори:

- небезпека удару електрострумом;
- небезпека падіння з висоти;
- небезпека загоряння при опроміненні та вибухах обладнання, загоряння речовин;
- небезпека опіків гарячою водою, паром (при розривах трубопроводів, паропроводів);
- небезпека опіків відкритими джерелами вогню, електричною дугою.

Згідно статистики електротравматизм – найчастіший тип травматизму. 65% електротравм закінчуються летальними наслідками. Для виключення електротравматизму при пуско-налагоджувальних роботах необхідно забезпечити електричну безпеку. Електрична безпека – це система організаційних та технічних заходів щодо захисту людських дій від електричного струму, електричної дуги, статичної електрики, електромагнітного поля. Електричний струм, що проходить через живий організм, виробляє тепловий ефект, який виражається в певних ділянках тіла, нагріванні кровоносних судин, крові, нервових волокон тощо.

Електролітична (біохімічна) дія обумовлена розкладанням крові та інших органічних рідин, в результаті чого значне порушення їх фізико-хімічних складових. Біологічна (механічна) дія за рахунок стимуляції живих тканин організму, що супроводжується судорожними скороченнями м'язів (у тому числі серця, легенів).

Ураження електричним струмом супроводжується електричними опіками (струм або контакт: дуги, комбіновані або змішані, електричні знаки), металізацією шкіри, механічними пошкодженнями, ударами електричним струмом. Ураження електричним струмом підрозділяються на чотири рівні: потягнення м'язів без втрати свідомості, сипання м'язів з втратою свідомості, втрата свідомості та дихальної недостатності або серцевої функції, клінічна смерть в результаті фібриляції серця або асфіксії (удушення).

ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ								
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>					Удосконалення процесу сортування сипких зернових продуктів за допомогою фотосепаратора	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Цвіркун</i>						4	51
<i>Н. Контр.</i>	<i>Омельченко</i>				ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО			
<i>Затверд.</i>	<i>Цвіркун</i>							

3.2 Освітлення

Виробнича санітарія – це система організаційних і технічних засобів для запобігання або зменшення впливу на робочих шкідливих факторів. Стандарти для виробничої санітарії та гігієни праці визначаються одиницею промислових і побутових приміщень, робочих місць, відповідно до фізіології і професійних обмежень здоров'я та безпеки в повітрі виробничих приміщень пилу, газу, пари.

Характеристики умов праці та безпеки роботи відображаються наступними показниками: енергоозброєність праці, забрудненість і вологість повітря, системи освітлення робочого місця, шум, вібрація тощо.

Пуско-налагоджувальні роботи можна віднести до середньої категорії тяжкості праці з підвищеною небезпекою. При виконанні робіт з підвищеною небезпекою працівнику повинно бути видано всі захисні засоби, які необхідні за характером і умовами виконання цих робіт відповідно до вимог ПТБ.

У розглянутому цеху використовується спільне освітлення: освітлення, при якому недостатнє природне освітлення доповнюється штучним електричним, виконаним за системою загального освітлення. При недостатньому освітленні робочого місця необхідно застосовувати додаткове місцеве освітлення (ліхтарі або переносні світильники напругою не вище 12 В). Забороняється застосовувати переносні світильники напругою 220 В. При роботах з лампами, що містять пари ртуті (лампи білого світла ЛБС, лампи денного світла ЛДС, лампи ДРЛ) треба бути обережними, щоб не розбити лампу. Якщо ж лампа розбилася, то приміщення треба провітрити, а металеву ртуть зібрати за допомогою гумової груші. Повноту збору ртуті перевіряють із застосуванням лупи. Частину ртуті, що залишилася, видаляють з підлоги ганчіркою, змоченою 0.2% підкисленим розчином марганцевокислого калію або 20% розчином хлорного заліза. Всі відходи ртуті треба здавати на зберігання до утилізації в спеціальну ртутну кімнату.

Параметри приміщення (слюсарне приміщення): ширина $A=6$ м, довжина $B = 7,8$ м, висота $H = 5$ м.

1. Вибір джерел світла.

Серед масового використання джерел світла, що випускаються нашою промисловістю, є лампи розжарювання, люмінесцентні лампи і ДРЛ. Основне джерело світла для загального, так і для комбінованого освітлення є люмінесцентні лампи. Найбільш економічним є тип лампи ЛБ. Якщо є спеціальні вимоги до кольорів слід використовувати тип лампи ЛД або ЛДЦ. У нашому випадку, ми вибираємо тип лампи ЛБ.

2. Вибір системи освітлення.

Проектування штучного освітлення двох систем: загальне (рівномірне і локалізоване) та комбіноване (загальне місцеве додаткової вартості) у робочому приміщенні з використанням загального рівномірного освітлення.

3. Підбір освітлювальних приладів.

Основні показники, які визначають вибір лампи при проектуванні системи освітлення слід розглядати дизайн лампи з урахуванням умов навколишнього середовища, розподілу світла лампи, ефективність

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

світильника.

4. Підбір освітлювальних приладів і коефіцієнта безпеки.

Вибір освітлення залежить від розміру об'єкта, контраст з фоном об'єкта, фонових характеристик. Згідно гостів, освітлення приміщень для цієї роботи 200 Люк при освітленні лампами розжарювання. Отримане значення коригується коефіцієнтом запасу міцності освітлення, так як з часом через забруднення світильників і ламп зменшуються світловий потік, знижується освітленість.

Повітря робочого приміщення може виявитися насиченим домішками шкідливих газів або парів. Шкідливі пари або гази, проникаючи в організм людини викликають отруєння. З огляду на ступінь токсичності, фізико-хімічні властивості, шляхи проникнення речовини в організм, відповідно до вимог санітарії в повітрі робочої зони виробничих приміщень встановлюються гранично допустимі концентрації шкідливих речовин, перевищення яких не допускається.

Захист від шкідливих газів, пари передбачає влаштування місцевої витяжної вентиляції для відсмоктування речовин безпосередньо від місця їх утворення. При недостатності використання витяжної вентиляції застосовують засоби індивідуального захисту органів дихання – фільтруючі та ізолюючі шлангові або кисневі прилади.

Також для забезпечення продуктивної й комфортної роботи необхідно передбачити відповідний захист від шуму. Численними дослідженнями встановлено, що шум є загально біологічним подразником і в певних умовах може впливати на всі органи і системи організму людини. Інтенсивний шум при щоденному впливі призводить до виникнення профзахворювань. При підвищеному рівні шуму необхідно застосовувати засоби захисту органів слуху: протишумові навушники або вкладиші «Беруші».

Для захисту від дії підвищених температур необхідно застосовувати спецодяг: костюм суконний, спец черевики і рукавиці і при t вище 32°C душіруючі установки або переносні вентилятори. Повинні бути огорожені або теплоізольовані гарячі частини діючого обладнання, встановлюватися вентиляція. Для захисту від впливу низьких температур: застосовувати теплий спецодяг, спец взуття.

3.3. Пожежна безпека

Відповідно до «Типових правил пожежної безпеки» (ПБ) затвердженими головним управлінням пожежної охорони, відповідальність за забезпечення пожежної безпеки несе керівник підприємства або заступник. Відповідальність за пожежну безпеку цехів, відділів, складів, майстерень та інших виробничих ділянок несуть керівники цеху, відділу, майстерень або особи, які виконують їх обов'язки.

Члени добровільних пожежних дружин (ДПД), а також тих, які включені до складу екіпажу повинні бути повністю обізнані про правила пожежної безпеки і вимагати від інших їх реалізації, контролювати, а також в разі вогню, активно виконувати дії для його придушення.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Усі промислові, офісні, складські та допоміжні будівлі завжди повинні утримуватися в чистоті. Не дозволяється захаращувати проходи, виходи, коридори, тамбури, сходи та інші об'єкти і обладнання. Всі двері евакуаційних виходів повинні вільно відкриватися в напрямку виходу з будівлі. У разі виникнення пожежі повинна бути забезпечена можливість безпечної евакуації людей, які розташовані в виробничому приміщенні.

У підвалі та на першому поверхах виробничих і офісних будівель забороняється застосування й зберігання вибухових речовин, балонів стисненого газу та інших полімерних матеріалів, які мають підвищену пожежну небезпеку. Кількість аварійних виходів з виробничих будівель і приміщень повинно відповідати будівельним нормам і правилам. У кожній кімнаті виробничого майстра повинна бути схема евакуації робітників з цеху, дільниці, відділу тощо.

Забороняється проводити перепланування виробничих і службових приміщень без попередньої розробки проекту, погодженого з місцевими органами нагляду та затвердженого головним інженером комбінату. У виробничих будівлях I, II і III ступеня вогнестійкості не допускається влаштовувати антресолі, перегородки, комори з горючих матеріалів.

У виробничих і адміністративних приміщеннях забороняється:

- встановлювати шляхи евакуації виробничого устаткування, меблів, сейфів та інших предметів;
- прибирати приміщення з використанням бензину, газу та інших легкозаймистих і горючих рідин;
- залишати після операції промивки печі, включені в електричну мережу нагрівальні прилади (електронагрівачі, каміни тощо);
- проводити прогрів замерзлих труб та різних систем паяльними лампами або будь-якими іншими способами, з використанням відкритого полум'я;
- паління дозволено лише в спеціально відведених (за погодженням з пожежною охороною підприємства) місцях, обладнаними урнами для недопалків і ємності для води. У цих місцях повинен відображатися напис «місце для паління».

При виникненні пожежі або ознак горіння по телефону особисто або через оточуючих людей:

- викликати пожежну частину;
- видалити в безпечне місце людей;
- приступити до ліквідації пожежі наявними засобами пожежогасіння з дотриманням заходів безпеки.

Несправності в електрообладнанні, які можуть викликати іскріння, коротке замикання, повторний надмірний нагрів горючої ізоляції кабелів і проводів повинні бути відремонтовані негайно черговим персоналом. Несправні мережі повинні бути відключені, щоб це не призвело до пожежі. Аварійні світильники повинні бути підключені до незалежного джерела живлення.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

ВИСНОВКИ

Бакалаврська робота присвячена удосконаленню процесу сортування сипучих зернових продуктів за допомогою фотосепаратора. Зазначено, що гречиха – єдина зернова культура, що містить вітамін Р (рутин). Вона може довго зберігатися, не втрачаючи споживчих та смакових якостей. Тому зерно гречихи та крупа придатні для створення резервних фондів продовольства стратегічного значення великої державної важливості. Білки гречихи за поживними властивостями близькі до білків зернобобових культур. Вони відрізняються великим вмістом незамінних амінокислот. Жири, що містяться в плодах гречихи, відрізняються високою стійкістю до окислення, і тому вони не гіркнуть навіть при відносно тривалих термінах зберігання зерна та крупи.

У першому розділі приділено увагу аналітичному огляду оптико-електронних систем сортування сипучих зернових продуктів. Фотосепаратор призначений для поділу компонентів будь-яких сипучих сумішей за кольором, формою або розміром, і дозволяє отримувати чистоту придатного продукту на виході до 99,99%. Застосування методу колірної аналізи та оцінки густини дозволяє забезпечити високу точність сортування. Найбільш продуктивним RGB сортувальником на ринку є фотоелектронний сепаратор SEA CHROME. Будучи оснащеним багатобарвними RGB камерами з роздільною здатністю 4096 пікселів та LED освітленням, вони дозволяють розрізняти дефекти розміром від 0,1 мм. Сконцентровано увагу на тому, що 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, що впливає на якість поділу компонентів та продуктивність фотосепаратора в цілому.

Другий розділ присвячено удосконаленню конструктивних параметрів фотосепаратора. Аналізуючи роботу фотосепаратора, зроблено висновок, що одним із найбільш значущих його механічних складових є скатний лоток. Від конструктивних параметрів та стану скатної поверхні залежить характер руху частинок, що впливає на якість фотосепарування. При цьому зазначено, що необхідною умовою є одношарова подача оброблюваного матеріалу на віброживильник та у момент влучення попереднього (дефектного) матеріалу між частинками, що йдуть одна за одною, був достатній інтервал. В іншому випадку може спостерігатися збільшення втрат придатного продукту при вибракуванні домішок, тобто зниження якості фотосепарування.

Гречиха – культура нерівномірного дозрівання. Таким чином, коефіцієнти тертя оброблюваних частинок по похилій площині (особливо при обробці гречихи) можуть відрізнятися, що у свою чергу може призвести до погіршення якості очищення. У тому випадку, якщо при русі по похилій площині

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>					Удосконалення процесу сортування сипких зернових продуктів за допомогою фотосепаратора	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Цвіркун</i>						2	51
<i>Н. Контр.</i>	<i>Омельченко</i>					ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО		
<i>Затверд.</i>	<i>Цвіркун</i>							

попередня частинка буде мати менший коефіцієнт тертя по скатній поверхні, ніж наступна за нею частинка або їх коефіцієнти тертя по скатній поверхні будуть рівні, погіршення якості не повинно спостерігатися, так як інтервал між частинками з часом буде лише збільшуватися. Однак, у випадку, коли попередня частинка буде мати більший коефіцієнт тертя по скатній поверхні, ніж наступна за нею частинка, можливе зниження якості очищення за рахунок того, що інтервал між частинками може зменшуватися з часом, наступна частинка буде «наздоганяти» попередню та при вибракуванні попередньої (дефектної) частинки у повітряний факел може потрапити наступна (придатна) частинка.

Зі збільшенням розміру оброблюваних частинок збільшується і інтервал між ними. Причому чим нижче коефіцієнти тертя частинок по скатній поверхні, тим більший інтервал між ними буде в місці вибракування домішок за однакових інших умов. Реальний матеріал, що обробляється на фотосепараторі, містить частинки різного розміру. З цього можна дійти висновку, що з мінімізуванням втрат придатного продукту при вибракуванні домішок насіннєвий матеріал необхідно фракціонувати перед обробкою його на фотосепараторі.

Також слід врахувати, що при встановленні суцільної подачі оброблюваного матеріалу з віброживильника на скатний лоток вкрай складно контролювати одношаровість. У зв'язку з цим можливі порушення однослойності подачі. Запропоновано довжину скатної поверхні обирати максимальну, щоб була можливість вирівнювання матеріалу на скатній поверхні в один шар і частки розосереджувалися, тобто схід з лотка був розрідженим, а не суцільним.

Важливим робочим органом фотосепаратора є скатний лоток, який призначений для розгону, розосередження компонентів матеріалу, що обробляється відносно один одного і при необхідності вирівнювання їх в один шаровий потік. Скатні лотки можуть бути гладкими або рифленими. По гладкому лотку зерновий ворох може рухатися одношаровим потоком, використовуючи всю ширину лотка. По рифленому лотку, оброблюваний матеріал рухається по лобкам, розділеним рифами, тобто ширина лотка не повністю заповнена. Тоді, очевидно, що при однаково розрідженому потоці на виході зі скатного лотка і однакової ширині лотків вищу продуктивність фотосепаратора забезпечує гладкий скатний лоток.

Запропоновано схему оптико-електронної системи для сепарації сипучих зернових продуктів (ОЕС). Особливість запропонованої системи полягає в тому, що вона дозволить аналізувати зразки різних кольорів, розмірів, з різними швидкостями руху.

Зазначено, що важливим параметром є швидкодія – кількість кадрів в секунду, які матриця здатна знімати та передавати в систему аналізу. При недостатній швидкодії частина об'єктів буде пролітати зону аналізу в момент передачі інформації до системи аналізу, а не в момент накопичення сигналу матрицею. Тобто вони будуть пропущені системою або зняті лише на половину.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Очищення та сортування зерна за допомогою фотосепаратора. Режим доступу: <https://nertusagro.ru/ochistka-i-sortirovka-zerna-s-pomoshhju-fotoseparatora>.
2. Машина для очищення і сортування зерна. Режим доступу: <https://agrokit.com.ua/a351310-mashina-dlya-ochistki.html>.
3. Способи очищення і сортування зерна. Класифікація машин. Режим доступу: <https://mybiblioteka.su/6-151904.html>
4. Механізація переробної галузі агропромислового комплексу / О.В. Гвоздев, Ф.Ю. Ялпачик, Ю.П. Рогач, М.М. Сердюк. К.: Вища освіта. 2006. 479 с.
5. Сиротюк С.В. Механізація переробки та зберігання продукції рослинництва. Львів: ЛДАУ, 2000. 249с
6. Бойко В. І. Основи технічної електроніки: Схемотехніка: підручник / Бойко В. І., Гурій А. М., Жуйков В. Я. та ін. К. : Вища школа, 2007. 510 с.
7. Васюра А. С. Техніка передавання аналогової та дискретної інформації / Васюра А. С. Вінниця: ВДТУ, 1998. 218 с.
8. Хаїмзон І. Я. Техніка передачі інформації. Функціональні вузли та схеми. Частина II / Хаїмзон І. Я. Вінниця : ВДТУ, 2000. 112 с.
9. Фотосепаратор. Режим доступу: <https://simo.com.ua/oborudovanie/fotoseparator-serii-zorkiy>.
10. Технології роботи фотосепаратора. Режим доступу: <https://orientway.com.ua/uk/tehnologiya>.
11. Ткачук К.Н., Зацарний В.В., Зеркалов Д.В. та ін. Основи охорони праці: підручник. К.: Основа, 2014. 456 с.
12. Ткачук К.Н., Филипчук В.Л., Каштанов С.Ф., Зацарний В.В., Полукаров О.І. та ін. Виробнича санітарія: Навчальний посібник. Рівне: 2012. 443 с.
13. Бедрій Я. І. Безпека життєдіяльності: навчальний посібник / Я. І. Бедрій, В. Я. Нечай. Львів: Магнолія 2006, 2007. 499 с.
14. Джигирей В. С. Безпека життєдіяльності: навчальний посібник / В.С. Джигирей, В.Ц. Жидецький. Львів: Афіша, 2000. 256 с.
15. Драгілев А.І. Технологічні машини і апарати харчових виробництв. Колос, 1999. 376 с.
16. Ковецький Г.Д. Процеси і апарати харчових виробництв. Агропромиздат, 1991. 432.
17. Панфілов В.О. Технологічні лінії харчових виробництв: створення технологічного потоку. К.: Харчова промисловість, 2006. 472 с.
18. Машина та апарати харчових виробництв / С.Т. Антипов, І.Т. Кретов, О.М. Остріков, . К.: Харчова промисловість , 2001. 680 с.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А
Схема роботи фотосепаратора

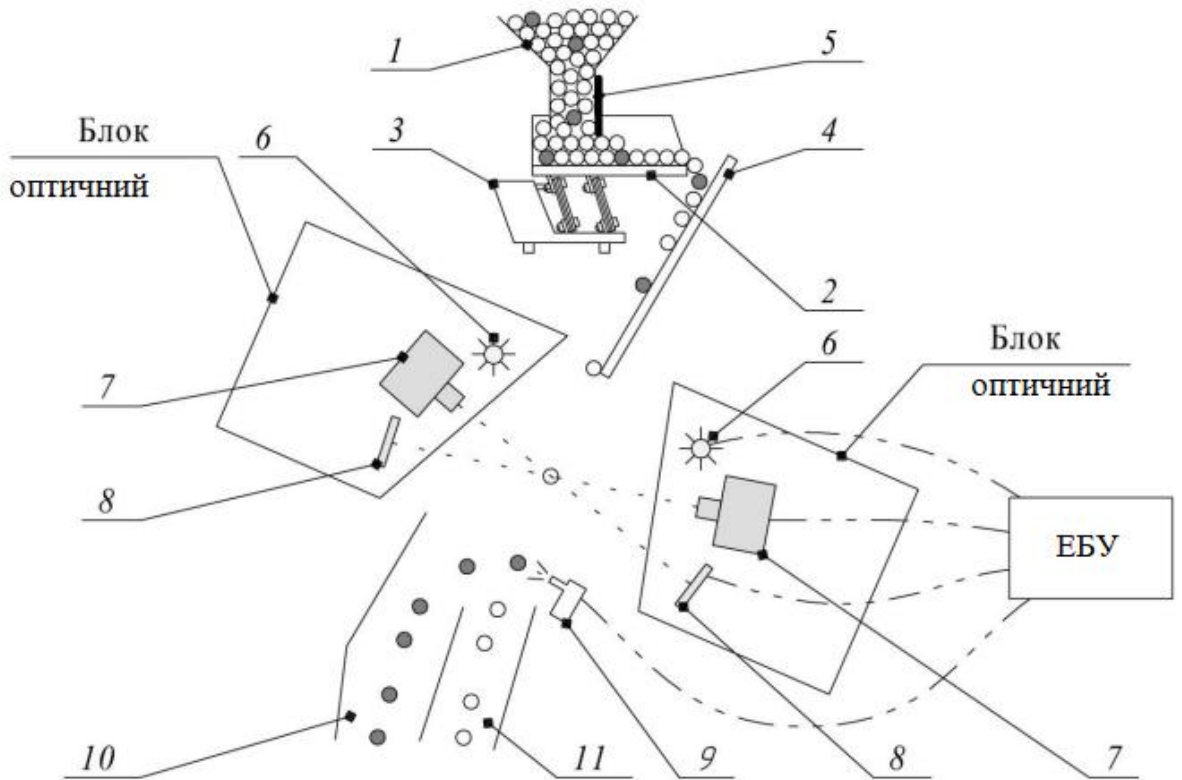


Рисунок 1.1 – Схема роботи фотосепаратора

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 – тло; 9 – пневмоклапан; 10 – відсік для відходів; 11 – відсік для очищеного продукту.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.					Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Цвіркун					1	51
Н. Контр.	Омельченко				ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО		
Затверд.	Цвіркун						

Додаток Б
Схема технологічної лінії насінняочисного агрегату

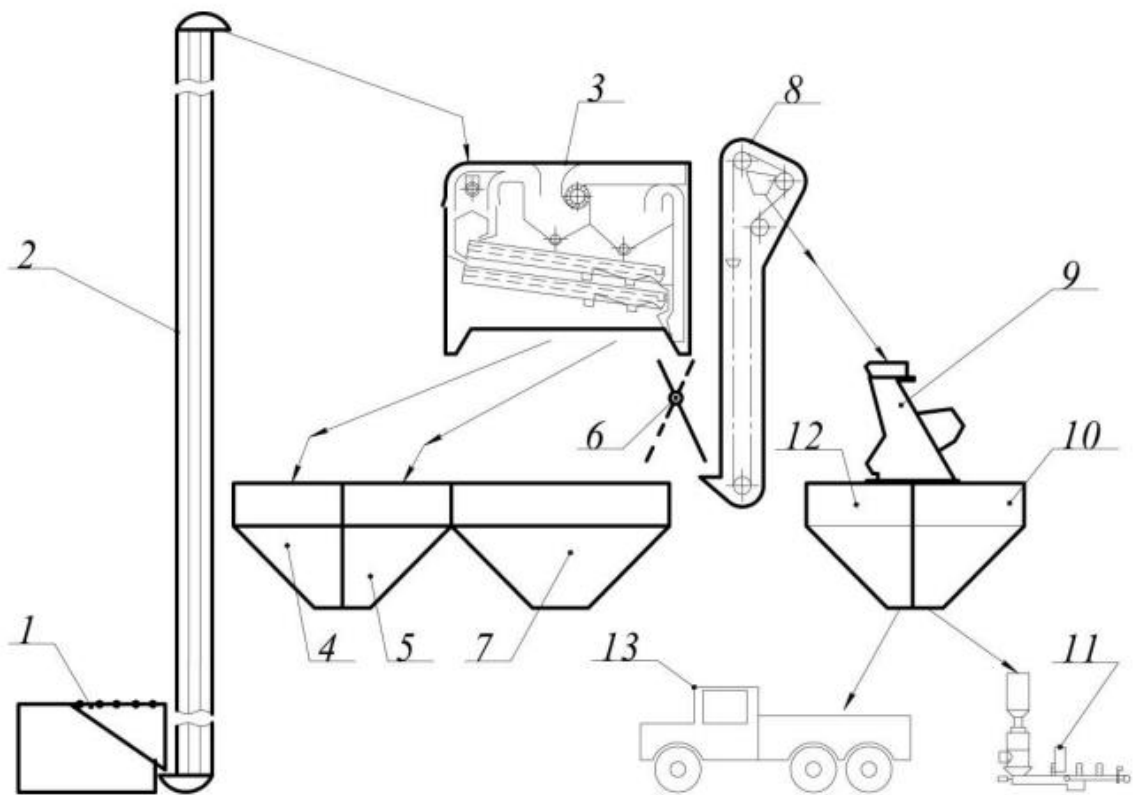


Схема технологічної лінії насінняочисного агрегату

На рис. 1.6 зображено: 1 – приймальний пристрій (завальна яма); 2 – норія; 3 – двоаспіраційна повітряно-решітна фракційна зерноочисна машина; 4 – бункер для збору невикористовуваних відходів; 5 – бункер для збирання фуражної фракції; 6 – напрямний клапан; 7 – бункер для збирання 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.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.					Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Цвіркун					1	51
Н. Контр.	Омельченко				ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО		
Затверд.	Цвіркун						

Додаток В
Схема фотосепарування

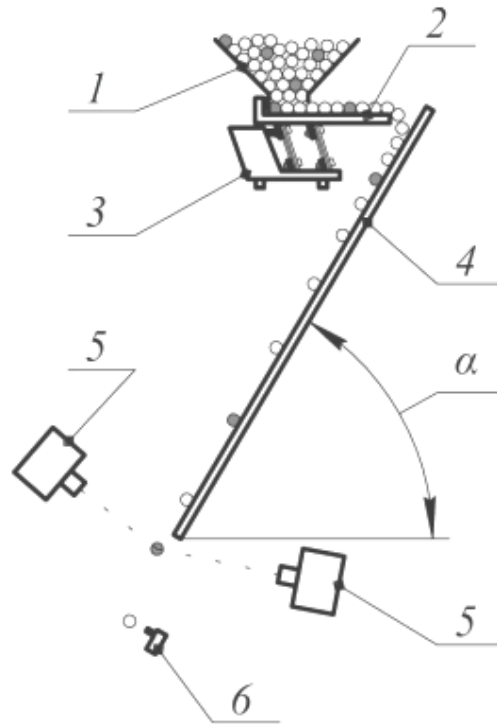


Схема фотосепарування

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.

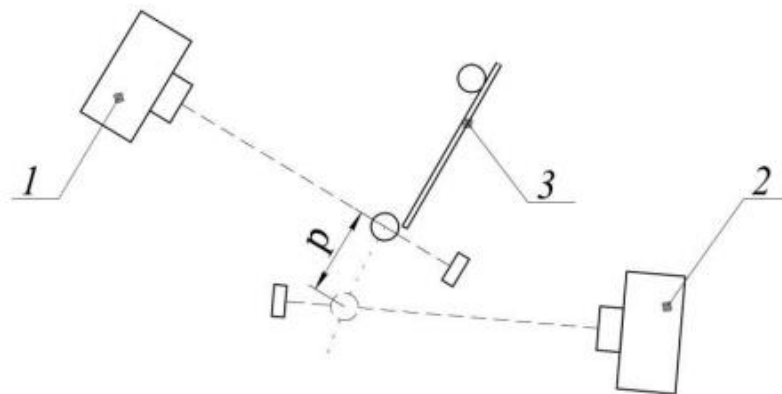


Схема визначення швидкості сходу гречки зі
скатного лотка

1 та 2 – камери; 3 – скатний лоток; p – відстань між фокусами камер, м.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.					Схема фотосепарування	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Цвіркун						1	51
Н. Контр.	Омельченко				ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО			
Затверд.	Цвіркун							

Додаток Г
Схема побудови ОЕС

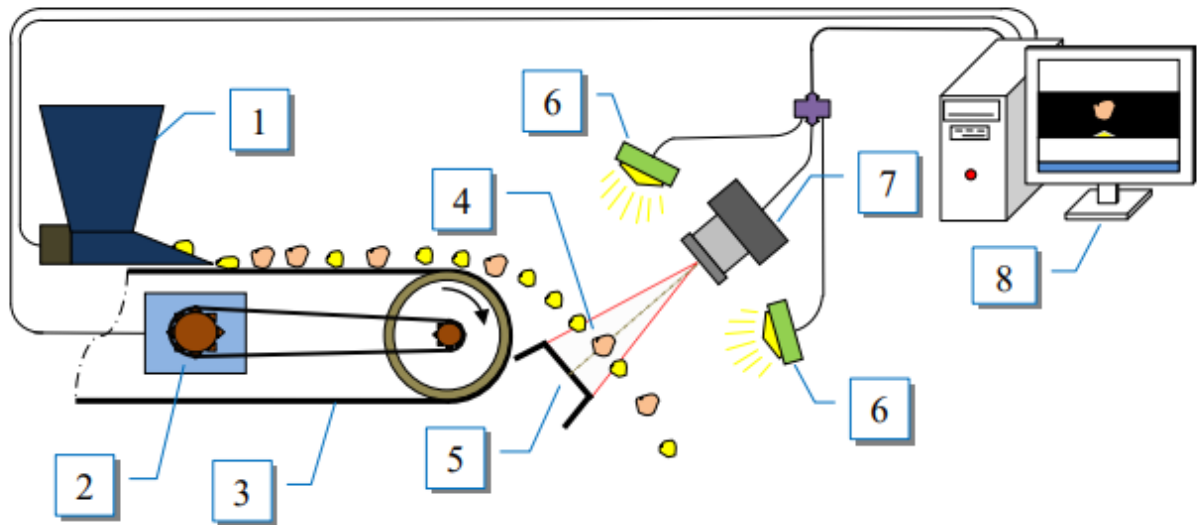
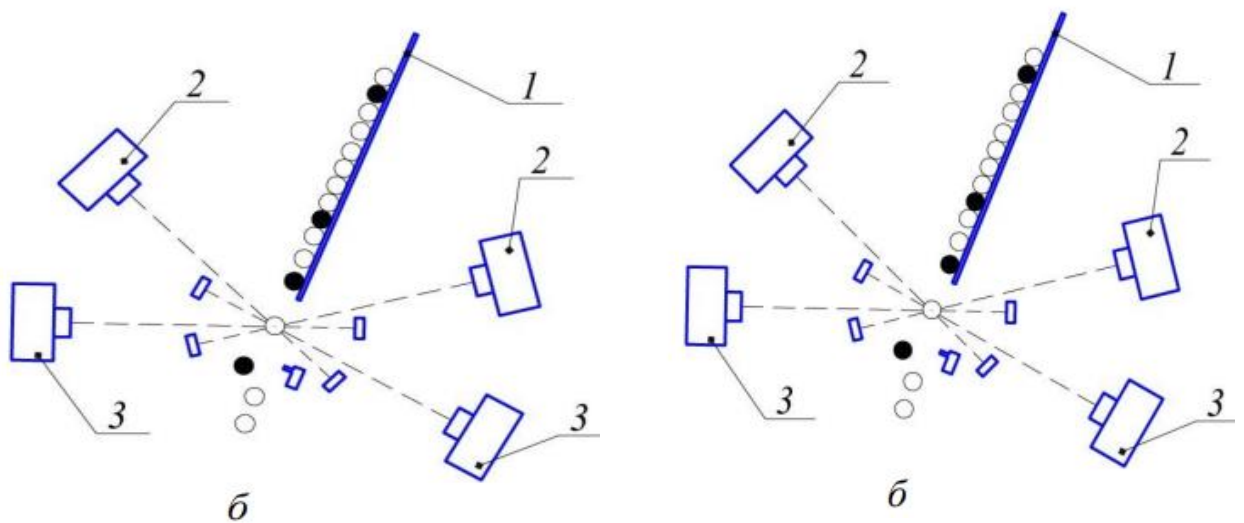


Схема побудови ОЕС

1 – віброживильник; 2 – двигун; 3 – транспортна стрічка; 4 – об’єкт у зоні аналізу; 5 – фон; 6 – джерела освітлення; 7 – кольорова високошвидкісна камера, 8 – комп’ютер.



Схеми оптичного розпізнавання дефектів
а – схема, яка використовується на фотосепараторі Ф10.1; б – схема, яка використовується на фотосепараторі СВ-4

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.					Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Цвіркун					1	51
Н. Контр.	Омельченко				ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО		
Затверд.	Цвіркун						

Додаток Д

Схема взаємного розташування блоку реєстрації, зони аналізу з об'єктами та джерелами освітлення

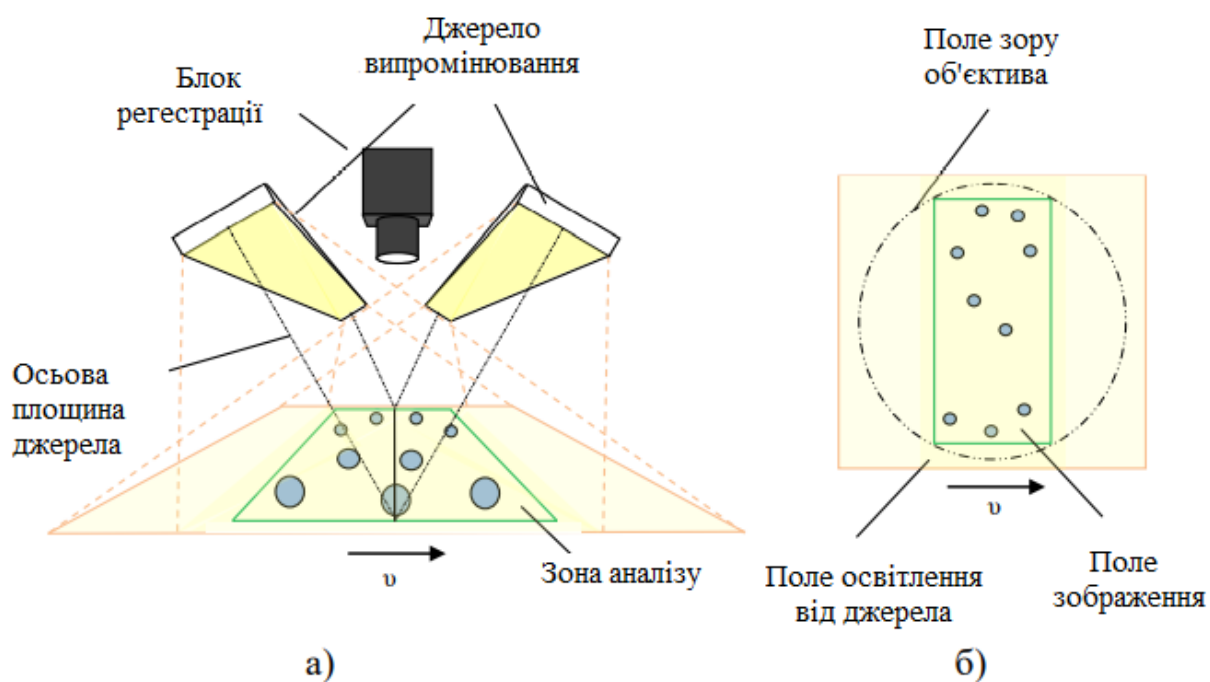


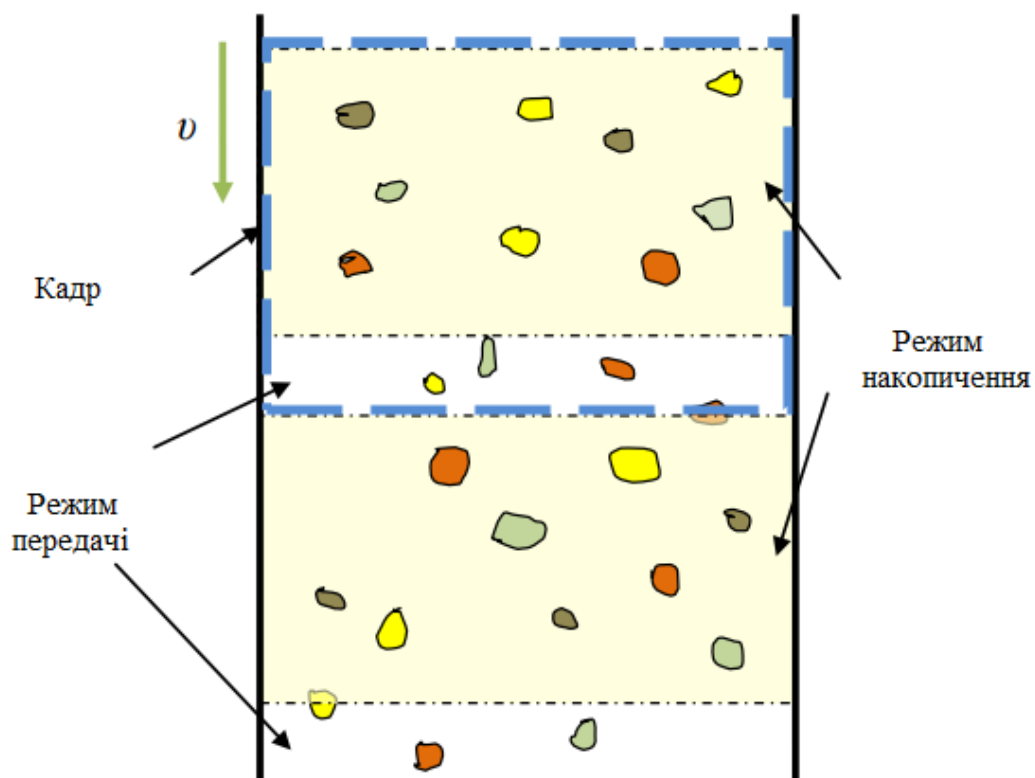
Схема взаємного розташування блоку реєстрації, зони аналізу з об'єктами та джерелами освітлення

а) вид збоку (у перспективі); б) вид зверху

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.					Схема взаємного розташування блоку реєстрації, зони аналізу з об'єктами та джерелами освітлення	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Цвіркун					1	51
Н. Контр.		Омельченко			ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО			
Затверд.		Цвіркун						

Додаток Е

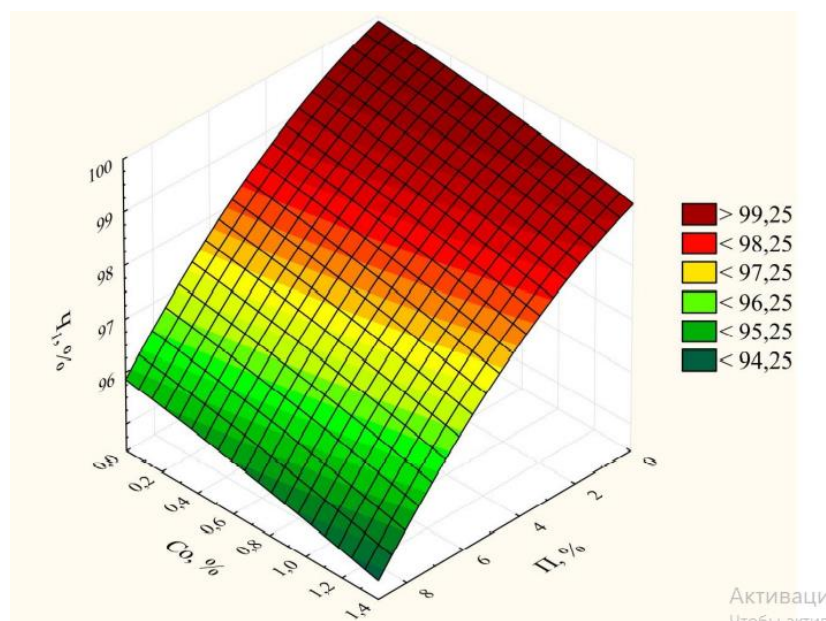
Приклад пропуску сировини як наслідок недостатньої швидкодії виконавчого механізму



Приклад пропуску матеріалу як наслідок недостатньої швидкодії виконавчого механізму

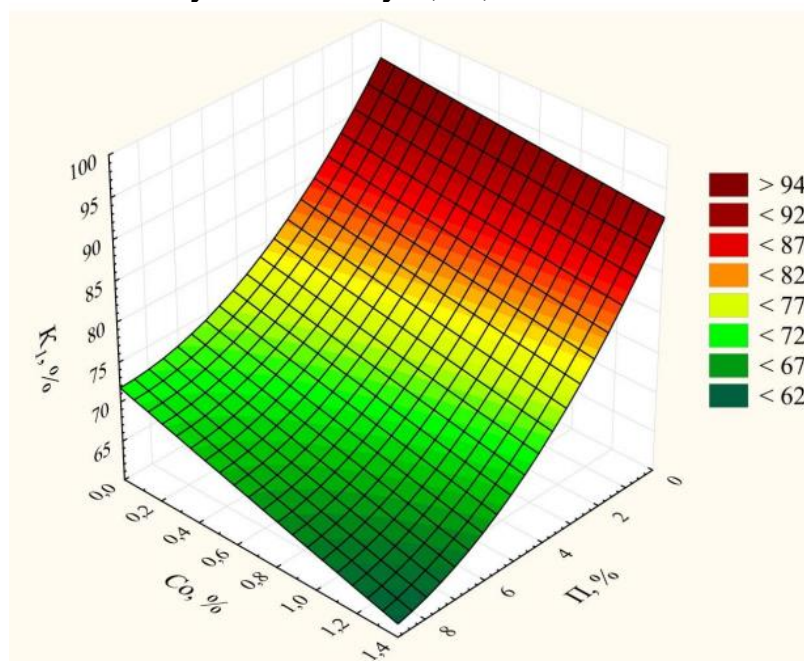
					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Цвіркун</i>				1	51	
<i>Н. Контр.</i>	<i>Омельченко</i>				ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО		
<i>Затверд.</i>	<i>Цвіркун</i>						
Приклад пропуску матеріалу як наслідок недостатньої швидкодії виконавчого механізму							

Додаток Є
Залежності чистоти та кількості насіння від складу вихідного продукту



Залежність чистоти насіння від складу вихідного продукту

$Ч_1$ – вміст цілих зерняток гречки в очищеному насінні (чистота насіння), %; $П$ – вміст домішок у вихідній купі, %; $С_0$ – вміст відсіяної сировини, %



Залежність кількості насіння від складу вихідного продукту:

$К_1$ – частка (кількість) насінневої фракції від вихідного продукту (вихід насіння), %; $П$ – вміст домішок у вихідній купі, %; $С_0$ – зміст відсіяних зернівок гречки у вихідній купі, %

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18.2022.ПЗ		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	Цвіркун					1	51
<i>Н. Контр.</i>	Омельченко				ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО		
<i>Затверд.</i>	Цвіркун				ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО		