

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра харчових технологій

## **П о я с н ю в а л ь н а   з а п и с к а**

до кваліфікаційної роботи  
ступеня вищої освіти «Бакалавр»  
на тему:

### **Модернізація технологічної лінії з первинної обробки зерна пшениці в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «Белгравія» Дніпровського району Дніпропетровської області**

**Виконав:** здобувач вищої освіти 4 курсу,  
групи ХТ-1-19 освітньо-професійної програми  
«Харчові технології» зі спеціальності  
181 «Харчові технології»

\_\_\_\_\_ Євген ЧЕРЕДНИК

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Олег ТЕРТИШНИЙ

**Рецензент:** \_\_\_\_\_ Андрій ОСТРОГЛЯД

Дніпро 2023

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій  
Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»  
Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»  
Спеціальність: 181 «Харчові технології»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

В.о. завідувача кафедри  
харчових технологій,

кандидат технічних наук, доцент  
Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«08» травня 2023 р.

**З А В Д А Н Н Я  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЕВІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Череднику Євгену Валерійовичу

1. Тема роботи: «Модернізація технологічної лінії з первинної обробки зерна пшениці в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «Белгравія» Дніпровського району Дніпропетровської області».  
Керівник роботи: Тертишний Олег Олександрович, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «08» травня 2023 року № 821.
2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 09 червня 2023 року
3. Вихідні дані до роботи: 1 Звітна документація та результати виробничої практики в ТОВ «Белгравія» Дніпровського району Дніпропетровської області.  
2 Наукова, нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.  
3 Літературні джерела.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Характеристика підприємства. 2 Технологічна частина. 3 Проектна частина. 4 Впровадження елементів системи НАССР. 5 Охорона праці та захист навколишнього середовища. 6 Техніко-економічне обґрунтування. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Відомості про підприємство. 2 Технологічна частина. 3 Проектна частина.  
4 Впровадження елементів системи НАССР. 5 Карта безпеки праці. 6 Техніко-економічне обґрунтування. Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Посада, прізвище та ім'я консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 6	Доцент ТЕРТИШНИЙ Олег	08.05.2023	09.06.2023

7. Дата видачі завдання 08 травня 2023 року.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	08.05-09.05.23	виконано
2	Характеристика підприємства	10.05-15.05.23	виконано
3	Технологічна частина	16.05-17.05.23	виконано
4	Проектна частина	18.05-28.05.23	виконано
5	Впровадження елементів системи НАССР	29.05-31.05.23	виконано
6	Охорона праці та захист навколишнього середовища	01.06-03.06.23	виконано
7	Техніко-економічне обґрунтування	04.06-05.06.23	виконано
8	Загальні висновки та бібліографія	06.06-08.06.23	виконано
9	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	08.05-09.05.23	виконано

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_ Євген ЧЕРЕДНИК  
( підпис )

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Олег ТЕРТИШНИЙ  
( підпис )

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота першого (бакалаврського) рівня вищої освіти на тему: «Удосконалення технологічної лінії з первинної обробки зерна пшениці в умовах ТОВ «Белгравія» Дніпровського району Дніпропетровської області» складається з 67 сторінок розрахунково-пояснювальної записки і демонстраційної частини.

До структури проекту входить: вступ, 6 розділів, загальний висновок по роботі, бібліографія.

Ключові слова: УДОСКОНАЛЕННЯ, ПШЕНИЦЯ, РОБОТА, СЕПАРАТОР, СКАЛЬПЕРАТОР, ОБЛАДНАННЯ, ЕФЕКТИВНІСТЬ, РОЗРАХУНОК, СИРОВИНА, НОРІЯ.

## ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	8
1.1 Характеристика підприємства	8
1.2 Характеристика основної культури, що приймається на елеваторі	9
Висновки за розділом	13
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	14
2.1 Опис діючої технологічної схеми	14
2.2 Пропозиції щодо удосконалення	17
Висновки за розділом	20
3 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА	22
3.1 Технологічний та розрахунок кількості обладнання	22
3.2 Коротка характеристика технологічного обладнання модернізованої лінії	34
3.3 Розрахунок площ та компонування обладнання основних виробничих приміщень	42
Висновки за розділом	44
4 ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ НАССР	46
Висновки за розділом	48
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	49
5.1 Розробка карти безпеки праці	49
5.2 Утилізація відходів виробництва на елеваторі ТОВ «Белгравія»	50
Висновки за розділом	51
6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	52
Висновки за розділом	61
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	62
БІБЛІОГРАФІЯ	64

## ВСТУП

Україні потрібно мати достатні запаси зерна, щоб задовольняти щоденні потреби у зерні і продуктах його переробки для всіх споживачів. Елеваторна промисловість займається створенням таких запасів. Вона не тільки приймає зерно до своїх сховищ, але й проводить велику роботу зберігання і покращення якості зерна, щоб уникнути втрат. Ця промисловість є основою хлібообороту країни.

Керівники підприємств у галузі зберігання і переробки зерна стикаються з важливими питаннями: як знизити вартість виробництва і одночасно поліпшити якість продукції? Наскільки ефективно використовуються виробничі потужності? Чи можливе покращення виробничих і фінансових результатів? Одним з ключових факторів для вирішення цих завдань є підвищення продуктивності праці в усьому технологічному ланцюжку - від отримання сировини до відвантаження готової продукції. Іншими важливими аспектами автоматизації є забезпечення достовірної технологічної та економічної інформації для прийняття рішень в будь-який момент часу та забезпечення безперебійності та безпеки технологічних процесів. Для цього треба здійснювати технічне переоснащення діючих технологічних ліній елеваторів і зерноскладів на базі збудованого високопродуктивного і ефективного технологічного і транспортного обладнання.

З кожним роком виробництво зерна та олійного насіння в нашій країні збільшується. тому відповідно треба збільшувати кількість складських площ для зберігання цієї продукції.

Україні необхідно розвинути зернопереробну промисловість з сучасним обладнанням, яка зможе забезпечити наше населення продукцією високої якості. Досконалість технологічних процесів та кваліфікація робітників безпосередньо впливають на ефективність виробництва. Для досягнення більшої ефективності необхідно розширювати матеріально-технічну базу для приймання, обробки і зберігання зерна. Однак будівництво нових підприємств потребує значних

капіталовкладень, що є викликом для нашої країни в сучасних умовах. Тому багато існуючих підприємств проходять процес модернізації або реконструкції, впроваджують нові вдосконалені технології та технологічні лінії, щоб підвищити ефективність. Тому темою даної кваліфікаційної роботи є: «Удосконалення технологічної лінії з первинної обробки зерна пшениці в умовах ТОВ «Белгравія» Дніпровського району Дніпропетровської області».

## 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

### 1.1 Характеристика підприємства

Виробничі потужності, а саме елеватор ТОВ «Белгравія» розташований в Дніпровському районі в Південній частині Дніпропетровської області, заснований в 2001 р. На елеваторі працює близько 25 робітників. Відстань від елеватора до м. Дніпро складає 60 км. Розташування елеватора ТОВ «Белгравія» на місцевості приведено на рис. 1.1.

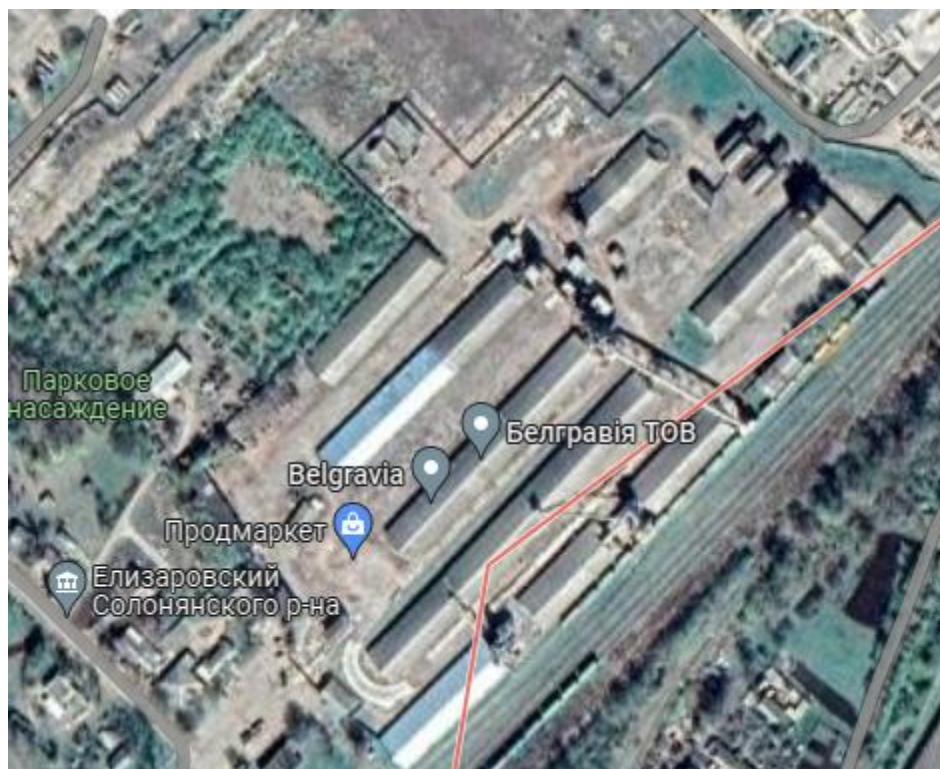


Рисунок 1.1 – Елеватор ТОВ «Белгравія»

Елеватор також має зв'язок з автотранспортними та залізничними шляхами області, через які відбувається обіг зерна та насіння. Елеватор виконує наступні важливі операції:

- приймання;



- очищення;
- сушіння
- зберігання
- відпуск зерна.

Після прибуття на елеватор зерно аналізується для визначення його якості. У ВТЛ зразки відбираються з окремих партій зерна, що надійшли автомобільним транспортом. Зернові та олійні культури приймаються відповідно до встановлених стандартів якості.. Основними заготівельними культурами на підприємстві є пшениця та ячмінь.

Основним завданням ВТЛ є вимірювання фізико-хімічних показників якості зернових та олійних культур з відповідною точністю, відповідно до нормативних документів, а також надання рекомендацій щодо усунення недоліків і дослідження причин їх виникнення з метою запобігання їм у майбутньому. У штат ВТЛ входять такі ключові посади як: керівник відділу ВТЛ, технік-лаборант та лаборант.

На елеваторі встановлено технологічне обладнання як вітчизняного так і закордонного виробництва. Для очистки зерна використовується наступне зерноочисне обладнання: сепаратор повітряно-решітний А1-БІС-100 та трієри А9-УТК-6 та А9-УТО-6. Для сушки зерна сушарка шахтного типу Schmidt-Seeger типу «Есо Dry».

Елеватор має силоси для зберігання зерна у кількості вісім штук ємністю по 5000 т. Загальна ємність елеватора складає 40000 тон.

На період заготівлі на підприємстві передбачено тризмінний графік роботи, та двозмінний у міжсезонний.

## 1.2 Характеристика основної культури, що приймається на елеваторі

Елеватор ТОВ «Белгравія» спеціалізується на прийманні майже всіх зернових та олійних культур, але найбільш розповсюдженими є пшениця, ячмінь, кукурудза та

насіння соняшника. Найбільших обсягів за прийманням досягає зерно пшениці, в середньому за минулий рік, обсяг приймання склав 28000 тон за період заготівель.

Товарна партія зерна, що поставляється на підприємство, повинна забезпечити одержання кінцевого продукту заданої якості й асортиментів відповідно до регламенту технології. Тому якість зерна повинна бути не нижче показників, передбачених стандартами на зерно.

В зернівці пшениці, що вирощується в Україні, міститься біля 75 – 82 % мучнистого ядра, 1,8 – 3,2 % зародок зі щитком, 5,6 – 9,4 плодових і насінневих оболонок, 6,8 – 9,2 % алейронового шару. Вказані співвідношення і їх коливання залежать від сортових особливостей і ґрунтово-кліматичних умов вирощування зерна.

Зерно пшениці містить білки, вуглеводи, жири, мінеральні речовини, а також вітаміни, ферменти. Різні анатомічні частини зерна значно відрізняються за своїм хімічним складом.

Існує три групи показників якості, які використовуються для оцінки технологічних властивостей зернової маси. Ці показники характеризують загальний стан зернової маси, її мукомельні властивості та властивості, необхідні для випікання хліба.

Для оцінки загального стану зернової маси використовуються різні показники, такі як смак, запах, колір, вологість, наявність зернової і смітної домішок, наявність шкідників та кількість дрібної фракції зерна (прохід через сито з розміром отворів 2,0×20 мм або 2,2×20 мм).

Показники, що характеризують борошномельні властивості зерна, включають: крупність, скловидність, вирівненість, об'ємну масу (натуру), масу 1000 зерен, густина, розмелюваність і типовий склад зернової маси. Щодо хлібопекарських властивостей пшениці, їх можна оцінити за такими показниками: вміст і якість клейковини, здатність до утворення газу, дисперсний склад муки, фізичні властивості тіста і результати пробної випічки хліба.

Високі показники якості можуть бути досягненні, якщо зерно має високу скловидність, вирівненність, об'ємну масу, зольність.

Скловидність та борошністість є важливими показниками якості зерна, оскільки вони впливають на якість отриманого продукту. Скловидне зерно в пшениці має щільну і тверду структуру, що робить його менш придатним для подрібнення. У процесі помелу скловидне зерно забезпечує більший вихід якісних крупок, з яких можна отримати більше високоякісного борошна. Тверді сорти пшениці, які мають скловидну структуру, містять більше білкових речовин, що сприяє високому вмісту клейковини в борошні та покращує хлібопекарські властивості. Борошномельні властивості зерна визначаються співвідношенням між окремими його частинками та хімічним складом.

Також, зерно не повинно мати затхлий, солодовий та інші сторонні запахи, плісняву, не мати ознак самозігрівання.

У виробництві, успішний вихід продукції залежить не лише від масових співвідношень складових частин, але також від якості самого матеріалу. Якість зерна визначається різними фізичними характеристиками, такими як скловидність ендосперму, його щільність та твердість, в'язкість оболонки, міцність зв'язків між крохмальними клітинами та алейроновим шаром, алейроновим шаром та насінневими оболонками, а також фізичними ознаками зерна, такими як вологість, засміченість, об'ємна маса і лінійні розміри. Кожна з цих характеристик має вплив на вибір оптимальних методів та режимів очищення та подрібнення зерна.

Загальні показники якості зерна м'якої пшениці згідно ДСТУ 3768: 2010 наведені в табл. 1.2 [15].

М'яку пшеницю групи А використовують для задоволення продовольчих потреб, особливо в борошномельній та хлібопекарській галузях, а також для експорту. Пшеницю групи Б і 6-го класу використовують як для продовольчих, так і для непродовольчих потреб, а також для експорту. У разі потреби визначення інших якісних показників зерна, які не впливають на його класифікацію (наприклад, сила

борошна за альвеографом, індекс седиментації та інші), може бути проведене відповідно до визнаних у світі стандартних методик на вимогу замовника.

Зерно твердої та м'якої пшениці всіх класів повинно відповідати таким критеріям як здоровий стан, відсутність зіпрілості та теплового пошкодження. Зерно має мати характерний запах, характерний для здорового зерна, відсутність неприємних запахів, таких як затхлий, солодовий, пліснявий, гнилісний, полинний, сажковий, запах нафтопродуктів тощо. Колір зерна повинен відповідати типовому. Зерно пшениці не повинно бути зараженим шкідниками.

Таблиця 1.2 – Показники якості зерна м'якої пшениці згідно ДСТУ 3768: 2010

Показники	Характеристика і норма для м'якої пшениці за групами та класами					
	А			Б		6
	1	2	3	4	5	
<b>Натура, г/л, не менше ніж</b>	760	740	730	710	690	Не обмежено
<b>Склоподібність, %, не менше ніж</b>	50	40				Не обмежено
<b>Вологість, %, не більше ніж</b>	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0
<b>Зернова домішка, %, не більше ніж</b>	5,0	8,0	8,0	10,0	12,0	15,0
зокрема:						
біті зерна	5,0	5,0	5,0			У межах зернової домішки
зерна злакових культур	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	У межах зернової домішки
пророслі зерна	2,0	3,0	3,0	4,0	4,0	У межах зернової домішки
<b>Сміттєва домішка, %, не більше ніж</b>	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	5,0
зокрема:						
мінеральна домішка	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0
зокрема:						
галька, шлак, руда	0,15	0,15	0,2	0,15	0,2	У межах мінеральної домішки
зіпсовані зерна	0,3	0,3	0,5	0,3	0,5	1,0
зокрема:						
фузаріозні зерна						У межах зіпсованих зерен
шкідлива домішка	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5
зокрема:						
сажка, ріжки	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1
триходесма сива						Не дозволено
кукіль						У межах шкідливої домішки
кожен з видів іншого токсичного насіння	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1
<b>Сажкове зерно, %, не більше ніж</b>	5,0	5,0	8,0	5,0	8,0	10,0
<b>Масова частка білка, у перерахунку на суху речовину, %, не менше ніж</b>	14,0	12,5	11,0	12,5	10,5	Не обмежено
<b>Масова частка сирієї клейковини, %, не менше ніж</b>	28,0	23,0	18,0			Не обмежено
<b>Якість клейковини:</b>						
група	I-II	I-II	I-II			Не обмежено
одиниць приладу ВДК	45 – 100	45 – 100	20 – 100			
<b>Число падання, с, не менше ніж</b>	220	180	150	150	130	Не обмежено

Якщо пшениця втратила свій природний колір через неблагоприятні умови дозрівання, збирання або зберігання, її вважають "знебарвленою" і вказують ступінь знебарвленості. Для м'якої пшениці групи А і групи Б допускається перший і другий ступені знебарвленості, а для 6-го класу - будь-який ступінь знебарвленості.

Якщо м'яка пшениця не відповідає мінімальним вимогам якості хоча б за одним показником, вона буде переведена в відповідний клас, що відповідає її якості. Якщо показники кількості та якості клейковини не відповідають мінімальним вимогам для групи А, пшеницю переведуть в групу Б, при умові виконання інших вимог до якості. Якщо хоча б один показник м'якої пшениці не відповідає вимогам для груп А і Б, її переведуть в 6-й клас.

Якщо тверда пшениця не відповідає граничній нормі якості хоча б за одним показником, вона буде переведена в відповідний клас відповідно до якості..

#### Висновки за розділом

В даному розділі кваліфікаційної роботу приведено коротку характеристику елеватор ТОВ «Белгравія» Дніпровського району Дніпропетровської області, встановлено, що даний елеватор більшою мірою спеціалізується на прийманні та первинній обробці зерна пшениці, в середньому обсяги приймання складають біля 26000 тон за період заготівель. Також приведено характеристику зерна пшениці, як найбільш заготівельної культури на елеваторі.

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Опис діючої технологічної схеми

Рух зерна по території елеватора товариства з обмеженою відповідальністю «Белгравія» починається з лабораторії. За допомогою пневматичного пробовідбірника Rakoraf-2 відбираються проби зерна, визначається його якість та подальший рух по території елеватора.

З лабораторії кожен автомобіль надходить на вагову та авторозвантажувач. Авторозвантажувач знаходиться біля робочої башти, яка приймає як зернові так і олійні культури.

Основним засобом механізації розвантаження зернових та олійних культур із автомобілів та автопоїздів на елеваторі є автомобілерозвантажувачі, які можуть розвантажувати зерно та насіння із автомобілів через задній або боковий борт, а причепи тільки через боковий.

На елеватор ТОВ «Белгравія» поступає зерно злакових у великій кількості, тому підприємство оснащено автомобілерозвантажувачем марки У-АРГ-12, який призначений для розвантаження зерна та насіння через відкритий задній борт з одиночних автомобілів та тягачів з напівпричепами з довжиною до 15,7 м і загальною масою до 45 т і розвантаження через відкритий бічний борт причепів з довжиною до 6,4 м і загальною масою до 20 т без розчеплення їх від автомобілів. Під розвантажувачем встановлено накопичувальний бункер ємністю 30 т. З приймального бункера зерно надходить на стрічковий транспортер Schmidt-Seeger-100.

У робочій башті встановлено транспортне обладнання (1 норія Schmidt-Seeger-100, продуктивністю 100 т/год; 3 стрічкових транспортерів Schmidt-Seeger-100; розвантажувальний транспортер Schmidt-Seeger; самопливні труби), зерночисне обладнання (сепаратор А1-БІС-100, фактична продуктивність 60 т/год); обладнання

для сушки зерна та насіння (сушарка Schmidt-Seeger «Eco Dry», продуктивність 90 т/год).

Пройшовши через похилий стрічковий транспортер зерно надходить до норії, нею підіймається до самого верху робочої башти і вивантажується в накопичувальний бункер, звідти проходячи через автоматичні ваги, направляється до розподільної труби. За допомогою розподільної труби, в залежності від кондиції зерна, воно розподіляється на три потоки:

- зерно, що можна направляти в склад на зберігання, воно потрапляє з розподільної труби до розвантажувального конвеєру, що сполучений з силосним корпусом;

- зерно, що має базисну вологу, але засмічене, воно з розподільної труби потрапляє в надсепараторний бункер, з нього до сепаратора А1-БІС-100 на очистку, потім в залежності від призначення зернового вороху, воно може бути ще направлено на трієрний блок. З трієрного блоку в бункер очищеного зерна, а звідти на норію через ваги та розподільну трубу до розвантажувального конвеєра і на зберігання в силоси.

- зерно, що має підвищений відсоток вологи, його з розподільної труби направляють через стрічковий транспортер до надсушильного бункера, де воно накопичується і надходить до сушарки типу Schmidt-Seeger «Eco Dry» продуктивністю 90 тон на годину.

Висушуваний продукт проходить крізь сушарку під дією сили тяжіння зверху вниз. Всередині вертикальних шахт, через які проходить продукт, проложені горизонтально коробки теплого повітря і витяжної вентиляції. Форма даху з цими коробами оптимізована для рівномірного проходження продукту.

Діюча технологічна схема лінії з приймання та первинної обробки зерна пшениці товариства з обмеженою відповідальністю «Белгравія» приведена на рис. 2.1.

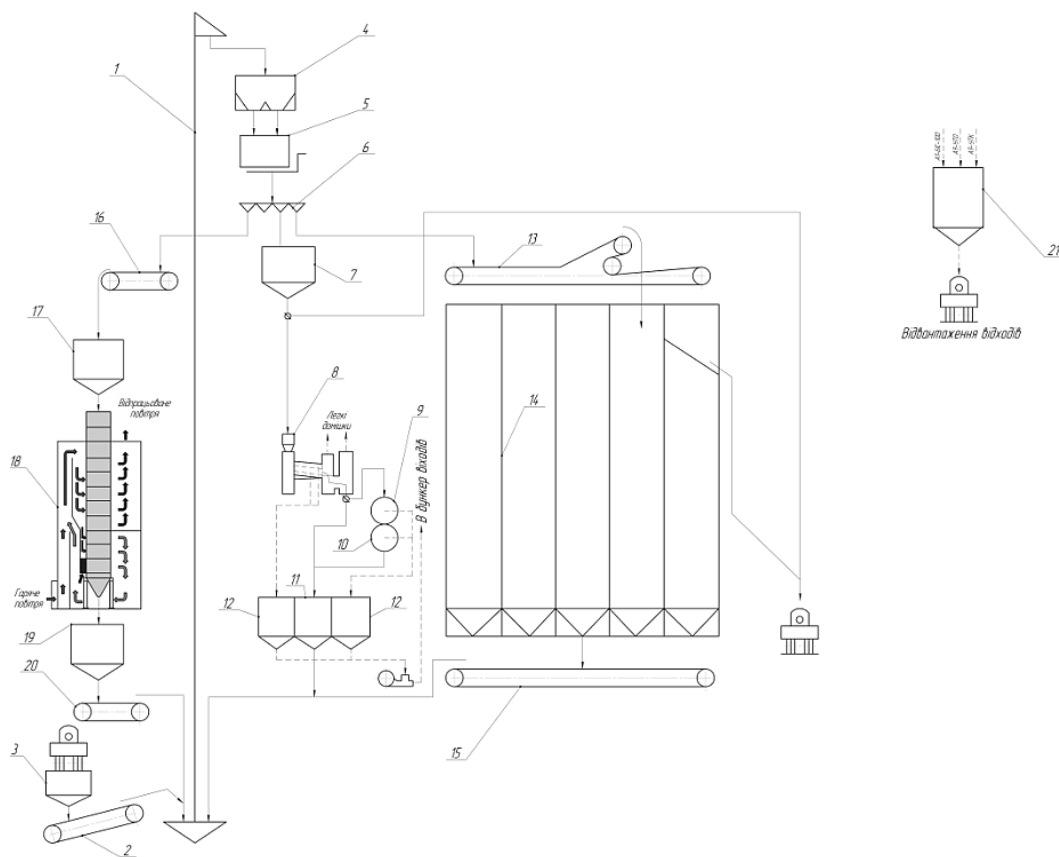


Рисунок 1.1 – Діюча технологічна схема лінії первинної обробки зерна  
ТОВ «Бедгравія»

1 – норія; 2 – приймальний конвеєр; 3 – приймальний бункер; 4 – надваговий бункер;  
5 – ковшові ваги; 6 – труба розподільна; 7 – надсепараторний бункер; 8 – повітряно-  
решітний сепаратор; 9 – трієр куколевідбірник; 10 – трієр вівсюговідбірник; 11 –  
підсепараторний бункер; 12 – бункер для відходів; 13 – завантажувальний конвеєр;  
14 – силосний корпус; 15 – розвантажувальний конвеєр; 16 – стрічковий  
транспортер; 17 – надсушильний бункер; 18 – сушарка; 19 – підсушильний бункер;  
20 – стрічковий транспортер; 21 – бункер відходів.

Короби даху відкриті внизу по всій довжині. Тепле повітря проходить по передній стороні даху теплого в колонки і продуває лежачий засипаний продукт. При цьому продукт нагрівається і віддає свою вологу в продукт, який проходить і



висихає. Повітря в результаті цього охолоджується і робиться вологим до меж насичення. Вологе повітря виходить через сусідні камери вихідного повітря.

За допомогою витяжного вентилятора це повітря видаляється з сушарки.

В першу годину сушіння зерно ще не висихає до необхідного ступеня. Його необхідно направити в камеру повторно. Для цього вимірюють кожні 15 хвилин вміст вологи відвантаженого продукту. Як тільки буде досягнута бажана вологість, продукт можна направляти в силос.

Якщо в силосі відсутня можливість вентиляювання навколишнім повітрям, то необхідно забезпечити хороше охолодження.

Для попередження утворення грудочок необхідно обов'язково провести вентиляювання впродовж 2 годин.

Якщо процес сушки переривається на час більше доби, то сушарку необхідно опорожнити.

Якщо зерно надходить з великою вологістю і сушарка не в змозі зняти вологість до базисних кондицій, то сировину пропускають двічі.

Потім висушене зерно надходить за допомогою транспортних систем до силосного корпусу на зберігання.

## 2.2 Пропозиції щодо удосконалення

Провівши детальний аналіз роботи існуючої технологічної схеми приймання, очищення, сушіння, зберігання та відвантаження зерна злакових на автотранспорт та врахувавши можливості підприємства, ми прийшли до висновку про необхідність проведення удосконалення технологічної схеми з метою збільшення продуктивності лінії та підвищення ефективності роботи зерноочисного обладнання. Для цього було запропоновано додатково встановити скальператор фірми Schmidt-Seeger типу SDS-1213, що дасть змогу частково зменшити навантаження на основний сепаратор тим самим продовжити його термін експлуатації. А також

замінити основний сепаратор А1-БІС-100 на сепаратор фірми Schmidt-Seeger SMA-203-3. Продуктивність запропонованого обладнання складає 100 т/год. Передбачається, що впровадження нового технологічного обладнання дасть змогу збільшити обсяги надходження зерна пшениці в середньому на 4000 тон.

Технологічна схема роботи елеватора ТОВ «Белгравія» після удосконалення приведена на рис. 2.2.

На елеватор ТОВ «Белгравія» зерно пшениці надходить у великій кількості, тому підприємство оснащено автомобілерозвантажувачем марки У-АРГ-12. Під розвантажувачем встановлено накопичувальний бункер ємністю 30 т. З приймального бункера зерно надходить на стрічковий транспортер Schmidt-Seeger-100.

Пройшовши через похилий стрічковий транспортер зерно надходить до норії, нею підіймається до самого верху робочої башти і вивантажується в накопичувальний бункер, звідти проходячи через автоматичні ваги, направляється до розподільної труби. За допомогою розподільної труби, в залежності від кондиції зерна, воно розподіляється на три потоки:

- зерно, що можна направляти в силосний корпус на зберігання, воно потрапляє з розподільної труби до розвантажувального конвеєру, що розташований над силосним корпусом;

- зерно, що має базисну вологу, але засмічене, воно з розподільної труби потрапляє в надсепараторний бункер, з нього до скальператора Schmidt-Seeger типу SDS-1213 а потім на сепаратор Schmidt-Seeger SMA-203-3 для кінцевого очищення віддомішок, потім в залежності від призначення зернового вороху, воно може бути ще направлено на трієрний блок. З трієрного блоку в бункер очищеного зерна, а звідти на норію через ваги та розподільну трубу до розвантажувального конвеєра і на зберігання в силосний корпус або на відвантаження.

- зерно, що має підвищений відсоток вологи, його з розподільної труби направляють через стрічковий транспортер до надсушильного бункера, де воно

накопичується і надходить до сушарки типу Schmidt-Seeger «Eco Dry» продуктивністю 90 тон на годину.

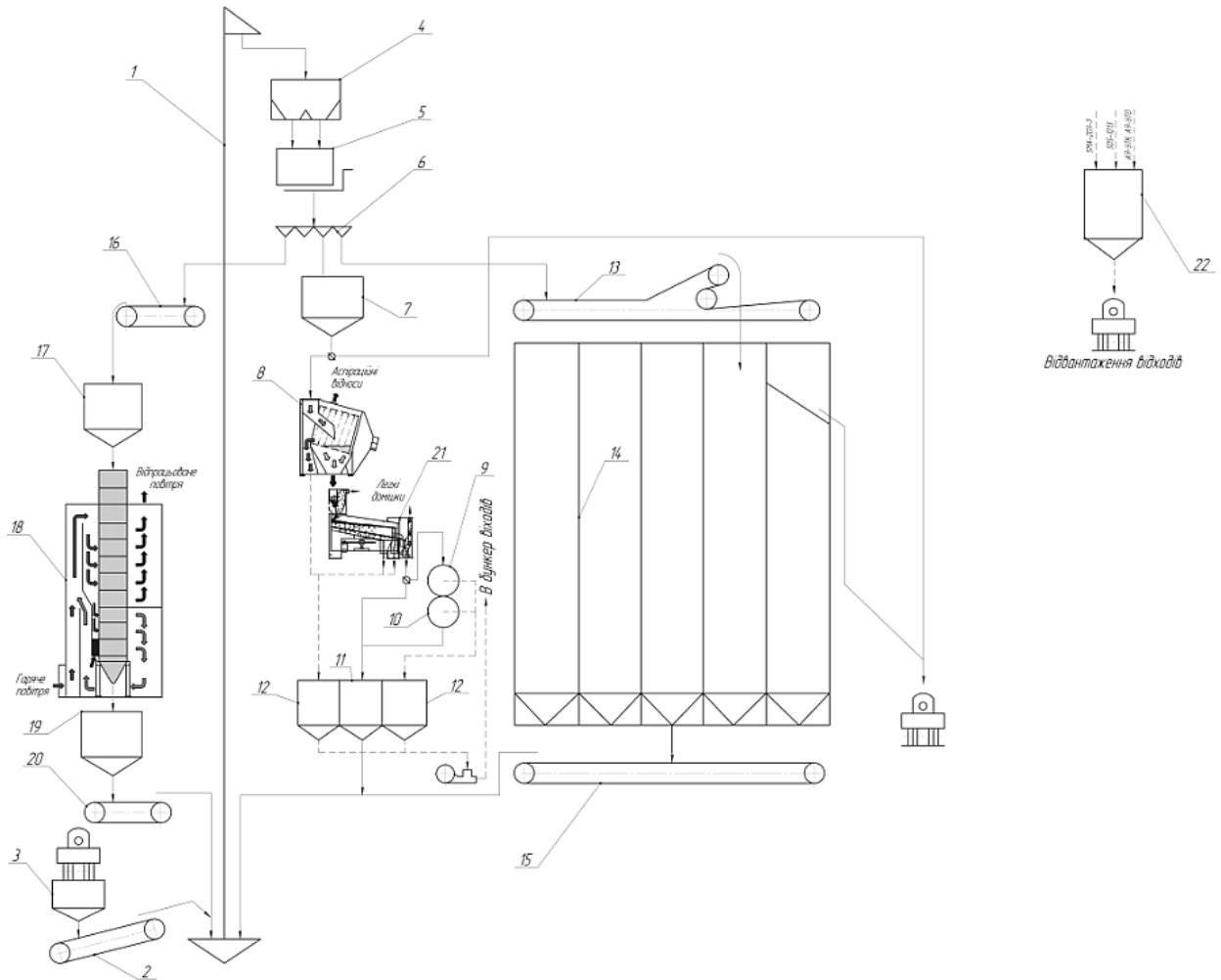


Рисунок 2.2 – Технологічна схема роботи елеватора ТОВ «Белгравія» після удосконалення

- 1 – норія; 2 – приймальний конвеєр; 3 – приймальний бункер; 4 – надваговий бункер;  
 5 – ковшові ваги; 6 – труба розподільна; 7 – надсепараторний бункер;  
 8 – скальператор; 9 – трієр куколевідбірник; 10 – трієр вівсюговідбірник;  
 11 – підсепараторний бункер; 12 – бункер для відходів; 13 – надсилосний конвеєр;  
 14 – силоси; 15 – підсилосний конвеєр; 16 – стрічковий транспортер;  
 17 – надсушильний бункер; 18 – сушарка; 19 – підсушильний бункер;  
 20 – стрічковий транспортер; 21 – повітряно-решітний сепаратор; 22 – бункер відходів.

Висушуваний продукт проходить крізь сушарку під дією сили тяжіння зверху вниз. В середині вертикальних шахт, через які проходить продукт, проложені горизонтально короби теплого повітря і витяжної вентиляції. Форма даху з цими коробами оптимізована для рівномірного проходження продукту.

Якщо зерно надходить з великою вологістю і сушарка не в змозі зняти вологість до базисних кондицій, то сировину пропускають двічі.

Потім висушене зерно надходить за допомогою транспортних систем до силосного корпусу на зберігання.

Сепарувальні машини приєднані до аспіраційної установки з фільтром. Шлюзова заслінка і вентилятор очищають від пилу наступні машини і обладнання: приймальну норію, сепарувальні машини, ваги.

Круглі сталеві силоси мають шиберні електрозаслінки. Розвантаження круглих сталевих силосів відбувається при відкритті шиберної заслінки випускного отвору. Потім зерно розвантажувальним транспортером подається на розподільник. Елеватор обладнаний пунктом завантаження в автотранспорт. Продуктивність завантаження – 100 т/год.

На території елеватора розміщені наступні будівлі та споруди: адміністративна будівля з лабораторією і ваговою; автоматичні ваги; автоприймальний майданчик; робоча башта; зерносушарка; силоси вологого зерна; силос сухого зерна; силоси основного зберігання; бункер відходів; бункер завантаження зерна на автотранспорт; пожежні резервуари; насосна станція протипожежного водопостачання; матеріальний склад; майстерня; трансформаторна підстанція.

## Висновки за розділом

В даному розділі кваліфікаційної роботи було охарактеризовану схему діючої технологічної лінії з первинної обробки зерна пшениці на елеваторі ТОВ «Белгравія», встановлено її слабкі місця, що в цілому впливає на якість та кількість

зерна що може прийняти елеватор за період заготівлі та на якість його обробки. Вирішено здійснити удосконалення технологічної схеми з метою збільшення продуктивності лінії та підвищення ефективності роботи зерноочисного обладнання. Для цього було запропоновано додатково встановити скальператор фірми Schmidt-Seeger типу SDS-1213, що дасть змогу частково зменшити навантаження на основний сепаратор тим самим продовжити його термін експлуатації. А також замінити основний сепаратор А1-БІС-100 на сепаратор фірми Schmidt-Seeger SMA-203-3. Продуктивність запропонованого обладнання складає 100 т/год. Передбачається, що впровадження нового технологічного обладнання дасть змогу збільшити обсяги надходження зерна пшениці в середньому на 4000 тон.

Отже, запропоноване рішення на нашу думку дасть позитивний результат, як точки зору технології так і з точки зору економічної ефективності лінії в цілому.

### 3 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Технологічний та розрахунок кількості обладнання

Передбачається, що впровадження нового технологічного обладнання дасть змогу збільшити обсяги надходження зерна пшениці в середньому на 4000 тон.

Періоди (рік, місяць, доба, година) за які на елеваторі виконані максимальні обсяги роботи по прийманню і відпуску зерна називають розрахунковими. Ці обсяги робіт у фізичних тонах варто використовувати для розрахунку технологічного обладнання. Для заготівельних елеваторів, що фіксують обсяг заготівлі зерна у заліковій масі ( $A_{зал}$ , т), необхідно передбачати його перерахунок у фізичні тони ( $A_{фіз}$ , т):

$$A_{фіз} = A_{зал} \cdot K_{\phi}, \quad (3.1)$$

де  $K_{\phi}$  – коефіцієнт перерахунку залікової маси у фізичні тони,  $K_{\phi} = 2,3$ . [2, 5]

$A_{зал}$  – обсяг заготівлі зерна пшениці у заліковій масі, т.

$$A_{фіз} = 32000 \cdot 2,3 = 73600 \text{ т}$$

За даними підприємства тривалість розрахункового періоду, протягом якого надходить 80 % планового обсягу заготівлі зерна ( $\Pi_p$ , діб) визначаємо з урахуванням термінів і організації збирання врожаю, кліматичних умов і приймання  $\Pi_p = 30$  діб.

Коефіцієнт добової нерівномірності надходження зерна автотранспортом ( $K_{\delta}^a$ ) приймаємо в залежності від обсягу заготівлі ( $A$ , т) і тривалості їх розрахункового періоду ( $\Pi_p$ , діб). Приймаємо  $K_{\delta}^a = 1,6$  [2, 5].

Коефіцієнт годинної нерівномірності надходження зерна автотранспортом ( $K_{\varepsilon}^a$ ). Приймаємо  $K_{\varepsilon}^a = 1,3$  [2, 5].

За даними підприємства розрахунковий час роботи технологічного обладнання (крім зерносушарок) (т, год/добу) приймаємо  $T = 24$  години за добу. [2, 5]

При надходженні зерна автотранспортом розрахунковий добовий ( $A_{\text{но}}^a$ , т/добу) та годинний ( $A_{\text{не}}^a$ , т/год) об'єми визначаємо за формулами:

$$A_{\text{но}}^a = \frac{0,8 \cdot A_{\text{нр}}^a \cdot K_{\delta}^a}{\Pi_p}, \quad (3.2)$$

де  $K_{\delta}^a$  – коефіцієнт добової нерівномірності надходження зерна автотранспортом, приймаємо рівний 1,6 [5];

$\Pi_p$  – тривалість розрахункового періоду, приймаємо 30 діб;

$A_{\text{но}}^a$  – добовий обсяг надходження зерна автотранспортом, т/добу;

$A_{\text{нр}}^a$  – обсяг надходження зерна автотранспортом за розрахунковий період, т.

Отже,

$$A_{\text{нр}}^a = 0,8 \cdot A_{\text{фіз}}, \quad (3.3)$$

де  $A_{\text{нр}}^a$  – обсяг надходження зерна автотранспортом за розрахунковий період, т;

$A_{\text{фіз}}$  – обсяг заготівлі зерна у фізичних тонах, т.

$$A_{np}^a = 0,8 \cdot 73600 = 58800 \text{ т}$$

Тоді,

$$A_{нд}^a = \frac{0,8 \cdot 58800 \cdot 1,6}{30} = 2508,8 \text{ т/добу}$$

Годинний обсяг надходження автотранспортом розрахуємо за формулою [2, 5]

$$A_{нг}^a = \frac{A_{нд}^a \cdot K_z^a}{T}, \quad (3.4)$$

де  $K_z^a$  – коефіцієнт годинної нерівномірності надходження зерна. Приймаємо

$$K_z^a = 1,3;$$

$A_{нд}^a$  – добовий обсяг надходження зерна автотранспортом, т/добу;

$A_{нг}^a$  – годинний обсяг надходження зерна автотранспортом, т/год.

$$A_{нг}^a = \frac{2508,8 \cdot 1,3}{24} = 130,6 \text{ т/год}$$

При відпуску зерна на автотранспорт приймаємо розрахунковий місячний відпуск ( $A_{ем}^a$ , т/міс): [2, 5]

$$A_{ем}^a = \frac{A_{сп}^a}{N \cdot K_{ем}^a}, \quad (3.5)$$



де  $A_{\text{вп}}^a$  – річний об'єм відпуску зерна на автотранспорт. Приймаємо  $A_{\text{вп}}^a = A_{\text{нр}}^a = 58800$  т;

$K_{\text{вм}}^a$  – коефіцієнт нерівномірності місячного відпуску зерна на автотранспорт, приймаємо  $K_{\text{вм}}^a = 2,0$  [2, 5];

$N$  – число місяців відпуску. Згідно даних підприємства, приймаємо  $N = 3$  місяці.

$$A_{\text{вм}}^a = \frac{58800}{3 \cdot 2,0} = 9813 \text{ т/місяць}$$

Добовий відпуск зерна на автотранспорт розраховується за формулою:

$$A_{\text{вд}}^a = \frac{A_{\text{вм}}^a}{T_{\text{м}}^a \cdot K_{\text{вд}}^a}, \quad (3.6)$$

де  $K_{\text{вд}}^a$  – коефіцієнт добової нерівномірності відпуску зерна на автотранспорт, приймаємо  $K_{\text{вд}}^a = 2,5$  [2, 5];

$T_{\text{м}}^a$  – тривалість відпуску за добу, згідно даних підприємства  $T_{\text{м}}^a = 24$  години;

$A_{\text{вм}}^a$  – місячний відпуск зерна на автотранспорт, т/місяць;

$A_{\text{вд}}^a$  – добовий відпуск зерна на автотранспорт, т/добу.

$$A_{\text{вд}}^a = \frac{9813}{24 \cdot 2,5} = 163,5 \text{ т/добу.}$$

Годинний відпуск зерна на автотранспорт розраховуємо за формулою:

$$A_{\text{вз}}^a = \frac{A_{\text{вд}}^a}{T_{\text{вд}}^a \cdot K_{\text{вз}}^a}, \quad (3.7)$$

де  $K_{\text{вз}}^a$  – коефіцієнт годинної нерівномірності відпуску зерна на автотранспорт, приймаємо  $K_{\text{вз}}^a = 2,9$  [5];

$T_{\text{вд}}^a$  – тривалість відпуску за годину на автотранспорт, згідно даних підприємства

$T_{\text{вд}}^a = 1$  годину;

$A_{\text{вз}}^a$  – годинний відпуск зерна на автотранспорт, т/год;

$A_{\text{вд}}^a$  – добовий відпуск зерна на автотранспорт, т/добу.

$$A_{\text{вз}}^a = \frac{163,5}{1 \cdot 2,9} = 56,4 \text{ т/год.}$$

В складі підприємства згідно з характером і обсягом робіт з зерном передбачаємо пристрої приймальної (візирувальної) і центральної лабораторії.

Приймальні лабораторії з візирувальним майданчиком розташовано перед в'їздом на територію підприємства в місцях, що забезпечують встановлення з двох сторін лабораторії механізованих пробовідбірників і зручних для під'їзду автотранспорту.

Підприємства, які здійснюють заготівлю зерна та насіння підрозділяють на 6 груп в залежності від обсягу заготівлі (див. табл. 3.1).

ТОВ «Белгравія» відноситься до 3 групи підприємств. В залежності від цього передбачаємо приймальну лабораторію з функціями центральної.

Таблиця 3.1 – Групи підприємств в залежності від обсягу заготівлі

Показники	Групи підприємств					
	I	II	III	IV	V	VI
Обсяг заготівлі, тис. т	Більше 65	Більше 35 до 65 включно	Більше 20 до 35 включно	Більше 15 до 25 включно	Більше 5 до 15 включно	До 5 включно
Добовий обсяг заготівлі, тис. т	Більше 4,0	Більше 2,0	Більше 1,5	Більше 1,0	Більше 0,5	До 5 включно
Кількість автомобілів, які надходять за добу	Більше 500	Більше 250	Більше 150	Більше 100	Більше 50	До 50 включно
Число середньодобових проб за добу	Більше 100	Більше 70	Більше 40	Більше 20	Більше 10	До 10 включно

Для приймальної лабораторії кількість механізованих пробовідбірників типу Rakoraf-2 складає 2 шт, по одному пробовідбірнику з двох сторін приймальної лабораторії.

Необхідну кількість автомобільних вагів ( $N$ , шт) визначаємо за формулою:

$$N = 0,000666 \cdot A \cdot K_{\text{вд}} \cdot K_{\text{вз}} \cdot \frac{t}{P_p} \cdot G_a, \quad (3.8)$$

де  $t$  – час, необхідний для дворазового зважування одного автомобіля і оформлення відповідної документації,  $t = 3$  хв;

$G_a$  – розрахункова вантажопід'ємність автомобіля, т,  $G_a = 20$  т.

$$N = 0,000666 \cdot 58800 \cdot 2.5 \cdot 2.9 \cdot \frac{30}{30} \cdot 20 = 1,41$$

Приймаємо  $N = 2$  шт.

На підприємстві встановлюємо один комплект вагів (2 шт) марки «Schmidt-Seeger-60».

Продуктивність автомобілерозвантажувача У-АРГ-12 ( $Q_{ap}$ , т/год) визначаємо за формулою:

$$Q_{ap} = Q_{ap} \cdot K_n \cdot \frac{K_{\text{єз}}}{1,2}, \quad (3.9)$$

де  $Q_{ap}$  – паспортна продуктивність автомобілерозвантажувача, т/год,  $Q_{ap} = 140$  т/год;

$K_n$  – коефіцієнт зниження технологічної продуктивності автомобілерозвантажувача,  $K_n = 1,0$  [1];

$K_{\text{єз}}$  – коефіцієнт продуктивності обладнання в залежності від стану зерна за вологістю і засміченістю,  $K_{\text{єз}} = 0,8$  [1].

$$Q_{ap} = 140 \cdot 1 \cdot \frac{0,8}{1,2} = 93,33 \text{ т/год}$$

Місткість приймального бункера під автомобілерозвантажувачем складає 30 тон.

Необхідну кількість і продуктивність машин для очищення зерна повинна відповідати продуктивності лінії прийому зерна і визначається за формулою:

$$Q_c = \frac{0,04}{\Pi_p} \cdot \frac{A_{чр}}{K}, \quad (3.10)$$

де  $K$  – коефіцієнт, що залежить від культури, вологості і вмісту відокремлювальної домішки,  $K = 0,6$  [1].

$$Q_c = \frac{0,04}{30} \cdot \frac{29400}{0,6} = 63,7 \text{ т/год}$$

Для очищення зерна від домішок застосовують повітряно-ситові сепаратори різних типів, як вітчизняного так зарубіжного виробництва.

Згідно з умовами удосконалення доцільним буде встановити саме сепаратор Schmidt-Seeger-100 продуктивність якого складає 100 т/год.

Кількість сепараторів ( $N_c$ , шт.) визначаємо за формулою:

$$N_c = \frac{Q_c}{Q_{cn}}, \quad (3.11)$$

де  $Q_{cn}$  – паспортна продуктивність сепаратора, який встановлено на лінії, т/год,  
 $Q_{cn} = 100 \text{ т/год}$ .

$$N_c = \frac{63,7}{100} = 0,637$$

Приймаємо  $N_c = 1$  шт.

В технологічній схемі встановлюємо повітряно-ситовий сепаратор марки Schmidt-Seeger-100 продуктивністю 100 т/год.

Місткість надсепараторних і підсепараторних бункерів приймаємо з урахуванням продуктивності лінії 100 т/год та запасу для безперебійної їх роботи протягом 2 годин. Отже місткість кожного бункера становитиме по 200 т.

Розрахунковий обсяг сушіння зерна ( $A_c$ , пл. т) для підприємства в цілому визначають за формулою:

$$A_c = 0,8 \cdot A_{np} \cdot K_\theta \cdot K_\kappa, \quad (3.12)$$

де  $K_\theta \cdot K_\kappa$  – це добуток перерахунку маси просушеного зерна у планові одиниці в залежності від вологості зерна. Визначаємо за «Інструкцією по сушінню продовольчого, кормового зерна, насіння олійних культур і експлуатації зерносушарок».

$$A_c = 0,8 \cdot 29400 \cdot 1,3 \cdot 2,85 = 87141,6 \text{ пл. т}$$

Розрахункову кількість зерна, що може просушити зерносушарка за період заготівлі ( $Q_z$ , пл. т/год) визначаємо за формулою:

$$Q_z = Q_{z.cn} \cdot 2,05 \cdot P_p \cdot K_{np} \cdot K_\theta, \quad (3.13)$$

де  $Q_{z.cn}$  – паспортна продуктивність зерносушарки, пл. т,  $Q_{z.cn} = 90$  пл. т;

2,05 – число годин роботи сушарки за добу;

$K_{np}$  – коефіцієнт, що враховує зменшення продуктивності зерносушарки,  $K_{np} = 0,35$ ;

$K_\theta$  – коефіцієнт, що враховує зменшення продуктивності зерносушарки, на елеваторах,  $K_\theta = 1$  [1].

$$Q_z = 90 \cdot 2,05 \cdot 30 \cdot 0,35 \cdot 1 = 1291,5 \text{ пл. т/год}$$

Зерносушарки спроектовано у комплекті з накопичувальними і оперативними бункерами. Сумарну місткість накопичувальних бункерів приймаємо з розрахунком роботи зерносушарок не менше ніж на 3 доби.

Сумарну місткість оперативних бункерів для сухого і сирого зерна приймаємо з розрахунком безперебійної роботи зерносушарок не менше 8 годин.

Сумарну місткість накопичувальних і оперативних бункерів, що рекомендуються для розміщення сухого і сирого зерна зерносушарки приймаємо за таблицею 3.2.

Таблиця 3.2 – Місткість накопичувальних і оперативних бункерів, що рекомендовано

Продуктивність зерносушарки, пл. т/год	Місткість оперативних бункерів, т	Місткість накопичувальних бункерів, т
10 – 12,5	100	1000
25 – 32	250	3000
50	400	5000
100	500	10000

Так продуктивність зерносушарки складає 90 т/год, то обираємо місткість оперативних бункерів 400 т, а місткість накопичувальних бункерів відповідно 5000 т.

Розрахунок необхідної кількості норій виходячи з продуктивності 100 т/год наведені у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Розрахунок числа норій

Найменування операцій	Розрахункова формула	Розрахунок
Приймання зерна з автотранспорту	$H = \frac{A_{нз}}{K_g} \cdot K \cdot Q$	$H = \frac{75}{0,8} \cdot 0,5 \cdot 100 = 1,8$
Транспортування зерна на зберігання після основного очищення	$H = \frac{A_{оз.д}}{K_g} \cdot K \cdot Q$	$H = \frac{784}{0,85} \cdot 0,5 \cdot 100 = 18,45$

$$A_{оз.д} = 0,8 \cdot \frac{A_{нр}}{P_p}, \quad (3.14)$$

$$A_{оз.д} = 0,8 \cdot \frac{29400}{30} = 784.$$

У таблиці 3.4 приведений розрахунок норіє-годин.

Таблиця 3.4 – Розрахунок норіє-годин

Найменування операцій	Розрахункова формула	Розрахунок
Приймання зерна з автотранспорту	$H = \frac{A_{нз}}{K_g} \cdot K \cdot Q$	$H = \frac{75}{0,8} \cdot 0,5 \cdot 100 = 2$
Відпуск зерна на автотранспорт	$H = \frac{A_{вд}}{K_g} \cdot Q$	$H = \frac{1000}{0,75} \cdot 100 = 13$
Транспортування зерна на зберігання зерна після основного очищення	$H = \frac{A_{оз.д}}{K_g} \cdot Q$	$H = \frac{784}{0,85} \cdot 100 = 10$

Необхідну кількість норій визначаємо за формулою:

$$N_{нр} = \frac{H_z}{24}, \quad (3.15)$$



де  $H_2$  – сумарна кількість норіє-годин.

$$N_{np} = \frac{25}{24} = 1 \text{ шт.}$$

Остаточну кількість норій приймаємо, виходячи з формули:

$$N_{нз} = \frac{H_{np}}{K_6}, \quad (3.16)$$

де  $K_6$  – коефіцієнт використання норій за часом [1];

$K$  – коефіцієнт використання норій, який залежить від числа норій.

$$N_n = \frac{1}{0,65} = 1,54,$$

Розрахункова кількість норій складає  $N_n = 2$  шт.

Для обслуговування даної технологічної схеми необхідно встановити 1 норію.

Продуктивність конвеєрів на операціях приймання зерна з автотранспорту, транспортування зерна в силос і з силосу, транспортування зерна після сушіння приймаємо 100 т/год.

Кут підйому похилої частини стрічкового конвеєра приймаємо не більше  $14^\circ$ .

Радіус кривих підйому конвеєра приймаємо 85 м.

Лінійну швидкість стрічкового конвеєра приймаємо не більше 2,8 м/с.

Розрахункову теоретичну пропускну здатність зернопроводів (при куті нахилу самопливної труби до горизонту  $36^\circ$ ) та їх деталей (сектори, засувки, перекидні клапани тощо) приймаємо при продуктивності транспортуючого обладнання  $Q = 100$  т/год діаметр  $D = 250$  мм. Кут нахилу зернопроводів приймаємо  $36^\circ$ .

### 3.2 Коротка характеристика технологічного обладнання модернізованої лінії

Сепаратор повітряно-решітний Schmidt-Seeger-100 (SMA-203-3). Призначений для очистки всіх видів зернових культур, але найкраще себе зарекомендував при обробці олійних культур. Особливо добре себе проявляє при первинній обробці, хоча може бути і використаний при основній очистці, але зі значно меншою продуктивністю.

Основними перевагами даних сепараторів є:

- очистка та сортування на приймальних та сортувальних ситах відбувається з розподілом на чотири фракції: 1 сорт та очищений продукт, 2 сорт та дрібне зерно, сход з приймального сита та крупні домішки, аспіраційні відноси та легкі домішки;
- висока експлуатаційна безпечність досягається завдяки встановленню ситам з перфорованого листа та сталевій рамі, очистка сит відбувається гумовими кульками.

Конструкція сепаратора відрізняється тим, що він не має осадових камер і поєднує функції дебалансу та привідного шківів. Це сприяє зниженню висоти і полегшує процес обслуговування. Регульований пневматичний канал сепарації дозволяє змінювати швидкість повітря. Круговий поступальний рух забезпечує високоефективне очищення зерна від великих і дрібних домішок, а ексцентриковий механізм для прижиму ситових рам забезпечує їх надійну фіксацію, просту установку та виймання. Також завдяки освітленню пневмосепаруючого каналу можна візуально контролювати процес виділення легких домішок.

Принцип роботи сепаратора наступний (рис. 3.1): [12, 14] насіння, що очищується самопливом надходить до приймального пристрою, де потоком повітря в каналіпершої продувки відокремлюються легкі домішки, а далі насіння очищене від легких домішок направляється до ситового корпусу, крупні домішки (схід із сортувального сита) виводяться у відповідний лоток із сепаратора, а суміш зерна з дрібними домішками проходить через сортувальне сито направляється на підсівне

сито. Дрібні домішки (прохід підсівного сита) надходить в лоток і видаляються із сепаратора.

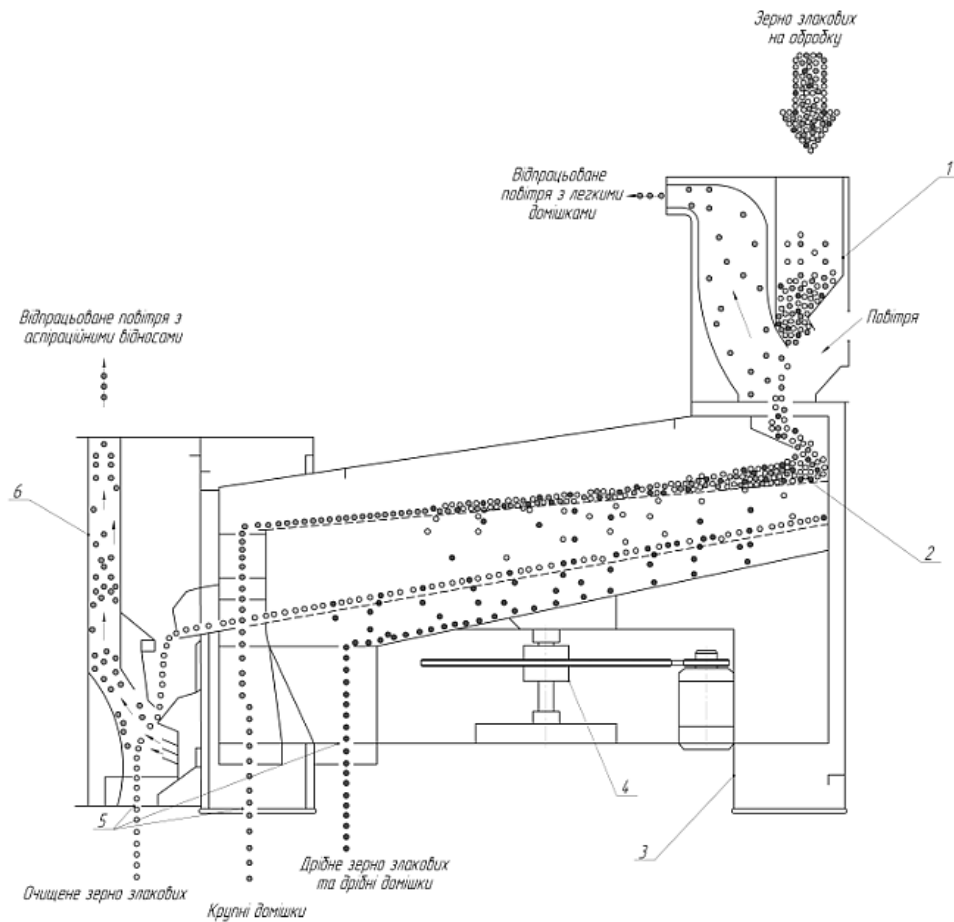


Рисунок 3.1 – Схема роботи сепаратора Schmidt-Seeger-100 (SMA-203-3)

- 1 – приймальний пристрій з каналом першої продувки; 2 – ситовий кузов;  
 3 – станина; 4 – привідний механізм; 5 – вивідні лотки для продуктів сепарування;  
 6 – аспіраційний канал.

Після того, як зерно пройшло очищення на ситах, воно потрапляє на скатну дошку і подальше у пневмосепаруючий канал. Під час проходження повітря через зернову суміш, легкі домішки відокремлюються і видаляються повітрям через канал до горизонтального циклону. Очищене зерно з пневмосепаруючого каналу через отвір у підлозі подається на подальшу обробку за допомогою самопливних труб.

Пневмосепаруючий канал має регульовану перегородку, яка складається з трьох шарів скла і виступає як зовнішня стінка каналу. Лампа розташована горизонтально у верхній частині каналу. Відбивач світла направляє світловий потік лампи на перегородку і просвічує її по всій довжині пневмосепаруючого каналу. Це дозволяє спостерігати процес очищення зерна від легких домішок уздовж всього каналу.

Під час роботи сепаратора під навантаженням особливу увагу приділяють таким аспектам: рівномірна подача зерна в ситовий корпус, однаковий розподіл зерна по ширині сортувальних сит, плавний рух ситового корпусу, відсутність випадіння насіння та надмірного пилювання, належна підпірка зерна у живильних коробках під вібраційними платформами, ефективність сепарації в пневмосепаруючому каналі, відсутність забивання сит зерном та домішками.

При проведенні технічного обслуговування перевіряють стан ситових рамок та гумових шариків. В разі виявлення пошкоджень або зносу замінюють їх новими. Також виправляють будь-які несправності, виявлені під час роботи, перевіряють натяг привідних ременів, стан герметизації ситових рамок та інспекційних кришок. Особливу увагу приділяють надійності затягування гвинтових з'єднань, кріпленню гнучких підвісок до рами та ситового корпусу, а також кріпленню електродвигуна і вібратора. [2, 3, 4]

Машина первинного очищення зерна Schmidt-Seeger типу SDS-1213 (рис. 3.2). Принцип роботи скальператора заключається в послідовній очистці зерна від крупних домішок. Вихідна зернова суміш подається через приймальний патрубок 1 по лотку в середню частину ситового барабану 5. Проходячи через його отвори, зерно звільнюється від крупних домішок, виводиться з машини та подається на послідовну очистку. Домішки виводяться через випускний патрубок 3, очищене зерно – через випускний патрубок 4.

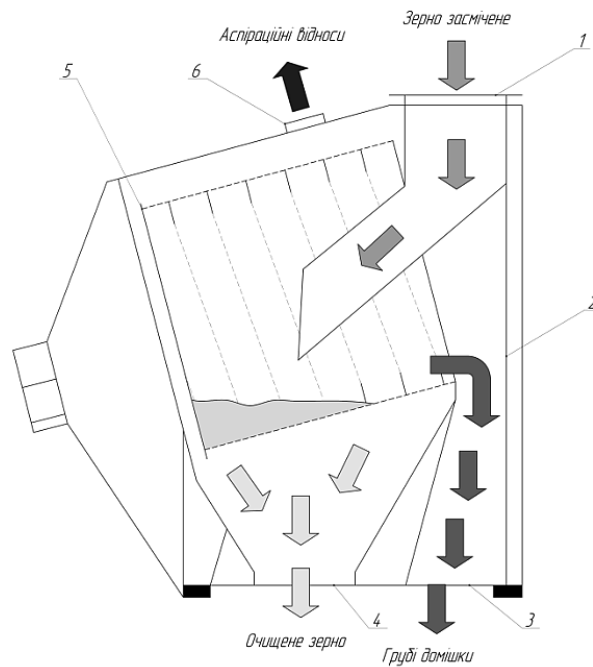


Рисунок 3.2 – Схема роботи скальператора Schmidt-Seeger типу SDS-1213

1 – завантажувальний патрубок; 2 – станина; 3 – канал для виводу грубих домішок;  
4 – канал для виводу очищеного зерна; 5 – ситовий барабан.

Трієр А9-УТО-6 (рис. 3.3). Призначений для очистки зерна пшениці від домішок більшої довжини, чим зерна основної культури, його встановлюють в очисному відділенні.

Зернова суміш подається через приймальний отвір у верхній кришці корпуса в приймально-розподільний пристрій 7, яке рівномірно розподіляє її по довжині жолоба. Розподілення зернової суміші по приймально-робочим дискам 2 відбувається засувкою 9. Вихідна зернова суміш надходить одночасно на сім приймально-робочих дисків 2, в чарунки яких потрапляє зерно та вівсюг. Зерно піднімається чарунками, випадає в лотки та виводиться через патрубок 12.

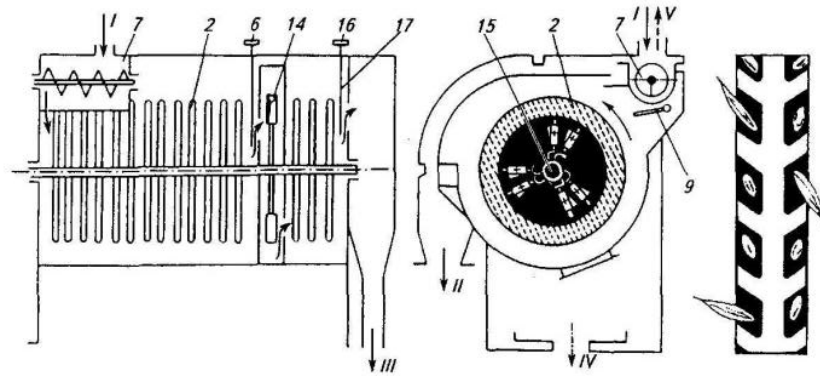


Рисунок 3.3 – Конструктивно-технологічна схема дискового трієра

#### А9-УТО-6

1, 4 – стійка; 2 – диск; 3 – корпус; 5 – редуктор; 6 – механізм керування засувкою 8;  
7 – приймально-розподільний пристрій; 8, 9, 17 – засувки; 10 – люк для мінеральних  
домішок; 11 – електродвигун; 12, 13 – випускні патрубки; 14 – ковшові колеса;  
15 – вал ротора; 16 – механізм керування засувкою 17.

I – вихідне зерно; II – зерно очищене; III – довгі домішки; IV – мінеральні домішки;  
V – повітря.

Довгі домішки випадають з чарунок і разом з зерном, що залишилось, пересуваються гонками дисків вздовж трієра до накопичувального відділення, в яке вони надходять через спеціальний отвір в перегородці. Кількість зерна регулює засувка 8 з важільно-гвинтовим приводом. Ковшове колесо підхоплює зерно з довгими домішками та передає його в контрольне відділення, де відбувається кінцева очистка. Вівсюг та інші довгі домішки виводиться з машини через отвір в торцевій стінці та патрубков 13, в якому також встановлена засувка. Положення засувок впливає на ефективність роботи трієра. Так як ними можна регулювати зерна в робочому та контрольному відділеннях. Для виводу мінеральних домішок в нижній частині корпусу розташований люк 10.

Трієр А9-УТК-6 (рис. 3.4). призначений для відокремлення від зерна пшениці коротких домішок (куколя). За принципом роботи аналогічний трієру А9-УТО-6.

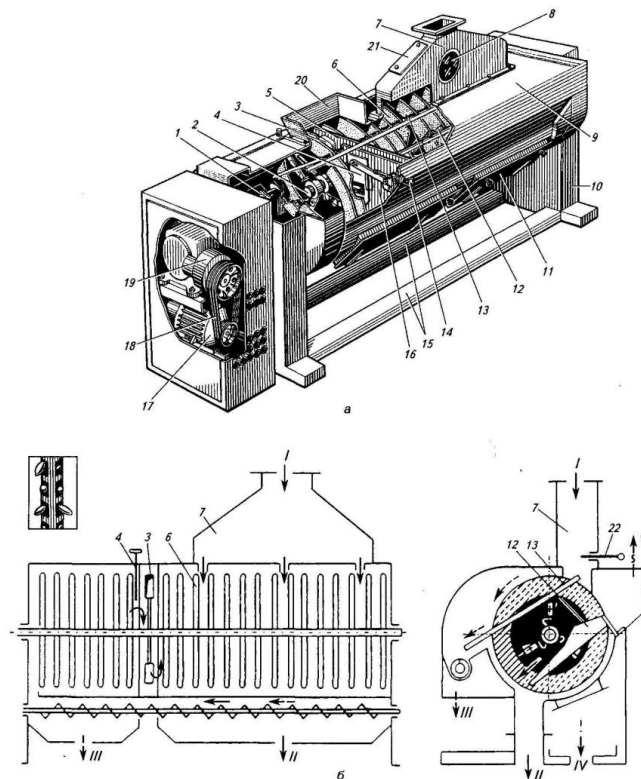


Рисунок 3.4 – Конструктивно-технологічна схема трієра А9-УТК-6  
 а – конструкція; б – технологічна схема; 1 – шнек; 2 – вал; 3 – колесо;  
 4, 22 – заслінка; 5, 16 – перегородки; 6 – диск; 7 – приймальний пристрій;  
 8 – віконце; 9 – корпус; 10 – стійка; 11 – кришка; 12 – лоток для зерна; 13 – лоток для  
 коротких домішок; 14 – ручка заслінки; 15 – балки; 17 – електродвигун;  
 18 – клинопасова передача; 19 – редуктор; 20 – аспіраційний патрубок; 21 – лючок.  
 I – зерно; II – зерно очищене; III – короткі домішки; IV – мінеральні домішки;  
 V – повітря.

Сушарка Schmidt-Seeger типу «Eco Dry» (рис. 3.5). Сушарка «Eco Dry» є результатом багаторічних досліджень і пошуку ефективного рішення в технології сушіння зернових культур. Завдяки новому розташуванню рядів коробів в сушарці досягається неочікувана досі рівномірність вентилявання. Обсяг повітря розподіляється абсолютно рівномірно на що піддається висушування продукт завдяки діагональному розташуванню рядів коробів. Зростання ціни на енергію, що

спостерігається в останні роки, ставив знову і знову під питання загальноприйняту технологію сушки.

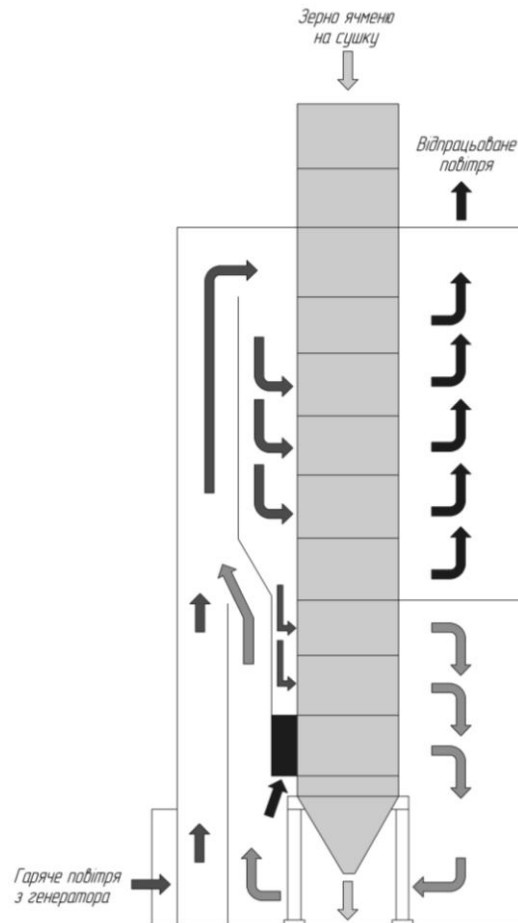


Рисунок 3.5 – Технологічна схема роботи зерносушарки Schmidt-Seeger типу «Eco Dry»

Переваги сушарки Schmidt-Seeger типу «Eco Dry»:

- першокласна теплова та звукова ізоляція завдяки елементам типу сендвіч;
- великий термін служби завдяки стабільній комплексній обшивці, стійкої до корозії;
- захист від утворення конденсованої води завдяки комплексній обшивці;
- доглянутий зовнішній вигляд після довголітньої експлуатації завдяки панелям, стійким до атмосферного впливу.

Технічна характеристика обладнання приведена в таблиці 3.5.



Таблиця 3.5 – Специфікація технологічного обладнання

№ п/п	Найменування обладнання	Марка	Коротка характеристика	Кількість
1.	Повітряно-ситовий сепаратор	Schmidt-Seeger-100 (SMA-203-3)	Продуктивність 100 т/год Ефективність очищення 65 % Потужність 1,5кВт	1
2.	Скальператор	Schmidt-Seeger типу SDS-1213	Продуктивність 100 т/год Потужність 0,37кВт	1
3.	Норія	Schmidt-Seeger-100	Продуктивність 100 т/год Швидкість руху стрічки 1,5 м/с Висота норії 60 м	4
4	Зерносушарка	Schmidt-Seeger «Eco Dry»	Продуктивність 60 т/год	1
5	Стрічковий транспортер	Schmidt-Seeger	Продуктивність 100 т/год Потужність приводу 3,0 кВт Максимальна довжина транспортера 75 м	3
6	Куколевідбірник	A9-УТК-6	Продуктивність 6 т/год Кількість дисків 22 Потужність двигуна 3,0 кВт	1
7	Вівсюговідбірник	A9-УТО-6	Продуктивність 6 т/год Кількість дисків 22 Потужність двигуна 3,0 кВт	1
8	Атомобілерозвантажувач	У15-УРАГ	Вантажопідйомність 55 т Потужність приводу 22 кВт	1

### 3.3 Розрахунок площ та компоновання обладнання основних виробничих приміщень

Компоновання устаткування виконують відповідно до технологічної схеми елеватора. Принцип компоновання залежить від висоти робочого будинку. У високих робочих будинках (58 – 70 м) устаткування й оперативні бункери розміщують таким чином, щоб забезпечувався вільний рух зерна зверху вниз по ходу технологічного процесу й на кожному поверсі по можливості розташовувалося устаткування, що виконує однакові функції. У низьких робочих будинках (менш 49 м) на тих самих поверхах установлюють різнойменне устаткування, скорочують місткість оперативних бункерів і збільшують число транспортуючих машин.

При компованні устаткування велика увага повинна бути приділена компактності робочих будинків, ступені використання виробничої площі. Устаткування повинне розміщатися з урахуванням забезпечення зручності обслуговування, дотримання норм проходів відповідно до вимог безпеки праці.

Устаткування, що не має частин, що рухаються (самопливний зернопровід, повітропроводи, норійні труби й ін.) за умови забезпечення монтажу, ремонту, зручного й безпечного обслуговування може бути розташоване близько стін з розривом від них не менш 0,25 м. Поперечні й поздовжні проходи, зв'язані безпосередньо з виходами на сходову клітку або в суміжне приміщення, повинні бути не менш 1,0 м, а між окремими машинами – не менш 0,8 м, крім окремо застережених випадків.

Остаточне визначення розмірів робочого будинку в плані роблять із урахуванням розміщення зерносушарки (якщо вона встановлена в робочому будинку), прийнятого розміру будівельної сітки, а також ув'язування будинку із силосними корпусами й приймально-відпускним обладнаннями.

Вибір будівельної сітки залежить від компоновання робочого будинку елеватора й способу його зведення. В об'ємно-планувальних розв'язках

використовують переважно два напрямки: робоча будівля що окремо стоїть й заблоковане із силосними корпусами.

При зведенні монолітних робочих будинків у ковзному опалубленні переважніше перший напрямок. Сітка осей стін, колон і балок для таких будинків може бути 2,4×3,5 м; 3×3 м (можливі й інші варіанти). Монолітний робочий будинок, заблокований із силосами, вимагає застосування однотипних конструктивних розв'язків силосної й виробничої частин. Сходову клітку звичайно розміщують в одному із крайніх прольотів.

При будівництві збірних робочих будинків вибір їх конструктивних схем залежить від типу елеватора, умов виготовлення збірних конструкцій, умов будівельного майданчика й інших техніко-економічних показників. На великих борошномельних і комбікормових заводах, де крім елеваторів будують інші спорудження каркасної конструкції, доцільно вирішувати так і робочий будинок. Тому переважніше виявляється окремо збудований каркасний будинок. Будівельну сітку при цьому вибирають 6×6 м. Сходову клітку розміщують в одному із крайніх прольотів і виконують із цегли (ширина сходової клітки 3,5 м), зовнішні стіни роблять із залізобетонних начіпних панелей.

При будівництві заготівельних елеваторів середньої місткості й використанні збірного залізобетону переважніше схема робочого будинку, заблокованого із силосними корпусами. Такі будинки проектують безкаркасними. Конструктивний розв'язок ґрунтується на комбінації силосів, бункерів і перекриттів виробничих приміщень. Найбільше просто подібна конструкція зважається на основі збірних силосних корпусів з об'ємних блоків розміром 3×3 м. Будівельна сітка робочого будинку при цьому також 3×3 м. Сходову клітку розміщують у межах силосної частини (розмір сходової клітки 3×6 м).

Варіанти розташування устаткування в робочій вежі в плані можуть бути різними.

З врахуванням габаритних розмірів обладнання, що встановлено в цеху доцільно прийняти розміри головної будівлі  $12 \times 9$  м. Отже площу цеху розрахуємо за формулою:

$$S = a \cdot b \quad (3.1)$$

Підставимо дані і отримаємо:

$$S = 12 \cdot 9 = 108 \text{ м}^2$$

Розрахуємо площу всієї будівлі, з врахуванням особливостей побудови технологічної схеми первинної обробки зерна та наявного комплексу обладнання, кількість поверхів виробничої будівлі складає 6, відповідно загальна площа будівлі складе:

$$S_{\text{вуд}} = S \cdot 6 \quad (3.2)$$

$$S_{\text{вуд}} = 108 \cdot 6 = 648 \text{ м}^2$$

Розміри машин та обладнання впливають на висоту виробничих приміщень в яких вони знаходяться, яка має бути не менше 3,5 метра від підлоги до стелі, відповідно до санітарних норм. Ми приймаємо значення висоти 4,2 метра..

Висновки за розділом

В даному розділі кваліфікаційної роботи проведено перевірочний розрахунок технологічного та транспортного обладнання. Проведені технологічні розрахунки, які свідчать про доцільність удосконалення технологічної лінії з первинної обробки

зерна пшениці. Згідно проведених розрахунків необхідно встановити один повітряно-решітний сепаратор та один скальператор фірми Schmidt-Seeger, продуктивність обладнання складає 100 т/год.

Розраховано площу одного поверху, яка складає  $108 \text{ м}^2$ , та загальну площу виробничої будівлі, яка становить  $648 \text{ м}^2$ . Кількість поверхів – 6. Висота кожного поверху 4,2 м, загальна висота будівлі 25,2 м.

Всі розраховані показники знаходяться в науково обґрунтованих межах.

#### 4 ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ НАССР

Впровадження системи НАССР є довготривалим процесом, що охоплює всі служби та персонал. Воно не обмежується лише розробкою документації та встановленням порядку на виробництві. Важливо, щоб всі учасники харчового ланцюжка, включаючи кінцевих споживачів, були свідомі своєї відповідальності.

«Перший крок у впровадженні системи НАССР в діяльність організації - це проведення діагностичного аудиту, який визначає всі аспекти діяльності, що впливають на безпеку продукції» [25].

Реалізація принципів системи дозволяє зосередитися на стадіях технологічного процесу і умовах виробництва, які мають важливе значення для забезпечення безпеки харчових продуктів. «Це сприяє стабільній якості продукції, збільшує обсяг реалізації і підтверджує готовність підприємства до постійного випуску безпечних продуктів» [26, 27].

В результаті проведеного аналізу технологічного процесу первинної обробки зерна кукурудзи на елеваторі ТОВ «Юнігрейн-Базис» було визначено потенційно небезпечні чинники на технологічних етапах виробництва, які наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Потенційно небезпечні чинники на технологічних етапах первинної обробки зерна пшениці на елеваторі ТОВ «Белгравія»

Операція у складі процесу	Небезпечний чинник та його джерело	Заходи контролю
1	2	3
Зберігання зерна пшениці	Забруднення відходами життєдіяльності шкідників	Лабораторний контроль сировини
Очищення зерна пшениці	Металомагнітні домішки	Періодичний контроль зерна

На основі отриманих даних з табл. 4.1 було визначено критичні контрольні точки виробництва обраного харчового продукту із застосуванням «дерева рішень» згідно 2-го принципу системи НАССР. Результати наведені в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Виявлення критичних точок контролю при первинній обробці зерна пшениці на елеваторі ТОВ «Белгравія»

Операція у складі процесу	Питання 1	Питання 2	Питання 3	Питання 4	Чи є ККТ?
Зберігання зерна пшениці	Так	Так	-	-	Так
Очищення зерна пшениці	Так	Так	-	-	Так

Наступним етапом необхідно встановити критичні межі для критичних контрольних точок виробництва обраного харчового продукту відповідно до 3-го принципу системи НАССР (табл. 4.3).

Таблиця 4.3 – Специфікація критичних меж для критичних точок контролю

Критичні контрольні точки (ККТ)	Потенційні ризики			Характеристики небезпечних чинників	Граничне значення ККТ
	Біологічні	Хімічні	Фізичні		
Зберігання зерна пшениці	+	-	-	Афлатоксин В <sub>1</sub> Зеараленон	0,005 мг/кг 1,0 мг/кг
Очищення зерна пшениці	-	-	+	Металомагнітні домішки	Не допустимо

Отже, за результатами дослідження технологічного процесу первинної обробки зерна пшениці на елеваторі ТОВ «Белгравія» було виявлено дві ККТ на етапах: зберігання сировини та очищення зерна. Для кожної ККТ було надано характеристику небезпечного чинника та визначено їх граничне значення.

#### Висновки за розділом

за результатами дослідження технологічного процесу первинної обробки зерна пшениці на елеваторі ТОВ «Белгравія» було виявлено дві ККТ на етапах: зберігання сировини та очищення зерна. Для кожної ККТ було надано характеристику небезпечного чинника та визначено їх граничне значення.



## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### 5.1 Розробка карти безпеки праці

Під час розробки карти безпеки праці (рис. 5.1) нами було враховано всі особливості та умови роботи оператора зерноочисного сепаратора.

<p>I. Характеристика умов праці</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Місце роботи – ділянка очистки зерна лінії з підготовки зерна до зберігання;</li> <li>2. Вид робіт – очищення зерна кукурудзи від сторонніх домішок;</li> <li>3. Кваліфікація – оператор зерноочисного обладнання.</li> </ol>	<p>II. Вимоги технічних умов забезпечення безпеки праці</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Застосовувати засоби індивідуального захисту;</li> <li>2. Освітленість робочого місця – 150 лк;</li> <li>3. Повітряний обмін – 1000 м<sup>3</sup>/год.</li> </ol>
<p>III. Індивідуальні засоби захисту на робочому місці</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Костюм, комбінезон бавовняний;</li> <li>2. Ботинки шкіряні;</li> <li>3. Головний убір;</li> <li>4. Одяг повинен бути застібнутий на всі гудзики.</li> </ol>	<p>IV. Показники технологічного режиму та міри безпеки</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ефективність очистки – 87 %;</li> <li>2. Частота коливань сітового корпусу – 125 кол/хв;</li> <li>3. Наявність захисних кожухів обов'язкова;</li> <li>4. Не допускається виконувати регулювання при увімкненому електродвигуні.</li> </ol>
<p>V. Вимоги безпеки праці перед початком робіт</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Починаючи роботу працівник повинен перевірити справність машини;</li> <li>2. Перевірити наявність та справність захисних огорожень приводів робочих органів;</li> <li>3. Перед включенням зерноочисної машини переконатись, що нікому із присутніх біля машини не загрожує небезпека від рухомих частин і механізмів</li> </ol>	<p>VI. Вимоги безпеки при виконанні операції очистки зерна</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Роботи повинні виконуватись згідно заходів безпеки встановлених ДНАОП та існуючої на підприємстві документації.</li> <li>2. До роботи на сепараторі допускаються, що досягли 18 років, пройшли навчання та всі види інструктажу з охорони праці, стажування і мають досвід роботи на даному обладнанні.</li> <li>3. Забороняється проводити ремонтні роботи і очистку сепаратора не вимкнувши його від мережі і без повної зупинки робочих органів.</li> <li>5. Дотримуватися правил електробезпеки, здійснювати контроль допоміжних захисних пристроїв та захисних огорожень.</li> </ol>

Рисунок 5.1 – Карта безпеки праці оператора сепаратора Schmidt-Seeger-100

## 5.2 Утилізація відходів виробництва на елеваторі ТОВ «Белгравія»

Виробничий процес на елеваторах та борошномельних підприємствах має значний вплив на навколишнє середовище. Цей вплив можна охарактеризувати через наступні основні аспекти: забруднення повітря шляхом викиду пилу і токсичних речовин, забруднення зернопродуктів, викидання стічних вод та виробничий шум.

Однією з найважливіших завдань у системі заходів з охорони навколишнього середовища для ТОВ «Белгравія» є забезпечення чистоти повітря, оскільки забруднення атмосфери є основною загрозою.

У процесі очищення зерна від домішок, а також під час переміщення зерна утворюється значна кількість мінерального та органічного пилу. При сортуванні зерна також утворюється пил. Для запобігання виносу пилу в атмосферу та забруднення навколишньої території підприємства, на заводі передбачена система аспірації, яка відсмоктує пил з усіх точок викиду. Повітря надійно очищається в циклонах та фільтрах різних конструкцій.

Транспортні комунікації елеватора мають мінімальну кількість точок перевантаження та мінімальну протяжність. Розміщення виробничого обладнання на підприємстві забезпечує легкий доступ для обслуговування та очищення від пилу. Навантаження на обладнання відповідає виробничим даним, нормам технологічного проектування та правилам організації та проведення технологічного процесу. Обладнання підтримується в технічно справному стані під час експлуатації, що забезпечує безперебійну роботу до планового ремонту.

Для транспортування виробничих відходів на підприємстві використовуються самохідні транспортні засоби, стрічкові конвеєри і пневматичний транспорт. Зокрема, стрічкові конвеєри працюють з низькою швидкістю (не більше 1,0 – 1,5 м/с) для мінімізації виділення пилу.

Всередині приміщень на підприємстві використовуються гладкі поверхні стін, стель, несучих конструкцій, заповнень дверних прорізів і підлоги. Це сприяє легкому

очищенню від пилу. Всі виробничі та складські приміщення, а також технологічне обладнання й механізми підтримуються у чистоті.

Прибирання пилу на підприємстві, включаючи дахи будівель, проводиться згідно з графіками, де вказана періодичність прибирання для конкретних ділянок виробництва (на зміні, щодня, щомісяця, щокварталу тощо). Графіки прибирання пилу затверджує директор підприємства.

Заходи з охорони навколишнього середовища на підприємстві ТОВ «Белгравія» насамперед спрямовані на створення здорових і безпечних умов праці та життя для співробітників, а також є важливим фактором підвищення продуктивності.

#### Висновки за розділом

В даному розділі кваліфікаційної роботи було розроблено карту безпеки праці оператора сепаратора Schmidt-Seeger-100, обговорене та визначено шляхи утилізації відходів елеваторного виробництва та їх вплив на екологічну безпеку регіону.

## 6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

За вихідними даними проекту з первинної обробки зерна пшениці на елеваторі ТОВ «Белгравія» розраховуємо та порівнюємо наступні показники: капітальні вкладення (основні та додаткові), виробничі затрати по переробці сировини, річний економічний ефект і строк окупності додаткових капітальних вкладень.

Вихідними даними для розрахунку економічної ефективності є показники, наведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Вихідні дані проекту удосконалення технологічної лінії з первинної обробки зерна пшениці

Показники	Значення
Вид основної продукції	Зерно пшениці
Вид побічної продукції	Зернові відходи
Обсяг сировини, що поступає на переробку, т	32000
Ціна 1 т сировини, грн.	8460
Середня засміченість зерна, %	8,8
Ціна 1 т зерновідходів, грн.	1280
Ціна 1 т очищеного зерна, грн.	9280
Кількість основних робітників, осіб	8
Середньомісячна зарплата робітника з нарахуваннями, грн.	14800
Обсяг додаткових капіталовкладень, грн.	800000
Річні витрати електроенергії, кВт/год.	81623
Ціна 1 кВт/год. електроенергії, грн.	6,88

Для проведення економічної оцінки проекту необхідно визначити наступні показники:

1. Вартість сировини, що поступає на обробку ( $B_n$ ), грн.:

$$B_n = Q_n \cdot C_n \quad (6.1)$$

де  $Q_n$  – обсяг сировини, що поступає на обробку, т.  $Q_n = 32000$  т;

$C_n$  – ціна однієї тони сировини (зерна пшениці), грн.  $C_n = 8460$  грн.

$$B_n = 32000 \cdot 8460 = 270720000 \text{ грн.}$$

2. Вихід готової продукції залежить від вихідних показників засміченості, яка визначається лабораторією. Згідно вихідних даних середня засміченість зернової маси складає 8,8 %, враховуючи те, що вміст смітної домішки за базовими показниками рівний 2,5 % тоді в нашому випадку з загальної маси сировини необхідно відрахувати 6,3 % смітної домішки.

3. Обсяг очищеного зерна ( $Q_u$ ), т:

$$Q_u = \frac{Q_n \cdot 100 - z}{100} \quad (6.2)$$

$$Q_u = \frac{32000 \cdot 100 - 6,3}{100} = 29984,0 \text{ т.}$$

4. Вихід зернових відходів ( $Q_3$ ), т:

$$Q_3 = Q_n - Q_u \quad (6.3)$$

$$Q_3 = 32000 - 29984 = 2016,0 \text{ т.}$$

5. Вартість очищеного зерна ( $B_u$ ), грн.:

$$B_u = Q_u \cdot C_u \quad (6.4)$$

де  $C_q$  – ціна однієї тони очищеного зерна, грн.  $C_q = 9280$  грн.

$$B_q = 29984,0 \cdot 9280 = 278251520 \text{ грн.}$$

6. Експлуатаційні витрати ( $EB$ ) всього, грн.:

$$EB = ЗП + A + B_{ел} + B_{рем} + IB \quad (6.5)$$

7. Заробітна плата ( $ЗП$ ) з нарахуваннями, грн.:

$$ЗП = ЗП_{cp} \cdot K_{np} \cdot 12 \quad (6.6)$$

де  $ЗП_{cp}$  – середньомісячна заробітна плата одного працівника з нарахуваннями, грн.

$$ЗП_{cp} = 14800 \text{ грн.};$$

$$K_{np} \text{ – кількість основних робітників, чол. } K_{np} = 8 \text{ чол.}$$

Оскільки кількість працівників у результаті модернізації не змінювалась, отже заробітна плата буде однаковою як для базового варіанту так і для проектного і буде рівна:

$$ЗП = 14800 \cdot 8 \cdot 12 = 1420800 \text{ грн}$$

8. Амортизаційні відрахування ( $A$ ), грн.:

$$A = \frac{B \cdot \lambda}{100}, \quad (6.7)$$

де  $\lambda$  – норма амортизації, %, складає 10 %;

$B$  – обсяг капіталовкладень, грн.

При розрахунку амортизаційних відрахувань для базового варіанту приймаємо  $B = 2000000$  грн, тобто вартість основних виробничих фондів підприємства, а для проектного варіанту приймаємо  $B = 2800000$  грн тобто суму основних виробничих фондів та додаткових капітальних складень на модернізацію.

- для базового варіанту:

$$A = \frac{2000000 \cdot 10}{100} = 200000 \text{ грн.}$$

- для проектного варіанту:

$$A = \frac{2800000 \cdot 10}{100} = 280000 \text{ грн.}$$

9. Вартість електроенергії ( $B_{ел.}$ ), грн.:

$$B_{ел.} = Q_{ел.} \cdot C_{ел.} \quad (6.8)$$

де  $Q_{ел.}$  – річні витрати електроенергії, кВт/год.;

$C_{ел.}$  – ціна одного кВт електроенергії, грн.  $C_{ел.} = 6,88$  грн.

Під час модернізації технологічної лінії річні витрати електроенергії зросли на 4217 кВт/год і відповідно загальні вони складають  $Q_{ел.} = 85840$  кВт/год.

- для базового варіанту:

$$B_{ел.} = 81623 \cdot 6,88 = 561566,2 \text{ грн.}$$

- для проектного варіанту:

$$B_{el} = 85840 \cdot 6,88 = 590579,2 \text{ грн.}$$

10. Витрати ( $B_{рем}$ ) на поточний ремонт та технічне обслуговування складають 30 % від суми амортизаційних відрахувань, грн.:

$$B_{рем} = \frac{A \cdot 30}{100} \quad (6.9)$$

де  $A$  – сума амортизаційних відрахувань, грн.

- для базового варіанту:

$$B_{рем} = \frac{200000 \cdot 30}{100} = 60000 \text{ грн.}$$

- для проектного варіанту:

$$B_{рем} = \frac{280000 \cdot 30}{100} = 84000 \text{ грн.}$$

11. Інші витрати ( $IB$ ) складають 3 % від загальної суми експлуатаційних витрат, грн.:

$$IB = \frac{ЗП + A + B_{el} + B_{рем} \cdot 3}{100} \quad (6.10)$$

де  $ЗП$  – заробітна плата з нарахуваннями, грн;

$A$  – амортизаційні відрахування, грн;

$B_{el}$  – вартість електроенергії, грн;



$B_{рем}$  – витрати на поточний ремонт та технічне обслуговування, грн.

- для базового варіанту:

$$IB = \frac{1420800 + 200000 + 561566,2 + 60000 \cdot 3}{100} = 67270,9 \text{ грн.}$$

- для проектного варіанту:

$$IB = \frac{1420800 + 280000 + 590579,2 + 84000 \cdot 3}{100} = 71261,4 \text{ грн.}$$

Тоді загальні експлуатаційні витрати будуть рівні:

- для базового варіанту:

$$EB = 1420800 + 200000 + 561566,2 + 60000 + 67270,9 = 2309637,1 \text{ грн.}$$

- для проектного варіанту:

$$EB = 1420800 + 280000 + 590579,2 + 84000 + 71261,4 = 2446640,6 \text{ грн.}$$

12. Повна собівартість продукції ( $ПС$ ), грн.:

$$ПС = EB + B_n \cdot 1,02 \quad (6.11)$$

де  $EB$  – загальні експлуатаційні витрати, грн;

$B_n$  – вартість сировини, що надходить на переробку, грн.

- для базового варіанту:

$$ПС = 2309637,1 + 270720000 \cdot 1,02 = 278490229,8 \text{ грн.}$$

- для проектного варіанту:

$$ПС = 2446640,6 + 270720000 \cdot 1,02 = 278629973,4 \text{ грн.}$$

13. Вартість всієї (основної і побічної) продукції ( $B_{np}$ ), грн.:

$$B_{np} = B_{\text{ч}} + B_{\text{з}} \quad (6.12)$$

де  $B_{\text{ч}}$  – вартість очищеного зерна, грн;

$B_{\text{з}}$  – вартість зернових відходів, грн.

- для базового варіанту вартість однієї тони продукції, тобто зерна буде рівна 8747 грн/тону. В цю вартість входить ціна за зберігання зерна на елеваторі протягом 6 місяців, вартість зберігання 1 тони складає 130 грн/місяць.

Тоді,

$$B_{np} = 28000 \cdot 8747 = 279893256,4 \text{ грн.}$$

- для проектного варіанту до вартості всієї продукції входить вартість чистого зерна, яка рівна 278251520 грн та вартість зернових відходів – 2580480 грн, тоді:

$$B_{np} = 278251520 + 2580480 = 280823000 \text{ грн.}$$

14. Загальний прибуток ( $П$ ), грн.:

$$\Pi = B_{np} - ПС \quad (6.13)$$

- для базового варіанту:

$$\Pi = 279893256,4 - 278490229,8 = 1403026,6 \text{ грн.}$$

- для проектного варіанту:

$$\Pi = 280823000 - 278629973,4 = 2193026,6 \text{ грн.}$$

15. Рівень рентабельності ( $P$ ), %:

$$P = \frac{\Pi}{ПС} \cdot 100 \quad (6.14)$$

- для базового варіанту:

$$P = \frac{1403026,6}{278490229,8} \cdot 100 = 0,5 \%$$

- для проектного варіанту:

$$P = \frac{2193026,6}{278629973,4} \cdot 100 = 0,8 \%$$

16. Термін окупності додаткових капітальних вкладень ( $T_o$ ), років:

$$T_o = \frac{B_{\text{дод}}}{\Delta\Pi} \quad (6.15)$$

де  $B_{\text{дод}}$  – вартість додаткових капітальних вкладень, грн.;

$\Delta\Pi$  – приріст прибутку, грн..

$$T_o = \frac{800000}{790000} = 1,01 \text{ роки}$$

Таблиця 6.2 – Економічна ефективність проекту удосконалення технологічної лінії з первинної обробки зерна пшениці

Показники	Базовий варіант	Проектний варіант
Вид готової продукції	Зерно пшениці	Зерно пшениці
Вид побічної продукції	-	Зерновідходи
Обсяг сировини, що поступає на переробку, т	28000	32000
Вартість сировини, тис. грн.	270720000	270720000
Кількість основних робітників, осіб	8	8
Обсяг капіталовкладень, грн.	-	800000
Експлуатаційні витрати всього, грн.:	2309637,1	2446640,6
- заробітна плата з нарахуваннями, грн.	1420800	1420800
- амортизаційні відрахування, грн.	200000	280000
- вартість електроенергії, грн.	561566,2	590579,2
- витрати на поточний ремонт та технічне обслуговування, грн.	60000	84000
- інші витрати, грн.	62270,2	71261,4
Повна собівартість продукції, грн.	278490229,8	278629973,4
Загальний прибуток, грн.	1403026,6	2193029,6
Рівень рентабельності, %	0,5	0,8
Термін окупності додаткових вкладень, років	-	1,01

## Висновки до розділу

В результаті модернізації технологічної лінії первинної обробки зерна в ТОВ «Белгравія» Дніпровського району Дніпропетровської області прибуток підприємства зросте на 790000 грн, при цьому термін окупності додаткових капітальних вкладень складе близько 1 року.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Приведено коротку характеристику елеватор ТОВ «Белгравія» Дніпровського району Дніпропетровської області, встановлено, що даний елеватор більшою мірою спеціалізується на прийманні та первинній обробці зерна пшениці, в середньому обсяги приймання складають біля 26000 тон за період заготівель. Також приведено характеристику зерна пшениці, як найбільш заготівельної культури на елеваторі.

Охарактеризовану схему діючої технологічної лінії з первинної обробки зерна пшениці на елеваторі ТОВ «Белгравія», встановлено її слабкі місця, що в цілому впливає на якість та кількість зерна що може прийняти елеватор за період заготівлі та на якість його обробки. Вирішено здійснити удосконалення технологічної схеми з метою збільшення продуктивності лінії та підвищення ефективності роботи зерноочисного обладнання.

Запропоновано додатково встановити скальператор фірми Schmidt-Seeger типу SDS-1213, що дасть змогу частково зменшити навантаження на основний сепаратор тим самим продовжити його термін експлуатації. А також замінити основний сепаратор А1-БІС-100 на сепаратор фірми Schmidt-Seeger SMA-203-3. Продуктивність запропонованого обладнання складає 100 т/год. Передбачається, що впровадження нового технологічного обладнання дасть змогу збільшити обсяги надходження зерна пшениці в середньому на 4000 тон.

Проведено перевірочний розрахунок технологічного та транспортного обладнання. Проведені технологічні розрахунки, які свідчать про доцільність удосконалення технологічної лінії з первинної обробки зерна пшениці. Згідно проведених розрахунків необхідно встановити один повітряно-решітний сепаратор та один скальператор фірми Schmidt-Seeger, продуктивність обладнання складає 100 т/год.

Розраховано площу одного поверху, яка складає 108 м<sup>2</sup>, та загальну площу виробничої будівлі, яка становить 648 м<sup>2</sup>. Кількість поверхів – 6. Висота кожного

поверху 4,2 м, загальна висота будівлі 25,2 м.

За результатами дослідження технологічного процесу первинної обробки зерна пшениці на елеваторі ТОВ «Белгравія» було виявлено дві ККТ на етапах: зберігання сировини та очищення зерна. Для кожної ККТ було надано характеристику небезпечного чинника та визначено їх граничне значення.

Розроблено карту безпеки праці оператора сепаратора Schmidt-Seeger-100, обговорене та визначено шляхи утилізації відходів елеваторного виробництва та їх вплив на екологічну безпеку регіону.

Встановлено, що прибуток підприємства зросте на 790000 грн, при цьому термін окупності додаткових капітальних вкладень складе близько 1 року.

Отже, за всіма показниками можна зробити висновок, що удосконалення є доцільним і може бути реалізоване на підприємстві.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. 10. Іванова В. В. Економіка підприємства: навч. посіб. / В. В. Іванова. – Львів: Новий світ-2000, 2012. – 439 с.
2. 14. Пшениця. Технічні умови: ДСТУ 3768: 2010. – [Чинний від 1998-06-26]. – К.: Держспоживстандарт України, 1998. 18с. – (Національний стандарт України).
3. [www.schmidt-seeger.com](http://www.schmidt-seeger.com).
4. [www.petkus-snab](http://www.petkus-snab).
5. Рослинництво. Навчальний посібник з дисципліни «Рослинництво» для студентів галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство» спеціальності 201 «Агрономія» першого бакалаврського рівня / Мазур В.А., Поліщук І.С., Телекало Н.В., Мордванюк М.О // Вінниця: Видавництво ТОВ «Друк». 2020. 352 с.
6. Подпратов Г.І., Рожко В.І., Скалецька Л.Ф. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва: підручник. К. : Аграрна освіта, 2014. 393 с.
7. Технологія зберігання і переробки зерна : навч. посіб. /Л.М. Пузік, В.К. Пузік; Харк. нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва. – Х.: ХНАУ, 2013. 312с
8. Технологічне обладнання виробництва борошна / Ю.О. Чурсінов, С.А. Черних, В.В. Петровенко і ін.; під ред. Ю.О. Чурсінова. – Дніпропетровськ: ДДАУ, 2012. 180с.
9. Механізація переробки та зберігання сільськогосподарської продукції: курс лекцій / Н.І. Хомик, В.П. Олексюк, О.П. Цьонь. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. 288с.
10. Самойчук К.О., Паляничка Н.О., Верхованцева В.О. Технологічне обладнання галузі: конспект лекцій. Мелітополь: видавничо-поліграфічний центр «Forward press». 2020. Ч. 1. 255 с.
11. Теличкун В.І., Таран В.М., Теличкун Ю.С. Технологічне обладнання харчових виробництв: курс лекцій для студ. напряму підготовки 6.050502 «Інженерна механіка» ден. та заоч. форм навч. К. НУХТ. 2014. 240 с.



12. Сайт фірми «PETKUS». Електронний ресурс. – URL: <http://www.petkus.com/products/-/info/sorting/cleaners/a-cleaner>
13. Сайт фірми «Satake». Електронний ресурс. – URL: <https://satake-group.com/news/new-release/140122.html>
14. Новіков В. В. Опорний конспект лекцій з дисципліни «Проектування підприємств галузі», для студентів напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія», за ознаками спеціальності «Технології зберігання і переробки зерна», освітній ступінь – бакалавр. Умань: УНУС, 2017. 59 с.
15. Браженко В. Є. Комплексне проектування підприємств зернопереробної галузі / В. Є. Браженко // Наукові праці [Одеської національної академії харчових технологій]. 2013. - Вип. 44(1). С. 83-87.
16. Експертиза та контроль якості продуктів харчування: Навчально-методичний посібник з напряму підготовки "ветеринарна медицина" / П.М. Гаврилін, О.Г. Прокушенкова, В.Г. Єфімов [та ін.]. Дніпропетровськ: ДДАУ, 2012. 200 с.
17. ДСТУ 4161-2003. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги.
18. Правила охорони праці для працівників, зайнятих на роботах зі зберігання та переробки зерна. Київ: Мін.Соц.Політики. 2017. 74 с.
19. Березін О. В., Безпарточний М. Г. Управління проектами: навч. посіб. Суми: Університетська книга, 2014. 271 с.
20. Методичні вказівки МВ 4.4.5.6.-000-2010 «Розробка та запровадження систем управління безпечністю харчових продуктів на основі принципів НАССР». МОЗ України. 34с.
21. Сирохман І.В. Безпечність і якість харчових продуктів (проблеми сьогодення) : підручник. Львів : Вид-во Львів. торг.-екон. ун-ту, 2019. 394 с.
22. Богомолів О.В., Верешко Н.В., Сафонова О.М. Зберігання та переробка сільськогосподарської продукції: підручник. Харків: Еспада, 2008. 542 с.

23. Осокіна Н.М., Герасимчук О.П., Матвієнко Н.П. Технологія зберігання та переробки зерна: книга. ТОВ «Книга-плюс», 2012. 320 с. Управління якістю: навч. посіб. 2-е вид. / Д.П. Лойко, О.П. Вотченікова, О.П. Удовіченко, М.А. Котляр. Львів: «Магнолія – 2006», 2010. 240 с.

24. Димань Т.М., Мазур Т.Г. Безпека продовольчої сировини: підручник. Київ: ВЦ «Академія». 2011. 520 с.

25. Богомолів О.В. Управління якістю переробних і харчових виробництв / О.В. Богомолів, О.І. Шаповаленко, О.М. Сафонова, [та ін.]: Навч. посібник. Харків: «Еспада». 2006. 296с.

26. Жемела Г. П. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва / Жемела Г. П., Шемавнєв В. І., Олексюк О. М. Полтава, 2003. 420 с.

27. Дацишин О.В. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв. Вінниця: Нова Книга, 2009. 488с.

28. Гандзюк М. П. Основи охорони праці: підручник / М. П. Гандзюк, Е. П. Желібо, М. О. Халимовський. – К.: Каравела, 2005. – 393 с.

29. ДБН А.2.2–3–2004 Проектування. Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва. [Чинний від 2004–07–01]. Вид. офіц. Київ: Держбуд України, 2004. 8 с.

30. Чурсінов Ю. О. Проектування підприємств з переробки та зберігання сільськогосподарської продукції [Текст]: навч. посіб. / Ю. О. Чурсінов, М. В. Луценко. – Д.: Літограф, 2011. – 132 с.

31. Маковецька Ю. Сучасне керування відходами відповідно до принципів циркулярної економіки. Посібник курсу ZWA deep level, 2021. 140 с. Режим доступу: <https://zerowastekharkiv.org.ua/wp-content/uploads/2021/12/posybnic-lekciye-book-5.pdf>.

32. Відходи та безвідходне виробництво в харчовій промисловості : наук.-допом. бібліогр. покажч. двома мовами 1956 – 2020 рр. / [упоряд. І. М. Мельничук]; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. Київ, 2021. 110 с. Режим доступу:

[http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/34268/1/Waste\\_and\\_waste-free\\_production\\_in\\_the\\_food\\_industry.pdf](http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/34268/1/Waste_and_waste-free_production_in_the_food_industry.pdf).

33. Ялпачик В.Ф., Ломейко О.П., Циб В.Г., Ялпачик Ф.Ю., Самойчук К.О., Олексієнко В.О., Шпиганович Т.О. Монтаж, експлуатація і ремонт машин та обладнання переробних підприємств: Навчальний посібник. Практикум. Мелітополь: Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2014. 320 с.

34. Самойчук К.О., Паляничка Н.О., Верхованцева В.О. Технологічне обладнання галузі: конспект лекцій. Мелітополь: видавничо-поліграфічний центр «Forward press». 2020. Ч. 1. 255 с.

35. Механізація переробки та зберігання сільськогосподарської продукції: курс лекцій / Н.І. Хомик, В.П. Олексюк, О.П. Цьонь. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. 288с.