

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Кафедра технології зерна і комбікормів



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА**

на тему:

***«Розробка проєкту будівництва міні-елеватору місткістю
16,6 тис. т. у Закарпатській області»***

Здобувача (ки) Голубкової А.С.
(прізвище, ініціали)
IV курсу ТЗХ-41б групи

Керівник доц. Кац А.К.
(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти: проф. Басюркіна Н.Й.
доц. Штепа Є.П.
доц. Гончарук Г.А.
(посада, прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота бакалавра допускається до захисту

Рішення кафедри від 5 червня 2023 р., протокол № 5.

Завідувачка кафедри ТЗіК Алла МАКАРИНСЬКА
(назва кафедри) (підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Одеса – 2023 рік

Одеський національний технологічний університет

Факультет _____ *Технології зерна і зернового бізнесу*
Кафедра _____ *Технології зерна і комбікормів*
Ступінь вищої освіти _____ *Бакалавр*
Спеціальність _____ *181 «Харчові технології»*
Освітня програма _____ *«Технології зберігання і переробки зерна»*

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувачка кафедри ТЗіК

_____ *Алла МАКАРИНСЬКА*

«___» _____ 20__ року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА ЗДОБУВАЧА

_____ *Голубковій Анні Сергіївни*
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: 1.3 «Розробка проєкту будівництва міні-елеватору місткістю 16,6 тис. т. у Закарпатській обл.»

Затверджена наказом закладу вищої освіти від «23» 08 2022 року № 479-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи _____ 04.06.2023 р.

3. Вихідні дані роботи Річний об'єм приймання зерна з автотранспорту – 16600 т; річний об'єм приймання ранніх культур (пшениця, ячмінь) – 30 %; долі зерна ранніх культур різної вологості: сухого – 0,5; сирого та вологого – 0,5; період заготівель ранніх культур – 17 діб; річний об'єм приймання пізніх культур – 70 %; долі зерна пізніх культур різної вологості: сухого – 0,4; сирого та вологого – 0,6; період заготівель ранніх культур – 25 діб; річний об'єм відпуску зерна на автомобільний транспорт – 16600 т; кількість місяців відпуску зерна на автотранспорт – 6; тривалість відпуску зерна на за місяць – 22 діб; тривалість відпуску зерна за добу – 16 год; місткість елеватору – 16,6 тис. т.

4. Перелік питань, які потрібно розробити:

Анотація. Вступ. Стан проблеми і перспективи її вирішення. Техніко-економічне обґрунтування. Технологічна частина. Енергозабезпечення та енергозбереження. Аспірація елеватора. Характеристика будівельних споруд. Охорона праці. Науково-дослідна частина. Техніко-економічні розрахунки. Список літератури.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень).

Всього – 6 аркушів формату А1, у тому числі: плани і розрізи робочої башти, силосних корпусів та приймально-відпускних пристроїв (3 арк.); РСРЗіВ (1 арк.); зведений змінний графік (1 арк.); генеральний план (1 арк.)

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

| Розділ | Консультант | Підпис, дата | |
|--|-----------------------------|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Стан проблеми і перспективи її вирішення; Технологічна частина; Система управління роботою елеватора; Характеристика будівельних споруд; Охорона праці; Науково-дослідна частина | <i>Доц. Кац А.К.</i> | | |
| Техніко-економічне обґрунтування; Техніко-економічні розрахунки | <i>Проф. Басюркіна Н.Й.</i> | | |
| Енергозабезпечення та енергозбереження | <i>Доц. Штепа Є.П.</i> | | |
| Аспірація елеватора | <i>Доц. Гончарук Г.А.</i> | | |

7. Дата видачі завдання 23.08.2022

Керівник _____ (підпис) *Кац А.К.*
(прізвище, ім'я, по батькові)

Завдання прийняв до виконання _____ (підпис) *Голубкова А.С.*
(прізвище, ім'я, по батькові)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| Пор. № | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Термін виконання етапів роботи | Примітка |
|--------|--|--------------------------------|----------|
| 1 | <i>Стан проблеми і перспективи її вирішення</i> | <i>20.03-22.03</i> | |
| 2 | <i>Техніко-економічне обґрунтування</i> | <i>23.03-25.03</i> | |
| 3 | <i>Технологічна частина</i> | <i>26.03-06.04</i> | |
| 4 | <i>Креслення планів, розрізів</i> | <i>07.04-23.04</i> | |
| 5 | <i>Креслення РСРЗіВ</i> | <i>24.04-26.04</i> | |
| 6 | <i>Побудова зведеного змінного графіку</i> | <i>27.04-28.04</i> | |
| 7 | <i>Енергозабезпечення та енергозбереження</i> | <i>29.04-01.05</i> | |
| 8 | <i>Аспірація елеватора</i> | <i>02.05-06.05</i> | |
| 9 | <i>Креслення генерального плану</i> | <i>07.05-09.05</i> | |
| 10 | <i>Характеристика будівельних споруд</i> | <i>10.05-12.05</i> | |
| 11 | <i>Охорона праці</i> | <i>13.05-15.05</i> | |
| 12 | <i>Науково-дослідна частина (НДЧ)</i> | <i>16.05-20.05</i> | |
| 13 | <i>Техніко-економічні розрахунки</i> | <i>21.05-24.05</i> | |
| 14 | <i>Оформлення креслень на аркушах формату А1</i> | <i>25.05-27.05</i> | |
| 15 | <i>Оформлення пояснювальної записки</i> | <i>28.05-03.06</i> | |
| 16 | <i>Затвердження роботи</i> | <i>05.06.2023</i> | |
| | <i>Захист</i> | <i>21.06.2022</i> | |

Здобувач (ка) _____ (підпис) *Голубкова А.С.*
(прізвище, ініціали)

Керівник _____ (підпис) *Кац А.К.*
(прізвище, ініціали)

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікованої роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікованої роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач (ка) _____ (підпис) *Голубкова А.С.*
(прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота на тему: «Розробка проєкту будівництва міні-елеватору місткістю 16,6 тис. т. у Закарпатській області» вміщує в собі десять розділів.

У першому розділі розглянуто стан проблеми та перспективи її вирішення. У другому наведено техніко-економічне обґрунтування проєкту. Третій розділ включає технологічну частину з розрахунками основних робіт, розрахунками та вибором основного технологічного та транспортного обладнання, приймальних та відпускних пристроїв, побудовою структурної та принципової схем руху зерна, планування та проектування основних будівель міні-елеватора, робочої схеми руху зерна і відходів (РСРЗіВ) та аналіз побудованого зведеного графіка і визначення узагальнених показників роботи основних норій. У четвертому розділі проведені всі необхідні розрахунки з енергозабезпечення та електрозбереження. П'ятий розділ вміщує в собі аспірацію технологічного або транспортуючого обладнання міні-елеватора. Розділ шостий описує систему управління роботою елеватора, а сьомий описує характеристику будівельних споруд. У восьмому розділі розглянуто охорону праці на підприємстві. У дев'ятому наведена науково-дослідна частина. Робота закінчується десятим розділом, який включає в собі техніко-економічні розрахунки.

Кваліфікаційна робота складається з двох частин: пояснювальна записка, яка викладена на 121 аркушах машинописного тексту, містить 21 таблицю, 24 рисунків, 89 формул, список літератури включає 53 найменувань; графічна – представлена на 6 аркушах формату А1.

Перелік ключових слів: міні-елеватор, очищення, зберігання, сушіння, зерно гречки.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ВСТУП..... | 8 |
| Розділ 1 СТАН ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ..... | 9 |
| 1.1 Літературний огляд стану і шляхів вирішення поставленої проблеми.... | 9 |
| 1.2 Характеристика об'єкту..... | 15 |
| 1.3 Мета і завдання проєкту..... | 15 |
| Розділ 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ БУДІВНИЦТВА НОВОГО МІНІ-ЕЛЕВАТОРА..... | 16 |
| Розділ 3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА..... | 22 |
| 3.1 Розрахунок і вибір основного обладнання міні-елеватора..... | 22 |
| 3.1.1 Розрахунок обсягів робіт..... | 22 |
| 3.1.2 Розрахунок основного технологічного обладнання..... | 24 |
| 3.1.2.1 Розрахунок зерноочисних машин..... | 24 |
| 3.1.2.2 Розрахунок і вибір зерносушарки..... | 25 |
| 3.1.3 Розробка структурної і принципової схем технологічного процесу..... | 27 |
| 3.1.4 Розрахунок транспортного обладнання..... | 28 |
| 3.1.4.1 Розрахунок основних норій..... | 28 |
| 3.1.4.2 Визначення кількості та продуктивності конвеєрів..... | 31 |
| 3.1.4.3 Самопливи..... | 32 |
| 3.1.5 Розрахунок приймально-відпускних пристроїв..... | 32 |
| 3.2 Обробка і зберігання відходів..... | 33 |
| 3.3 Проєктування зерносховищ..... | 33 |
| 3.4 Визначення розмірів робочої башти та приймально-відпускних при- строїв (ПВП) у плані..... | 34 |
| 3.5 Розрахунок висот поверхів робочої башти та ПВП..... | 36 |
| 3.6 Визначення місткостей накопичувальних, оперативних бункерів і сило- сів міні-елеватора..... | 38 |
| 3.7 Проєктування робочої схеми руху зерна і відходів (РСРЗіВ), її опис і аналіз..... | 38 |
| 3.8 Зведений графік роботи міні-елеватора..... | 41 |
| 3.8.1 Розрахунки для побудови зведеного графіка..... | 41 |
| 3.8.2 Аналіз побудованого зведеного графіка і визначення узагальнених показників роботи основних норій..... | 44 |
| Розділ 4 ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ..... | 48 |

| | |
|---|----|
| 4.1 Заходи для економії електроенергії і енергозбереження..... | 48 |
| 4.2 Розрахування активної потужності споживання підприємством методом питомих витрат електроенергії..... | 49 |
| 4.3 Розрахування повної потужності трансформаторної підстанції з ураху- ванням компенсації реактивної потужності..... | 49 |
| 4.4 Перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажу- вальної здібності..... | 50 |
| 4.5 Техніко-економічне порівняння режиму роботи трансформаторів..... | 52 |
| 4.6 Вибір перерізу жил і марки кабелю..... | 53 |
| 4.7 Річна витрата електроенергії та її вартість..... | 54 |
| 4.8 Розрахунки відносно заходів економії електроенергії на підприємстві...55 | |
| Розділ 5 АСПІРАЦІЯ МІНІ-ЕЛЕВАТОРА..... | 57 |
| 5.1 Мета і задачі вентиляційних установок..... | 57 |
| 5.2 Особливості проектування аспіраційних установок відповідно елеваторів..... | 59 |
| 5.3 Розрахунок локального фільтра та фільтра-циклона..... | 59 |
| 5.4 Режим очистки..... | 60 |
| 5.5 Аспірація норій Н1 та Н2..... | 63 |
| 5.6 Розрахунок аспіраційної мережі, до якої входять конвеєр КЛ2 та норія Н5..... | 64 |
| 5.7 Розрахунок аспіраційної мережі для аспірації зерноочисного сепаратора Cimbria TAS152A-2..... | 67 |
| Розділ 6 СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ РОБОТОЮ МІНІ-ЕЛЕВАТОРА..... | 71 |
| Розділ 7 ХАРАКТЕРИСТИКА БУДІВЕЛЬНИХ СПОРУД..... | 77 |
| 7.1 Опис генерального плану..... | 77 |
| 7.2 Характеристика нових будівель та споруд з будівельної точки зору..... | 79 |
| Розділ 8 ОХОРОНА ПРАЦІ..... | 81 |
| 8.1 Ідентифікація небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які ма- ють найбільший вплив на працюючих підприємств зернопереробної галузі.. | 81 |
| 8.2 Виділення та нормування чинників, які впливають на комфортні та безпечні умови праці..... | 82 |
| 8.3 Виявлення джерел виробничого шуму і вібрації та їх нормування..... | 82 |
| 8.4 Загальні вимоги безпеки при реалізації технології | 83 |
| 8.5 Електробезпека при реалізації технології..... | 84 |

| | |
|--|-----|
| 8.6 Пожежовибухонебезпека технологічного обладнання і процесів..... | 85 |
| 8.7 Шляхи евакуації..... | 86 |
| Розділ 9 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА..... | 87 |
| 9.1 Стан питання..... | 88 |
| 9.2 Мета і завдання роботи; об'єкти і методи досліджень та аналізів..... | 95 |
| 9.3 Результати досліджень..... | 97 |
| Висновки та рекомендації..... | 101 |
| Розділ 10 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ ПРОЄКТУ БУДІВНИЦТВА НОВОГО МІНІ-ЕЛЕВАТОРА..... | 103 |
| 10.1 Розрахунок чисельності працюючих..... | 103 |
| 10.2 Розрахунок виробничої програми..... | 104 |
| 10.3 Розрахунок обсягів реалізації послуг підприємства..... | 105 |
| 10.4 Розрахунок собівартості робіт та послуг за рік..... | 109 |
| 10.5 Розрахунок прибутку..... | 112 |
| 10.6 Розрахунок інвестицій..... | 113 |
| 10.7 Розрахунок рентабельності інвестицій..... | 114 |
| 10.8 Розрахунок строку окупності інвестицій..... | 115 |
| 10.9 Основні техніко-економічні показники проєкту..... | 115 |
| Список літератури..... | 117 |

ВСТУП

В умовах невеликого господарства часто не вигідно возити зерно на великі сховища, а простіше зберігати зерно у власних сховищах. Як правило, таким видом зерносховищ для невеликих партій зерна є міні-елеватори.

Такі елеватори фермерського типу можуть бути виконані за різними технологіями, їх вибір безпосередньо залежить від обсягу зернової продукції, яку планується зберігати на міні елеваторі. Якщо зерна мається в невеликій кількості, то можна використовувати ангари з металу, виконані з оцинкованого листового заліза. Якщо є можливість, то такі міні-елеватори можна додатково оснастити різним автоматичним обладнанням, наприклад датчиками, що контролюють клімат в ангарі, таке оснащення допоможе стежити за змінами температури в зерносховищі такого типу, а так само стежити за змінами умов, загалом.

Всі міні-елеватори мають значні відмінні ознаки, які в основному зводяться до конструктивних відмінностей, саме за рахунок цих конструктивних відмінностей міні-елеватори відрізняються від подібних їм великих установ. Але основною відмінністю є обсяг зерна, який здатний зберігати міні-елеватор.

Обладнання об'єднується в єдиний міні-елеватор, що складається з зерносушарки, силосів, самопливів і норій. На території обладнуються місця для під'їзду автотранспорту і вивантаження зерна. Така схема зручна і економічна:

- не потрібно перевозити зерно від місця сушіння до місця зберігання – всі операції технологічного процесу виконуються в одному місці;
- комплекс оснащується всіма необхідними транспортерними пристроями, що дозволяє вирішувати різні завдання переміщення зерна в межах міні елеватора;
- технологічне обладнання розміщується таким чином, щоб забезпечити зручність обслуговування і ремонту всіх вузлів модуля [1].

Обрана тема кваліфікаційної роботи являється актуальною і важливою тому, що чужий елеватор – це завжди ризик. Ризик втратити в середньому третину зерна через його засміченість та не виправдане заниження якості, високі тарифи на доведення зерна до базисних кондицій. Власний міні-елеватор дає змогу фермеру виконувати абсолютно всі процеси зернового менеджменту – прийом, сушіння, зберігання, очищення і відвантаження зернових культур, що в кінцевому підсумку впливає на прибуток фермера, оскільки він значно заощаджує.

Розділ 1 СТАН ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

1.1 Літературний огляд стану і шляхів вирішення поставленої проблеми

Закінчився воєнний 2022 рік, який попри все не зміг зупинити елеваторне будівництво. Воно переформатувалося, перемістилося, але — тривало і, сподіваємося, що буде тривати й далі. Як зазвичай, підбиваємо підсумки будівництва нових зерносховищ у році, що минув. Елеватори частково зруйновані або окуповані внаслідок війни, потужності, що знаходяться на контрольованій Україною території, на третину заповнені минулорічним врожаєм.

Залишки зернових та олійних культур не можна вивезти через блокаду портів. Ті обсяги, що вивозяться сьогодні залізничним та автомобільним транспортом, є недостатніми, щоб звільнити елеватори для прийняття нового врожаю. «Європейські порти не готові сьогодні до тих обсягів продукції, що є в Україні.

Дефіцит ємностей для приймання нового врожаю на початок травня оцінюється на рівні 16,3 млн тонн, виходячи з прогнозу врожаю-2022 на рівні 55,9 млн тонн, за оцінками аналітиків ІА «АПК-Інформ». В Україні можуть сформуватися перехідні залишки зернових та олійних культур на рівні 25,1 млн тонн, що в 4,2 рази перевищує показник попереднього сезону і не дозволить вивільнити суттєву частку ємностей зерносховищ для приймання нового врожаю. Доступними можна вважати лише 60,9 млн тонн ємностей для зберігання. Таким чином, перехідними залишками поточного сезону залишаться заповненими 35 % доступних потужностей зерносховищ [2].

Які регіони найбільш забезпечені елеваторами?

До війни Одеська, Миколаївська та Полтавська область були основними гравцями на ринку зберігання зерна з обсягами 5,5 млн тонн, 4,2 млн тонн, 5,15 млн тонн відповідно. Значними були потужності у Вінницькій області – 4,2 млн тонн, Чернігівській – 3,1 млн тонн, Сумській – 2,9 млн тонн, Черкаській – 2,8 млн тонн та Київській – 2,7 млн тонн. Західна Україна мала найменші елеваторні потужності з усіх регіонів України. Та війна змінила все. «Елеваторний ринок пішов догори дригом, тепер все навпаки. На західній Україні було найменше елеваторів, зараз елеваторні потужності будуть переміщуватися на захід. Найбільші можли-

| | | | | | | | | |
|--------------|-----|------------------|--------|------|---|------------------|------|---------|
| | | | | | КРБ.ТЗіК.1.479-03.І.1.3 | | | |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розробив | | Голубкова А.С. | | | РОЗДІЛ 1 СТАН ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ | Лит. | Арк. | Аркушів |
| Консультант | | Кац А.К. | | | | | 9 | |
| Керівник | | Кац А.К. | | | | | | |
| Н. Контр. | | | | | | | | |
| Зав. кафедри | | Макаринська А.В. | | | | | | |
| | | | | | | ОНТУ гр. ТЗХ-416 | | |

вості зберігання у Хмельницькій області – 3 млн тонн, Тернопільській – 1,8 млн. тонн, Львівській – 1 млн тонн. Є інформація, що там побудують елеватори, тобто їх стане більше. Щодо елеваторів, пошкоджених внаслідок бойових дій, то наразі ступінь їх руйнування не завжди зрозумілий, недостатньо інформації.

Руйнування зерносховищ та терміналів

За різними дослідженнями Україна втратила від 10 до 13 млн т елеваторних потужностей від початку повномасштабного вторгнення.

Загалом до повномасштабного вторгнення в Україні було 56,6 млн т потужностей одночасного зберігання зернових. За оцінками Elevatorist.com, з 24 лютого до листопада минулого року кількість потенційно зруйнованих або пошкоджених сховищ досягла 77 одиниць або 9,4 млн т.

Також 165 елеваторів станом на 4 листопада знаходилися у тимчасово окупованих Луганській, Донецькій, Запорізькій та Херсонській областях — це більше > 10 % від довоєнних сертифікованих потужностей зі зберігання зерна [3].

За останніми даними Київської школи економіки KSE оцінка пошкоджених та знищених потужностей об'ємом 9,4 млн т одночасного зберігання не враховує підприємства, які залишаються на окупованих територіях. Також дослідники станом на листопад оцінили, що вартість ремонту та відновлення цих зруйнованих зерносховищ буде сягати \$1,1 млрд.

У дослідженні американської організації Conflict Observatory підраховали, що Україна втратила кожний шостий елеватор, і не тільки на близьких до фронту територіях.

Руйнувань та пошкоджень від ракетних ударів зазнали підприємства у Житомирській, Київській, Вінницькій областях. Деякі елеватори на Сумщині та Чернігівщині постраждали ще у лютому-березні 2022 р. під час окупації цих територій. Проте найбільше руйнували підприємства, що знаходяться у східних і південних областях: у Донецькій, Луганській, Харківській, Запорізькій, Миколаївській, Дніпропетровській.

Так, в Донецькій ОВА зазначили, що в області із 37 елеваторів, що були до повномасштабного вторгнення, працює лише 6.

На Луганщині окупанти під час авіа нальоту повністю знищили сучасний елеватор на 30 тис. т одночасного зберігання у Рубіжному, який встиг відпрацювати лише два сезони. У Луганській області втратили свої активи і деякі великі українські агрокомпанії.

Один із найстаріших елеваторів України, який досі працював в Запорізькій області — «Оріхівський» — повністю знищений.

Через близькість до лінії фронту та артилерійські обстріли на Херсонщині, Миколаївщині, Дніпропетровщині та Харківщині зруйновано та пошкоджено багато невеликих та середніх зерносховищ. На Одещині ракетним ударом пошкодили силоси та приміщення великого елеватора та пекарні.

Підприємства, які потрапили в окупацію, теж руйнували. Так, про значні пошкодження своїх активів повідомляли компанії «Прометей», «Укрлендфармінг» та інші.

У ГК «Прометей» розповіли, що з 34 елеваторів серйозно постраждали 8, а 4 підприємства досі знаходяться в окупації у Запорізькій області.

Потужності терміналів також постраждали за час повномасштабного вторгнення. Компанії, що мали зернові підприємства у Маріуполі, втратили їх через окупацію, подекуди їх повністю знищено. На підконтрольній Україні території морські термінали обстрілювалися з боку окупантів. Миколаївський морпорт пережив кілька обстрілів, влітку 2022 р. в порту були пожежі на олійних терміналах.

Частина пошкоджених елеваторів відновила роботу — у Сумській, Чернігівській, Одеській, Харківській області підприємства знову працюють. Проте втрачено дуже багато, і на початку літа йшлося про значний дефіцит елеваторних потужностей, враховуючи, що значна частина врожаю 2021 року залишалася на складах.

Будівництво елеваторів продовжилося

Попри активні бойові дії на фронті та ракетні обстріли всієї території України елеваторне будівництво не зупинилося, а значні об'єми врожаю попереднього року ще більше підштовхнули аграріїв до розширення потужностей зберігання. За даними із відкритих джерел Elevatorist.com підрахував, що із 24 лютого до кінця минулого року елеваторні потужності України зросли на 32 об'єкти для зберігання зерна: частину з них побудували з нуля, також додали потужностей на вже діючих підприємствах.

Як розповіли виробники елеваторного обладнання, на паузу поставили деякі проекти на прифронтових та окупованих територіях, а по всій іншій території України зернова інфраструктура продовжує розвиватися.

В компанії KMZ Industries кажуть, що всі агрокомпанії, які могли дозволити собі відкласти плани розширення потужностей зберігання, зробили це. Як зазначив заступник генерального директора із розвитку KMZ Industries Борис Рибачук,

деякі холдинги купили необхідне обладнання і тримають у себе до кращих часів, хтось просто заморозив контракти, бо існуючих потужностей у них достатньо для того, щоб перечекати час війни [4].

За словами виробників обладнання, найбільше цього року будували та модернізували власні елеваторні потужності середні господарства. Саме вони швидше за всіх реагують на зміни ринку, приймають рішення, мають власні ресурси й підтримку держави, і, що найголовніше, — мають найбільшу нестачу потужностей зберігання, тому найбільш мотивовані будуватися. Проте великі проєкти цього року також були.

Загалом виробники обладнання кажуть, що більшість будівництв цього року йшли у центральних та західних областях країни.

Елеваторні будівництва на заході країни

Одна із великих західних компаній — «Волинь-зерно-продукт» — від початку повномасштабного вторгнення швидко зреагувала на можливий дефіцит потужностей, та збільшила власні ємності на 100 тис. т. Компанія збудувала нові силоси та склади.

У компанії VITAGRO ще до війни планували збудувати елеватор на 50 тис. т зберігання. Повномасштабне вторгнення поставило будівництво на паузу на 3 місяці, потім проєкт відновили, і зараз VITAGRO готується до здачі нового зерносховища.

Також відомо про будівництва нових зерносховищ і збільшення потужностей вже наявних елеваторів для середніх та малих господарств. Про монтаж обладнання та завершення проєктів у Львівській, Волинській, Івано-Франківській, Тернопільській, Хмельницькій областях повідомляли у компаніях KMZ Industries, «Лубнимаш», «Зернова Столиця».

Через необхідність експортувати зерно у західному напрямку стартували кілька будівництв сухих портів — перевантажувальних залізничних терміналів на кордоні України.

Про свій проєкт сухого порту на Львівщині розповіла компанія UGTC TRADE. Будівництво цього проєкту вже розпочалося. Планується, що зерновий термінал буде перевантажувати до 100 тис. т продукції в місяць.

Ще одна велика агрокомпанія Alebor Group зводить експортний зерновий термінал на румунсько-українському кордоні. Планується дві черги будівництва, які збираються завершити у 2023 році.

Також про будівництво великого сухого порту для агропродукції повідомляли представники Волинської ОДА.

Будівництво елеваторів у центральних та північних областях України

Агрохолдинг Alebor Group цього року розширив «Вороновицьке ХПП», що знаходиться на Вінниччині, і тепер на підприємстві зможуть зберігати майже 200 тис. т зерна.

На півночі країни після звільнення областей від окупації також почали відновлювати пошкоджені елеватори та будувати нові зерносховища. На Сумщині підприємства також активно збільшують потужності зберігання, оскільки логістика із цієї області зараз не вигідна аграріям.

Будівництво на півдні України

Одеська область стала ще одним місцем активного будівництва нової зернової інфраструктури та розширення вже діючих підприємств на Дунаї.

Першу чергу нового терміналу в Ізмаїлі вже завершила компанія «НІБУ-ЛОН». Будівництво цього проєкту компанія розпочала в червні 2022 року, а перший етап закінчили у вересні. Після повного завершення терміналом щомісяця можна буде відправляти на європейський ринок до 300 тис. т зерна [3].

У порту Рені планують збудувати нові склади підлогового зберігання зерна. Цим займається новоутворена стивідорна компанія Danube Logistics Group, яка вже після початку повномасштабного вторгнення отримала статус портового оператора у порту, та веде роботу із запуску контейнерного терміналу.

Велике підприємство для зберігання та переробки зерна планують побудувати на Одещині. Про підписану угоду оренди під будівництво цього проєкту розповів голова однієї з громад Одеської області у грудні 2022 року.

А от у Дніпропетровській області минулого року завершили будівництво великого елеваторного комплексу. Потужність зберігання підприємства склала більше 100 тис. м³.

Загалом виробники обладнання кажуть, що елеваторний ринок у 2023 році продовжить реалізовувати свої плани з будівництва та модернізації зерносховищ.

Очікують, що наступного року буде багато проєктів перевантажувальних терміналів на західних кордонах. А от загалом вплив війни дуже відчувається на готовності аграріїв контрагуватися на будівництва наступного року.

Попри невизначеність, є програми, які допомагають аграріям з будівництвом нових потужностей. Так, одна з них — програма USAID АГРО обіцяє профінансувати купівлю обладнання для 10 зернових підприємств України.

Пошкоджень зазнали понад 5 % земельного фонду України, тобто понад 2 млн га. З 2014 року постраждало 150–180 тис. кв. км, що становить 25–30 % всієї території. На повне розмінування та очищення земель знадобиться 10 млн людино-днів, тобто приблизно десять років. Загальна вартість робіт за попередніми оцінками становитиме близько 2 млрд євро.

Необхідний обсяг інвестицій протягом 10 років у агросфері України становить \$37 млрд. За даними Мінагрополітики, основними напрямками, що зможуть отримати фінансування з Фондів, будуть: тваринництво, садівництво, переробка, зрошення та біоенергетика.

Окремий напрям роботи в майбутньому буде пов'язаний із компенсацією наслідків втрат, адже аграрний сектор уже зазнав прямих втрат на мільярди доларів. Так, передбачається створення «Фонду ліквідації наслідків агресії», що формуватиметься з конфіскованих активів держави-агресора РФ. Також буде створено «Фонд відновлення України», котрий наповнюватимуть і яким управлятимуть партнери-донори України, фінансуючи розвіткові проекти для України, зокрема й аграрний комплекс. Крім того, планується створення «Національного фонду відновлення агропромислового виробництва на деокупованих територіях», який зможе використовувати також фінансову допомогу держав-партнерів і міжнародних фінансових інституцій, великих міжнародних корпорацій, заморожених чи конфіскованих активів російської федерації, внесків юридичних і фізичних осіб та коштів допомоги міжнародних гуманітарних організацій та благодійних фондів.

Інвестиції у розвиток інфраструктури оцінюються у 5,6 млрд дол. Зокрема включають:

- відновлення пошкодженої інфраструктури;
- будівництво нової зрошувальної системи;
- будівництво так званих сухих портів (які мають додати переваг альтернативним морським шляхам логістики);
- модернізація інфраструктури Дунайського регіону (порти Ізмаїл, Рені, Усть-Дунайськ). Сьогодні порти працюють на рівні існуючих пропускних можливостей; основне питання — наявність флоту під завантаження (посилання). Ста-

ном на 1 листопада 2022 р. завершено першу чергу будівництва нового терміналу «Нібулона» в Ізмаїлі, який перевалюватиме 300 тис. т на місяць [4].

Сподіваємося, що 2023-й буде успішнішим для елеваторної сфери, а матеріал про будівництва зерносковищ наступного року буде традиційно складатися із реалізованих проєктів та планів, які будуть втілюватися вже у мирний час. Тому в наш час є доцільним будівництво нових елеваторів будь-яких розмірів.

Побудова нових підприємств дасть можливість ефективніше зберігати та обробляти зернові культури і при цьому підтримувати економіку країни. Нові елеватори потребують мінімальної кількості працівників через максимальну автоматизацію виробництва. Побудова міні-елеватора є економічно доцільною, так як інвестиції в проєкт окупаються за достатньо короткий час – до 4 років.

Також при будівництві нового елеватору створюються нові робочі місця, виробництво не є шкідливим з точки зору екології, що відображає соціальний і екологічний ефекти від впровадження проєкту.

Все це свідчить про господарську необхідність і економічну ефективність будівництва елеваторів.

1.2 Характеристика об'єкту

Кваліфікаційною роботою передбачено будівництво нового міні-елеватора місткістю 16600 тонн у Закарпатській області. Річний об'єм ранніх культур – 4980 тонн на рік, а пізніх – 11620 тонн. Серед ранніх культур планується приймання пшениці в кількості 70 % та ячменю в кількості 30 % від заданого об'єму. З пізніх культур плануємо приймання виключно кукурудзи. Загальний річний об'єм відпуску зерна на автомобільний транспорт – 16600 тонн. Міні-елеватор передбачає наступні операції: приймання з автотранспорту, основне очищення, сушіння, зберігання та відпуск на автотранспорт.

1.3 Мета і завдання проєкту

Мета: розробити проєкт будівництва нового міні-елеватора у Закарпатській області місткістю 16600 тонн.

Завдання: забезпечити місцевість міні-елеватором з необхідним об'ємом силосів для тимчасового зберігання врожаю, забезпечити працею місцевих мешканців, підвищити економіку регіону.

Розділ 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ БУДІВНИЦТВА НОВОГО МІНІ-ЕЛЕВАТОРА

Нами передбачено будівництво нового міні-елеватора у Закарпатській області місткістю 16,6 тис. тонн на основі виявлення вільного залишку зерна, який необхідно зберегти.

Будівництво – створення нових виробничих потужностей, які не існували раніше, на виділеній промисловій площадці у визначеному регіоні.

При будівництві нового елеватора створюються нові робочі місця, підвищується експортний потенціал України, до того ж, виробництво не є шкідливим з точки зору екології. Внаслідок цього прийнято рішення розробити проєкт будівництва такого підприємства з метою отримання додаткового прибутку, охоплення більшого сегменту ринку, просування продукції на експорт, постачання високоякісної продукції на внутрішній ринок, що сприятиме укріпленню іміджу підприємства і покращенню соціально-економічної ситуації в регіоні.

Баланс сировини і обґрунтування розвитку потужнісного потенціалу підприємства

Починаємо розрахунки із розробки балансу сировини у регіоні (області), в якому визначають наявні та перспективні обсяги сировинних ресурсів.

1. Метою цього розрахунку є визначення потенціалу заготівель зернових культур у сировинній зоні підприємства. Розрахунок заснований на інформації про земельні угіддя, на яких вирощують злакові культури, і даних про середню урожайність (дані Державної служби статистики України, URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>) [5].

Таблиця 2.1 – Площі та середня урожайність всіх культур, які вирощують в регіоні, станом на 2021 рік

| Регіон (область) | Господарства усіх категорій | | |
|------------------|--|---|---|
| | Площа зібрана, ПЛ _{базова} , тис.га | Урожайність, У ₁ , ц з 1 га зібраної площі | Обсяг виробництва, ВЗ ₁ , тис. ц |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Закарпатська | 83,2 | 43,6 | 3628,4 |

| | | | | |
|---|-----|------------------|--------|---------|
| КРБ.ТЗіК.1.479-03.І.1.3 | | | | |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата |
| Розробив | | Голубкова А.С. | | |
| Консультант | | Басюркіна Н.Й. | | |
| Керівник | | Кац А.К. | | |
| Н. Контр. | | | | |
| Зав. кафедри | | Макаринська А.В. | | |
| РОЗДІЛ 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ БУДІВНИЦТВА НОВОГО МІНІ-ЕЛЕВАТОРА | | | | |
| | | | Лит. | Арк. |
| | | | 16 | Аркушів |
| ОНТУ гр. ТЗХ-416 | | | | |

2. Тому що площа вирощування і урожайність – показники, які варіюють у бік збільшення, то ми повинні це врахувати і розрахувати їх значення на перспективу. Так, урожайність на перспективу розраховуємо за формулою:

$$Y_{\text{прогноз}} = Y_{\text{базова}} K_y, \quad \text{ц/га}, \quad (2.1)$$

де $Y_{\text{базова}}$ – середня урожайність у поточному році (тобто – році розробки проекту будівництва нового елеватора, тобто – у 2021 році), ц/га;

$Y_{\text{прогноз}}$ – середня урожайність у перспективі (тобто – у рік завершення нормативного терміну окупності будівництва нового елеватора, у даному прикладі це через 4 роки – у 2024 році), ц/га;

K_y – коригуючий коефіцієнт, що враховує зростання урожайності, який розраховують за формулою:

$$K_y = K_{zy}^t, \quad (2.2)$$

де K_{zy} – індекс зростання урожайності (коливається у межах 1,05...1,08);

t – період часу, пов'язаний з тривалістю здійснення проекту, тобто, з часовим лагом (періодом освоєння) інвестицій, що для будівництва елеватора дорівнює 4 рокам.

3. Аналогічно, площу вирощування на перспективу розраховуємо за формулою:

$$ПЛ_{\text{прогноз}} = ПЛ_{\text{базова}} K_{пл}, \quad \text{га}, \quad (2.3)$$

де $ПЛ_{\text{прогноз}}$ – площа вирощування у поточному році (тобто – році розробки проекту будівництва нового елеватора, у даному прикладі – у 2021 році), га;

$ПЛ_{\text{базова}}$ – площа вирощування у перспективі (тобто – у рік завершення нормативного терміну окупності будівництва нового елеватора, у даному прикладі це через 4 роки – у 2024 році), га;

$K_{пл}$ – коригуючий коефіцієнт, що враховує зростання площі вирощування, який розраховують за формулою:

$$K_{пл} = K_{пл}^t, \quad (2.4)$$

де $K_{пл}$ – індекс зростання площі вирощування (коливається у межах 1,05...1,08);

t – період часу, пов'язаний з тривалістю здійснення проекту, тобто, з часовим лагом (періодом освоєння) інвестицій, що для будівництва елеватора дорівнює 4 рокам.

Через те, що існуючі тенденції нарощування площ під зернові культури та врожайності у Закарпатській області свідчать про те, що останні 5 років щорічно площа оранки приростає на 5 %, а урожайність – на 6 %, то приймаємо до уваги ці тенденції до 2024 року (періоду засвоєння інвестицій) та виконаємо розрахунок наведених показників у перспективі до 2024 року, на основі даних Державної служби статистики України за 2021 р. і коригуючих коефіцієнтів на прогнозні 4 роки (з 2021 до 2024 р.).

У випадку нового будівництва прогнозуємо показники на 4 роки, тобто $t = 4$ роки (1 рік – 2021, 2 рік – 2022, 3 рік – 2023, 4 рік – 2024).

В результаті, прогнозована середньозважена урожайність у 2024 році, розрахована за формулою (2.1), становить:

$$U_{\text{прогноз}} = 43,6 \times (1,06)^4 = 55,05 \text{ ц/га,}$$

а прогнозована площа під культивування всіх культур в Закарпатській області у 2024 році за формулою (2.3), буде дорівнювати:

$$ПЛ_{\text{прогноз}} = 83,2 \times (1,05)^4 = 101,09 \text{ тис. га.}$$

4. Результати розрахунків зводимо у табл. 2.2 та використовуємо для розрахунків прогнозованого валового збору (ВЗ) зернових культур в регіоні (тобто – заданій області) у 2024 році, який визначаємо за формулою:

$$ВЗ_{\text{прогноз}} = (ПЛ_{\text{прогноз}} \times U_{\text{прогноз}}) / 10, \text{ тис. тонн} \quad (2.5)$$

$$ВЗ_{\text{прогноз}} = (101,09 \times 55,05) / 10 = 556,50 \text{ тис. тонн}$$

Результати виконаних розрахунків наводимо у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Річний потенціал заготівель всіх культур в Закарпатській області у 2024 р.

| Регіон (область) | Площа сільськогосподарських угідь, $ПЛ_{\text{прогноз}}$, тис. га | Середня урожайність, $U_{\text{прогноз}}$, ц/га | Валовий збір, $ВЗ_{\text{прогноз}}$, тис. тонн |
|------------------|--|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 = 2x3 |
| Закарпатська | 101,09 | 55,05 | 556,50 |

5. У всіх регіонах України існують зерносховища, на яких обробляється та зберігається зерно, вирощене в нашій країні, та на які надходить ввезене з інших регіонів і країн (імпортне) зерно. В даному випадку їх прогнозна сумарна місткість ($МЗ_{\text{прогноз}}$) має покривати такий обсяг зернових (формула 2.6):

$$МЗ_{\text{прогноз}} = ВЗ_{\text{прогноз}} - C_{\text{ст}} + I_{\text{р}}, \text{ тис. тонн} \quad (2.6)$$

де $ВЗ$ – валовий збір зернових культур, тис. тонн,

C_{CG} – споживання всередині сільськогосподарських підприємств (приймають за даними органів статистики – в Закарпатській області складає 20 % від валового збору), тис. тонн;

I_p – ввезення (імпорт) зернових культур з інших регіонів (приймають за даними органів статистики – в Закарпатській області складає 0,5 % від валового збору), тис. тонн.

Далі виконаємо необхідні розрахунки для нашого прикладу:

- споживання зерна всередині сільськогосподарських підприємств Закарпатської області дорівнює:

$$C_{CG} = 0,20 \times 556,50 = 111,3 \text{ тис. тонн};$$

- імпорт (ввезення) зернових культур в Закарпатську область з інших регіонів та із закордону у 2021 р. займав 0,5 % у структурі валового збору пшениці в Закарпатській області. В результаті в прогнозованому періоді він дорівнюватиме:

$$I_p = 0,005 \times 556,50 = 2,78 \text{ тис. тонн.}$$

В нашому випадку прогнозна сумарна місткість зерносховищ в Закарпатській області у 2024 р. має покривати такий обсяг зерна:

$$MЗ_{\text{прогноз}} = 556,50 - 111,3 + 2,78 = 447,98 \text{ тис. тонн}$$

Отримані дані зводимо в табл. 2.3.

6. В результаті, прогнозний обсяг дефіциту (або профіциту) місткостей для зберігання зерна ($\Delta ПЗ$) визначаємо як різницю між прогножною сумарною місткістю ($MЗ_{\text{прогноз}}$) та сумарними потужностями зерносховищ ($\Sigma ПЗ_i$) за формулою 2.7:

$$\Delta ПЗ = MЗ_{\text{прогноз}} - \Sigma ПЗ_i, \text{ тис.тонн} \quad (2.7)$$

де $\Delta ПЗ$ – прогнозний обсяг дефіциту місткостей для зберігання зерна у даному регіоні, тис. тонн;

$\Sigma ПЗ_i$ – сумарна потужність i -тих зерносховищ, тис. тонн (тобто сумарна місткість всіх зерносховищ, що існують і будуються в даному регіоні), тис. тонн.

Таблиця 2.3 – Дані для розрахунку потрібної сумарної місткості зерносховищ в Закарпатській області у 2024 році, тис. тонн

| Регіон (область) | Прогнозний валовий збір у 2024 році, $VЗ_{\text{прогноз}}$ | Споживання всередині сільського господарства, C_{CG} | Ввезення з інших регіонів та із закордону, I_p | Сумарна місткість зерносховищ, $MЗ_{\text{прогноз}}$ |
|------------------|--|--|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 = 2-3+4 |
| Закарпатська | 556,50 | 111,3 | 2,78 | 447,98 |

Дані про сумарну місткість існуючих елеваторних потужностей по областях України можна отримати з Інтернету, наприклад, [Рейтинг регіонів України за потужністю елеваторних потужностей [<https://landlord.ua/rejtingi/reitynh-rehioniv-ukrainy-za-potuzhnistiu-elevatornykh-kompleksiv/>]]. Так, за даними на початок 2021 року в Закарпатській області існують зерносховища загальною місткістю 100 тис. тонн, тому можна визначити $\Delta ПЗ$:

$$\Delta ПЗ = 447,98 - 100 = 347,98 \text{ тис. тонн.}$$

На основі аналізу показника $\Delta ПЗ$ можна зробити такі висновки:

по-перше – про наявність дефіциту або профіциту місткості для зберігання зерна, а саме:

- якщо $\Delta ПЗ > 0$, то в даному регіоні є дефіцит місткостей;
- якщо $\Delta ПЗ \leq 0$, то в даному регіоні є профіцит (надлишок) місткостей;

по-друге – про доцільність будівництва нового елеватора запланованої потужності (ПЗ), тобто місткості, а саме:

- якщо $\Delta ПЗ \geq ПЗ$, то будівництво нового елеватора запланованої місткості в даному регіоні можливо і доцільно;
- якщо $\Delta ПЗ < ПЗ$, то будівництво нового елеватора запланованої місткості в даному регіоні не доцільно.

Таким чином, в нашому прикладі розрахунки показали, що в області існує дефіцит місткостей, а саме:

$$\Delta ПЗ = 347,98 \text{ тис. тонн.} > 0,$$

$$\Delta ПЗ \geq ПЗ, \text{ тобто } 347,98 \geq 16,6 \text{ тис. тонн,}$$

тому будівництво нового міні-елеватора запланованої місткості 16,6 тис. тонн є доцільним та обґрунтованим.

7. Вантажоборот (В) підприємства елеваторної галузі розраховують за формулою:

$$В = K_0 \times ПЗ, \text{ тис. тонн,} \quad (2.8)$$

де $ПЗ$ – запланована потужність (місткість) елеватора, що проєктується, тис. тонн;

K_0 – коефіцієнт обороту місткості зерносховища, який являє собою число його оборотів протягом року; для міні-елеватора $K_0 = 1,0$.

Для даного прикладу вихідні дані для розробки проєкту будівництва міні-елеватора є наступними (табл. 2.4):

Таблиця 2.4 – Вихідні дані для розробки проекту будівництва міні-елеватора

| Показник | Значення |
|---|--------------|
| Місткість проектуемого елеватора, тонн | 16600 |
| Область | Закарпатська |
| Загальний річний об'єм приймання зерна з автотранспорту, $A^a_{п р}$, тонн/рік | 16600 |
| у тому числі: | |
| Річний об'єм приймання ранніх культур, $A^{a(p)}_{п р}$, т/рік | 4980 |
| Пшениці (% від обсягу ранніх культур) | 70 |
| Ячмінь (%) | 30 |
| Долі зерна ранніх культур різної вологості, що надходить а/т: | |
| Сухе (W до 15%) a_0 | 0,5 |
| Вологе (W понад 15-17 вкл. %) a_1 | 0,3 |
| (W понад 17-22 вкл. %) a_2 | 0,2 |
| Період заготівель ранніх культур, Пр, діб | 17 |
| Річний об'єм приймання пізніх культур, $Aa(p)_{п р}$, тонн/рік | 11620 |
| Кукурудзи (% від обсягу пізніх культур) | 100 |
| Частки зерна пізніх культур різної вологості, що надходить а/т: | |
| Сухе (W до 15%) a_0 | 0,4 |
| Вологе (W понад 15-17 вкл. %) a_1 | 0,3 |
| (W понад 17-22 вкл. %) a_2 | 0,3 |
| Період заготівель пізніх культур, Пр, діб | 25 |
| Загальний річний об'єм відпуску зерна на автомобільний транспорт, $A^b_{вп р}$, т/рік | 16600 |
| Кількість місяців відпуску зерна на а/т на рік, N, міс. | 6 |
| Тривалість відпуску зерна на а/т за місяць, Тавп м, діб | 22 |
| Тривалість відпуску зерна на а/т за добу, Тавп д, год | 16 |
| Коефіцієнт місячної нерівномірності відпуску зерна на а/т, Кавп м | 1,9 |
| Коефіцієнт добової нерівномірності відпуску зерна на а/т, Кавп д | 1,5 |
| Коефіцієнт погодинної нерівномірності відпуску зерна на а/т, Кавп г | 1,0 |

Таким чином, нами проаналізовано основні тенденції ринку зернових України, проведено дослідження зернового господарства Закарпатської області, і на основі цього обґрунтовано необхідність та доцільність будівництва міні-елеватора місткістю 16,6 тис. тонн в Закарпатській області.

Розділ 3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Основні теоретичні положення

Тривалість розрахункового періоду, впродовж якого надходить 80% планованого об'єм заготівель зерна Пр, визначаємо в залежності від термінів і організації прибирання врожаю, кліматичних умов. Приймаємо 17 діб приймання ранніх культур та пізніх – 25 діб.

Обсяг річного надходження зерна з автомобільного транспорту на елеватор становить 16600 т.

Коефіцієнт нерівномірності надходження зерна K_d^a з автомобільного транспорту приймаємо в залежності від об'ємів заготівель і розрахункового періоду заготівель. Таким чином коефіцієнт нерівномірності становить 1,7 для ранніх та пізніх культур [6, 7].

Коефіцієнт погодинної нерівномірності K_r^a залежить від максимального добового надходження зерна і дорівнює 2,9 для ранніх та пізніх культур [6, 7].

Можливе число різnorodних партій, що надходить автомобільним транспортом протягом розрахункового періоду приймаємо 4.

Число партій зерна, що надходить автомобільним транспортом за добу залежить від об'ємів заготівель, тривалості розрахункового періоду і числа різноманітних партій, що надходять за цей період, приймаємо 17 діб для ранніх культур та пізніх – 25 діб.

Розрахункову вантажопідйомність автомобіля приймаємо рівною 30т.

Розрахунковий час роботи сушарок в заготівельний період приймаємо 20,5 годин на добу.

Розрахунковий час роботи обладнання (крім сушарок) становить 24 години.

3.1 Розрахунок і вибір основного обладнання міні-елеватора

3.1.1 Розрахунок обсягів робіт

При надходженні зерна автомобільним транспортом розрахунковий добовий (A_{nd}^a) і погодинний (A_{nz}^a) об'єми визначаємо для ранніх та пізніх культур окремо за формулою:

| | | | | | | | | |
|--------------|-----|------------------|--------|------|----------------------------------|------------------|------|---------|
| | | | | | КРБ.ТЗіК.1.479-03.І.1.3 | | | |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розробив | | Голубкова А.С. | | | РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА | Лит. | Арк. | Аркушів |
| Консультант | | Кац А.К. | | | | | 22 | |
| Керівник | | Кац А.К. | | | | ОНТУ гр. ТЗХ-416 | | |
| Н. Контр. | | | | | | | | |
| Зав. кафедри | | Макаринська А.В. | | | | | | |

$$A_{\text{пд}}^a = \frac{0,8 \cdot A_{\text{пр}}^a \cdot K_{\text{д}}^a}{P_{\text{р}}}, \text{ т/добу} \quad (3.1)$$

де $A_{\text{пр}}^a$ – річний об'єм приймання зерна, т/рік;

$K_{\text{д}}^a$ – коефіцієнт нерівномірності надходження зерна з автомобільного транспорту, приймаємо 1,7 [6, 7];

$P_{\text{р}}$ – розрахунковий період надходження зерна.

Добове приймання ранніх культур:

$$A_{\text{пд}}^a = \frac{0,8 \cdot 4980 \cdot 1,7}{17} = 398 \text{ т/добу}$$

Добове приймання пізніх культур:

$$A_{\text{пд}}^a = \frac{0,8 \cdot 11620 \cdot 1,7}{25} = 632 \text{ т/добу}$$

Погодинне надходження зерна розраховуємо за формулою:

$$A_{\text{пг}}^a = \frac{A_{\text{пд}}^a \cdot K_{\text{г}}^a}{T}, \text{ т/год} \quad (3.2)$$

де $K_{\text{г}}^a$ – коефіцієнт погодинної нерівномірності надходження зерна з автомобільного транспорту, приймаємо 2,9 [6, 7];

T – розрахунковий час роботи обладнання.

Погодинне приймання ранніх культур:

$$A_{\text{пг}}^a = \frac{398 \cdot 2,9}{24} = 48 \text{ т/год}$$

Погодинне приймання пізніх культур:

$$A_{\text{пг}}^a = \frac{632 \cdot 2,9}{24} = 76 \text{ т/год}$$

Більше з отриманих значень використовуємо в подальших розрахунках [6, 7]. Так як, в наших розрахунках добуве приймання пізніх культур виявилось більш ніж добуве приймання ранніх культур, то подальші розрахунки проводимо за значенням пізніх культур.

При відпусканні зерна на автомобільний транспорт приймаємо:
розрахункове місячне відпускання:

$$A_{\text{впм}}^a = \frac{A_{\text{впр}}^a \cdot K_{\text{впм}}^a}{N}, \text{ т/год} \quad (3.3)$$

де $A_{\text{впм}}^a$ – об'єм річного відпускання на автомобільний транспорт;

$K_{\text{впм}}^a$ – коефіцієнти місячної нерівномірності відпускання зерна на автомобільний транспорт;

N – термін відпускання у місяцях, за технологічним пошуком приймаємо термін відпускання – 6 місяців.

$$A_{\text{ВПМ}}^a = \frac{16600 \cdot 1,9}{6} = 5257 \text{ т/міс}$$

розрахункове добове відпускання:

$$A_{\text{ВПД}}^a = \frac{A_{\text{ВПМ}}^a \cdot K_{\text{ВПД}}^a}{T_{\text{ВПМ}}^a}, \text{ т/ГОД} \quad (3.4)$$

де $K_{\text{ВПД}}^a$ – коефіцієнт добової нерівномірності відпуску зерна на автотранспорт визначали технологічним пошуком, приймаємо 1,5;

$T_{\text{ВПМ}}^a$ – тривалість відпуску зерна на автотранспорт за місяць визначали технологічним пошуком, приймаємо 22 діб.

$$A_{\text{ВПД}}^a = \frac{5257 \cdot 1,5}{22} = 358 \text{ т/діб}$$

розрахункове погодинне відпускання:

$$A_{\text{ВПГ}}^a = \frac{A_{\text{ВПД}}^a \cdot K_{\text{ВПГ}}^a}{T_{\text{ВПД}}^a}, \text{ т/ГОД} \quad (3.5)$$

де $K_{\text{ВПГ}}^a$ – коефіцієнт погодинної нерівномірності відпуску зерна на автотранспорт визначали технологічним пошуком, приймаємо 1,0;

$T_{\text{ВПМ}}^a$ – тривалість відпуску зерна на автотранспорт за добу визначали технологічним пошуком, приймаємо 16 годин.

$$A_{\text{ВПГ}}^a = \frac{358 \cdot 1,0}{16} = 22,4 \text{ т/ГОД}$$

Для відпускання зерна на автомобільний транспорт мають бути передбачені відпускні накопичувальні бункера ємністю не менше 15 т кожен. Приймаємо один відпускний бункер ємністю 40 т.

3.1.2 Розрахунок основного технологічного обладнання

3.1.2.1 Розрахунок і вибір зерноочисних машин

Все зерно, що надходить на заготівельні елеватори підлягає попередньому очищенню від грубих та легких домішок в потоці приймання і основному очищенню.

Основне очищення зерна від домішок, що не впливають на його збереження, може проводитися після заготівельного періоду.

Сумарну продуктивність сепараторів основного очищення розраховуємо як:

$$\sum_1^n Q_c = \frac{0,04}{P_p} \left(\frac{A_1}{K_1} + \frac{A_2}{K_2} + \dots + \frac{A_n}{K_n} \right) \quad (3.6)$$

де A_1, A_2, A_n – маса зерна різних культур, що надходять на підприємство;
 K_1, K_2, K_n – коефіцієнти, що залежать від культури, вологості і вмісту відділених домішок.

($\sum Q_c$) – загальна паспортна продуктивність сепараторів основного очищення, що є на підприємстві.

$$\sum_1^n Q_c = \frac{0,04}{17} \left(\frac{3486}{1,00} + \frac{1494}{0,80} \right) = 12,60 \text{ т/год}$$

Розрахунок кількості сепараторів попереднього та основного очищення проводимо за формулою:

$$N_c = \frac{\sum_1^n Q_c}{Q.}, \text{ шт.}, \quad (3.7)$$

де $\sum_1^n Q_c$ – загальна паспортна продуктивність сепараторів основного очищення, що є на підприємстві, т/год;

$Q.$ – продуктивність сепараторів основного очищення, т/год.

Розраховуємо кількість сепараторів за формулою 3.7:

$$N_c = \frac{12,60}{100} = 0,13 = 1 \text{ шт.}$$

Розрахунки показали необхідність та достатність одного сепаратора основного очищення, приймаємо сепаратор марки TAS LAAB.

3.1.2.2 Розрахунок і вибір зерносушарок

Число зерносушарок і їх продуктивність повинні забезпечувати сушіння всіх партій вологого і сирого зерна, що надходить в період заготівель. При виборі зерносушарки слід орієнтуватися на прогресивні високоефективні зерносушарки, а при визначенні їх числа – враховувати необхідність своєчасного сушіння партій зерна різних культур, що надходять одночасно.

Розраховуємо плановий об'єм сушіння зерна за добу:

$$A_c = 0,8 \cdot A_{\text{пр}}^a \cdot K_B \cdot K_K \cdot K_{\text{п}}, \text{ пл.т} \quad (3.8)$$

де $A_{\text{пр}}^a$ — маса зерна, що надходить від господарств за весь період заготівель, т;

K_B — коефіцієнт переведення фізичних тонн маси зерна в планові тонни сушіння

K_K — середньозважений коефіцієнт, що враховує зміну продуктивності зерносушарок в залежності від культури, що просушується.

Його чисельне значення визначаємо за формулою:

$$K_K = \frac{A_1 \cdot K_{K1} + A_2 \cdot K_{K2} + \dots + A_n \cdot K_{Kn}}{A_{\text{пр}}^a} \quad (3.9)$$

де A_1, A_2, \dots, A_n – маса зерна різних культур;

$Kk^3_1, Kk^3_2, \dots, Kk^3_n$ – коефіцієнти, що враховують зміну продуктивності зерносушарки в залежності від роду культури, що просушується [6, 7];

$$\text{ранні:} \quad K_k = \frac{3486 \cdot 1,00 + 1494 \cdot 1,00}{4980} = 1,00$$

$$\text{пізні:} \quad K_k = \frac{11620 \cdot 1,54}{11620} = 1,54$$

Чисельні значення середньозваженого коефіцієнта, що враховує призначення партій зерна, визначаємо за формулою:

$$K_{\Pi} = \frac{A_1 \cdot K_{\Pi 1} + A_2 \cdot K_{\Pi 2} + \dots + A_n \cdot K_{\Pi n}}{A_{\text{пр}}^a} \quad (3.10)$$

де $K_{\Pi 1}, K_{\Pi 2}, \dots, K_{\Pi n}$ — коефіцієнти, що враховують призначення зерна; для насіння кукурудзи $K_{\Pi}=2,0$; для кукурудзи, що йде в крохмале-патокову промисловість $K_{\Pi}=1,2$; для пивоварного ячменю $K_{\Pi}=1,0$; для інших партій зерна $K_{\Pi}=1,0$ [6, 7].

$$\text{ранні:} \quad K_{\Pi} = \frac{3486 \cdot 1,0 + 1494 \cdot 1,0}{4980} = 1,0$$

$$\text{пізні:} \quad K_{\Pi} = \frac{11620 \cdot 1,0}{11620} = 1,0$$

Розраховуємо плановий об'єм сушіння зерна за добу:

$$\text{ранні:} \quad A_c = 0,8 \cdot 4980 \cdot 0,7 \cdot 1,00 \cdot 1,0 = 2789 \text{ пл.т};$$

$$\text{пізні:} \quad A_c = 0,8 \cdot 11620 \cdot 0,8 \cdot 1,54 \cdot 1,0 = 11453 \text{ пл.т}$$

Розрахункову масу зерна, яку може просушити зерносушарка за період заготівель, визначаємо за формулою:

$$A_c^{3/c} = 20,5 \cdot Q_{\Pi}^{3/c} \cdot K_{\text{пер}} \cdot P_p \cdot K_d \quad (3.11)$$

де $Q_{\Pi}^{3/c}$ — паспортна продуктивність зерносушарки, пл. т/год;

$K_{\text{пер}}$ — коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності зерносушарки в залежності від числа партій зерна, що надходять до неї, становить 0,73;

P_p – період заготівель зерна, діб;

K_d – коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності зерносушарки при прив'язці зерносушарок до елеваторів $K_d=1,0$;

20,5 — число часів роботи зерносушарки протягом доби, год [6, 7].

$$\text{ранні:} \quad A_c^{3/c} = 20,5 \cdot 25 \cdot 0,73 \cdot 17 \cdot 1,0 = 6360 \text{ пл. т}$$

$$\text{пізні:} \quad A_c^{3/c} = 20,5 \cdot 25 \cdot 0,94 \cdot 25 \cdot 1,0 = 12044 \text{ пл. т}$$

Розрахунки показують достатність зерносушарки продуктивністю 25 т/год, приймаємо зерносушарку Eco Dry LEEA, продуктивністю 50 т/год для сушіння

всієї маси сирої та вологої зерна раніх та пізніх культур, що поступає на елеватор в період заготівлі.

3.1.3 Розробка структурної і принципової схем технологічного процесу

Структурною називається схема технологічного процесу, яка показує послідовність виконання операцій з зерном на підприємстві. Структурна схема зображена на рис. 3.1

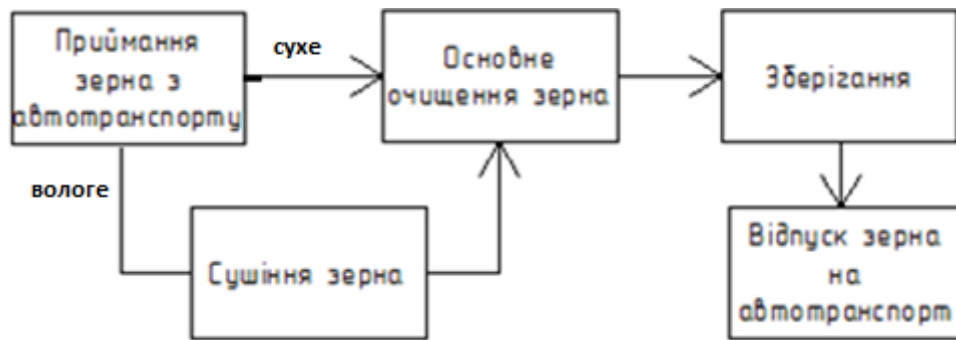


Рисунок 3.1 - Структурна схема технологічного процесу міні-елеватора

Міні-елеватор виконує приймання зерна з автомобільного транспорту. Сухе зерно направляється на очищення, сире та вологе – на сушіння, а потім на очищення. Очищене зерно направляється у силоси на зберігання. Відпуск зерна відбувається на автомобільний транспорт.

Принципова схема будується на базі структурної і показує, на якому устаткуванні планується виконувати кожну операцію, де необхідно установити бункери і як здійснити переміщення партії зерна з бункера, що спорожняється, у наповнюваний бункер чи силос.

У принциповій схемі технологічного процесу проєктованого елеватора відображають розташування і взаємне ув'язування транспортного, вагового, розподільчого, зерноочисного, зерносушильного устаткування і бункерів різного призначення.

Принципову схему будемо на базі структурної схеми і покажемо взаємозв'язок транспортного, технологічного устаткування, накопичувальних і оперативних бункерів, вагового устаткування, що забезпечує поопераційну обробку зерна в потоці. Ця схема показує, на якому устаткуванні повинна бути виконана конкретна операція, місце між операційних бункерів і як здійснювати переміщення зерна із бункера, що випорожняється в бункер чи силос, який наповнюється. Відповідно до прийнятої принципової схеми намічаємо розташування основного

устаткування по поверхах [8, 9].

При розробці принципової схеми було досягнуто виконання усіх намічених операцій із зерном з мінімальним числом його підйомів, тобто вона одноступінчата. Принципова схема наведена на рис. 3.2.

В лінії приймання зерна з автомобільного транспорту встановлено приймальний бункер та приймальний конвеєр, якій передає зерно до основних норій робочої будівлі. Сухе зерно норією направляється на очищення на сучасному сепараторі. Сире та вологе при прийманні направляється на сушіння. Спочатку зерно потрапляє до досушального бункера, далі на конвеєр, що подає сире зерно на норію, яка подає на зерносушарку, де відбувається сушіння зерна. Просушене зерно випускається на конвеєр, далі на норію, що доставляє просушене зерно до післясушального бункера. Потім зерно через конвеєр подається до норії робочої будівлі, а потім на очищення. Очищене зерно направляється або у силоси на зберігання, або на відпуск зерна на автомобільний транспорт. У лінії відпуску встановлено відпускний конвеєр, якій подає зерно до відпускного накопичувального бункера.

3.1.4 Розрахунок транспортного обладнання

3.1.4.1 Розрахунок основних норій

Для кращого використання основних норій рекомендується передбачити:

а) можливість подачі кожного основного потоку зерна не менше ніж на дві норії;

б) забезпечення технологічними схемами порівняно однакової тривалості роботи основних норій на протязі доби.

До спеціалізованих норій відносять: зерносушальні; ті, що подають зерно на попереднє очищення в потоці приймання; для транспортування відходів; для розвантаження і відвантаження засобів доставки зерна і для передачі зерна, що надходить із засобів доставки в накопичувальні ємності.

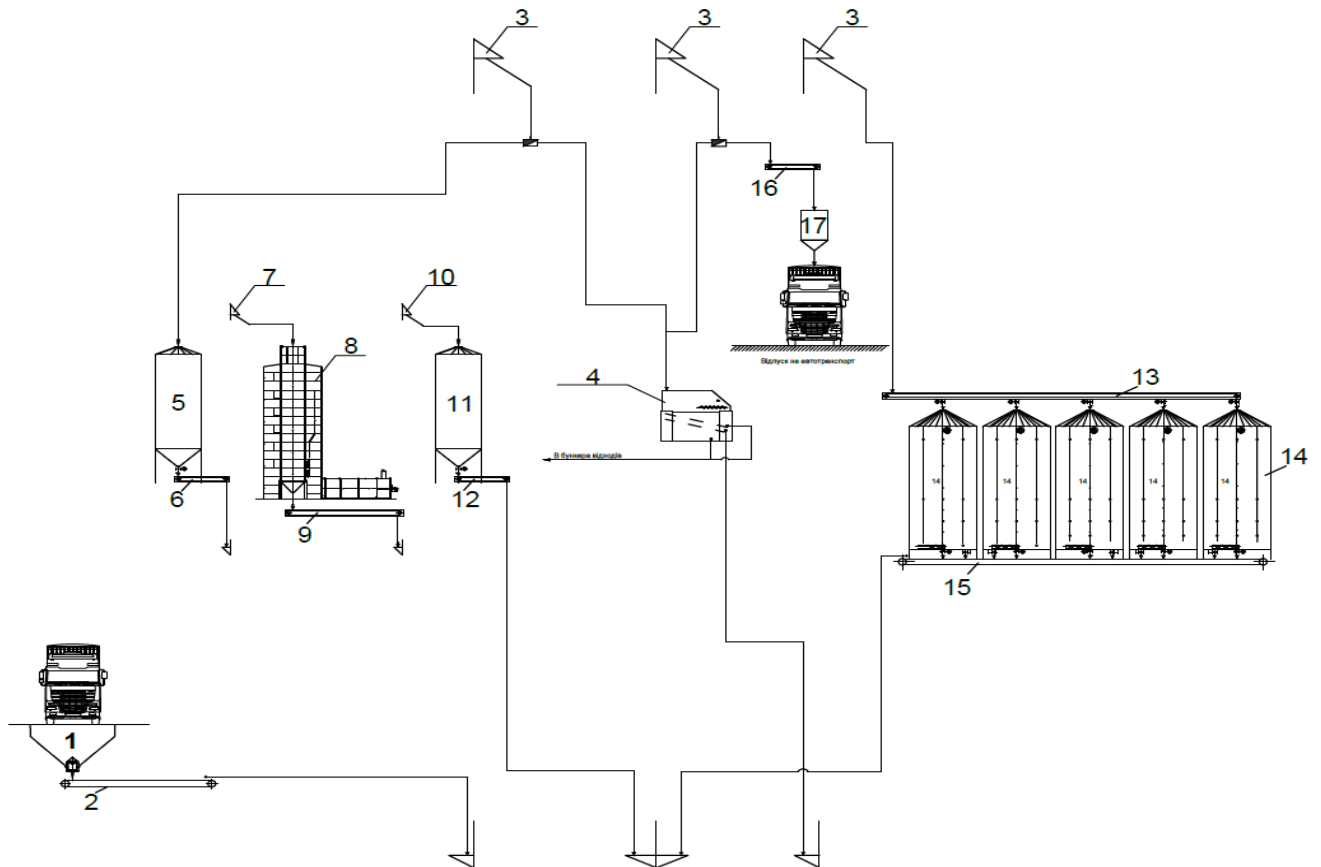
Визначення продуктивності і числа спеціалізованих норій проводять виходячи з розрахункової продуктивності відповідних потоків.

Необхідне число основних норій потрібно визначити з розрахунку забезпечення виконання всіх операцій із зерном, що збігаються в часі.

Необхідне число норій розраховуємо за формулою

$$N_n = \frac{\sum H_c}{24K_t}, \quad (3.12)$$

де K_i - коефіцієнт використання основних норій.



1 – приймальний бункер; 2 – приймальний конвеєр; 3 – основні норії; 4 – сепаратор; 5 – досушительний бункер; 6 – конвеєр, що подає сире зерно на норію; 7, 10 – норії, що обслуговують зерносушарку; 8 – зерносушарка; 9 – конвеєр, що забирає просушене зерно; 11 – післясушительний бункер; 12 – конвеєр, що подає просушене зерно на норію робочої будівлі; 13 – надсилосний конвеєр; 14 – силоси для зберігання зерна; 15 – підсилосний конвеєр; 16 – відпускний конвеєр; 17 – відпускний накопичувальний бункер

Рисунок 3.2 - Принципова схема технологічного процесу міні-елеватора

Таблиця 3.1 - Розрахунок числа норій для виконання операцій, які збігаються у часі

| Операції, що збігаються у часі | Розрахункова формула | Число норій $Q = 50$ т/год | Число норій $Q = 100$ т/год |
|---|---|--|---|
| Приймання зерна з автомобільного транспорту | $n_{\text{н}}^{\text{а}} = \frac{A_{\text{нз}}^{\text{а}}}{Q K_u K_n^{\text{а}}}$ | $\frac{76}{50 \cdot 0,85 \cdot 0,96} = 1,86$ | $\frac{76}{100 \cdot 0,85 \cdot 0,96} = 0,93$ |
| Подача зерна на сушіння | $n_{\text{н}}^{\text{в}} = \frac{A_{\text{сц}}}{24 Q K_u}$ | $\frac{632 \cdot 0,6}{24 \cdot 50 \cdot 0,9} = 0,35$ | $\frac{632 \cdot 0,6}{24 \cdot 100 \cdot 0,9} = 0,18$ |

| | | | |
|--|--|---|--|
| Подача зерна після сушіння на основне очищення | $n_H^B = \frac{A_{cc}}{24 Q K_u}$ | $\frac{632 \cdot 0,6}{24 \cdot 50 \cdot 0,85} = 0,37$ | $\frac{632 \cdot 0,6}{24 \cdot 100 \cdot 0,85} = 0,19$ |
| Прибирання очищеного зерна на зберігання | $n_0^n = \frac{A_{очс}}{24 Q K_u}$ | $\frac{632}{24 \cdot 50 \cdot 0,8} = 0,66$ | $\frac{632}{24 \cdot 100 \cdot 0,8} = 0,33$ |
| Відпуск зерна на автотранспорт | $n_n = \frac{A_{en}^a}{Q * K_{\epsilon} * T_{\epsilon}^a}$ | $\frac{22,4}{16 \cdot 50 \cdot 0,85} = 0,03$ | $\frac{22,4}{16 \cdot 100 \cdot 0,85} = 0,02$ |
| Всього норій | | 3,27 | 1,65 |

K_u – коефіцієнт використання норій

K_k – коефіцієнт, залежить від культури

$K_{вз}$ – коефіцієнт зниження продуктивності норій, що залежить від якісних показників (вологості, засміченості).

Таблиця 3.2 - Розрахунок числа норіє-годин

| № | Найменування операції | Число норіє-годин при $Q_1 = 50 \text{ т/год}$ | Число норіє-годин при $Q_1 = 100 \text{ т/год}$ |
|---|--|--|---|
| 1 | Приймання зерна з автотранспорту | $H_q = \frac{632}{50 \cdot 0,85 \cdot 1} = 14,87$ | $H_q = \frac{632}{100 \cdot 0,85 \cdot 1} = 7,44$ |
| 2 | Подача зерна на сушіння | $H_q = \frac{632 \cdot 0,6}{50 \cdot 0,85} = 8,92$ | $H_q = \frac{632 \cdot 0,6}{100 \cdot 0,85} = 4,46$ |
| 3 | Прибирання просушеного зерна на очищення | $H_q = \frac{632 \cdot 0,6}{50 \cdot 0,85} = 8,92$ | $H_q = \frac{632 \cdot 0,6}{100 \cdot 0,85} = 4,46$ |
| 4 | Подача зерна на зберігання | $H_q = \frac{632}{50 \cdot 0,85 \cdot 1} = 14,87$ | $H_q = \frac{632}{100 \cdot 0,85 \cdot 1} = 7,44$ |
| 5 | Відпускання зерна на автотранспорт | $H_q = \frac{22,4}{50 \cdot 0,9} = 0,50$ | $H_q = \frac{22,4}{100 \cdot 0,9} = 0,25$ |
| | Всього | 48,08 | 24,05 |

Необхідне число норій, продуктивністю 50 т/год

$$N_H = \frac{48,08}{24 \cdot 0,65} = 3,08 \approx 3$$

Необхідне число норій, продуктивністю 100 т/год

$$N_n = \frac{24,05}{24 \cdot 0,65} = 1,54 \approx 2$$

Розрахунки показують необхідність встановлення трьох норій продуктивністю 50 т/год, що пояснюється відсутністю оперативних ємкостей, що приводить до використання норій на окремих операціях в якості спеціалізованих.

3.1.4.2 Визначення кількості та продуктивності конвеєрів

На підприємствах елеваторної промисловості для транспортування зернової маси використовуються наступні типи конвеєрів:

- стрічкові;
- стрічковібезроликові (волокуші);
- стрічкові скребкові;
- ланцюгові із зануреними шкрябаннями;
- гвинтові.

Кут підйому похилої частини стрічкових конвеєрів приймаємо не більше 14°.

Радіус кривих підйому конвеєрів приймаємо 85 м, в виняткових випадках допускається радіус — 75 м.

Лінійну швидкість стрічок конвеєрів потрібно приймаємо не більше $v=2,8$ м/с.

Число конвеєрів при виконанні операцій з зерном встановлюємо за наступними формулами.

- для приймання зерна з автотранспорту.

Необхідне число транспортно-технологічних потоків приймання зерна з автомобільного транспорту визначаємо за формулою:

$$N_{пп} = \frac{1,2 A_{пр}^a}{Q_{л}^a * K_k^m K_{вз}^m}, \quad (3.13)$$

де $Q_{л}$ — продуктивність транспортно-технологічних потоків приймання зерна з автотранспорту (т/год), що встановлюється за табл. 1.6 [6, 7];

$K_{тк}$ — коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності транспортуючого обладнання при переміщенні культур з натурою, відмінною від пшениці

$$N_{пп} = \frac{1,2 \cdot 22,4}{69 \cdot 1,0 \cdot 0,9} = 0,43 \approx 1$$

Приймаємо один приймальний потік для зерна. У лінії приймання зерна згідно робочої схеми руху зерна і відходів передбачаємо один приймальний конвеєр, який спрямовує зерно на башмак норії.

Кількість під силосних та підскладських конвеєрів визначаємо об'ємно-планувальними рішеннями, але не може бути менше числа відпускних потоків за добу максимальної роботи.

Число над силосних конвеєрів визначаємо об'ємно-планувальними рішеннями, але не може бути менше числа операцій, що одночасно виконуються по завантаженню зерна в силоси.

3.1.4.3 Самопливи

Розрахункову теоретичну пропускну спроможність зернопроводів (при куті нахилу труби до горизонту 36°) і їх деталей (сектори, засувки, перекидні клапани та ін.) приймаємо відповідно нормативних документів.

Таблиця 3.3 - Залежність розмірів самопливів від продуктивності обладнання

| | Продуктивність транспортного обладнання Q, т/ч | | | | | |
|-------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 50 | 100 | 175 | 250 | 350 | 500 |
| Діаметр, мм | 150 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 |

Кут нахилу зерно проводу для пшениці або жита в комунікаціях до зерносушарок приймаємо - 45° , на всіх інших - 36° .

Перерізи і кути нахилу трубопроводів, що транспортують відходи, приймаємо [6, 7].

Товщину металу для зернопроводів приймаємо 5 мм.

3.1.5 Розрахунок приймально-відпускних пристроїв

Розвантажувальні пристрої технологічних ліній приймання зерна з автомобільного транспорту повинні забезпечувати його вивантаження в об'ємі максимального погодинного надходження ($A^{нг}$) з автомобілів будь-якої вантажності, самоскидів і автопоїздів (без їх розчеплення).

Технологічні лінії приймання зерна з автомобілів повинні забезпечувати формування партій зерна за культурами, призначенням і якістю.

Необхідне число транспортно-технологічних потоків приймання зерна з автомобільного транспорту визначаємо за формулою:

$$n_{\text{ПОТ}} = \frac{1,2 * A_z^a}{Q_{\text{Л}}^a * K_{\text{К}}^m * K_{\text{ЕЗ}}^m}, \quad (3.14)$$

де $Q_{\text{Л}}^a$ — продуктивність транспортно-технологічних потоків приймання зерна з автотранспорту ($m/год$).

$$n_{\text{ПОТ}} = \frac{1,2 \cdot 22,4}{69 \cdot 1 \cdot 0,9} = 0,43 \approx 1$$

отже приймаємо 1 транспортний потік.

3.2 Обробка і зберігання відходів

Обробка та зберігання відходів займає дуже важливу роль на підприємстві, точне виділення домішок впливає на технологічний процес, на рентабельність підприємства, тому встановлено сепаратор TAS LAAB фірми Buhler, машина поєднує в собі функції ситового сепаратора, концентратора, повітряного сепаратора та каменевідбірника. Головне завдання сепаратора – очистка зерна від важковід'ємних домішок, таких як щупле зерно, вівсюг, овес, фракціонування зерна за щільністю, для подальшої його обробки. В результаті отримуємо важку фракцію, тобто повноцінне зерно, зерно меншої щільності – змішана фракція, легку фракцію, каміння, важкі домішки та аеродинамічні домішки. Крупна та мінеральна домішка, легка фракція, що містить в собі невелику кількість щуплих зерен, разом з аеродинамічною домішкою відвантажуються за допомогою ланцюгового конвеєра на автомобільний транспорт.

3.3 Проектування зерносховищ

Проектований міні-елеватор – невеликий, призначений для обробки та зберігання власного зерна фермером. Отже, оптимальним варіантом буде встановлення металевих силосів.

Тип проєктованих зерносховищ – металеві силоси.

Встановлюємо силоси марки СНІЕФ, $d=14,510$ м, місткість (за пшеницею) = 3240 т, загальна висота = 27,450 м. Варіант розташування – в один ряд з надсилоною та підсилоною галереями. Загальна місткість одночасного тривалого зберігання – 16200 т.

Визначаємо розміри силосів у плані відповідно місткості елеватора, максимального числа партій зерна, що одночасно зберігаються, їх величиною. Обрано силоси марки СНІЕФ місткістю 3240 т в кількості 5 штук, загальна місткість сило-

сів 16200 т. На рис. 3.3 зображено план силосів на нульовій та верхній відмітках з позначенням їх розмірів.

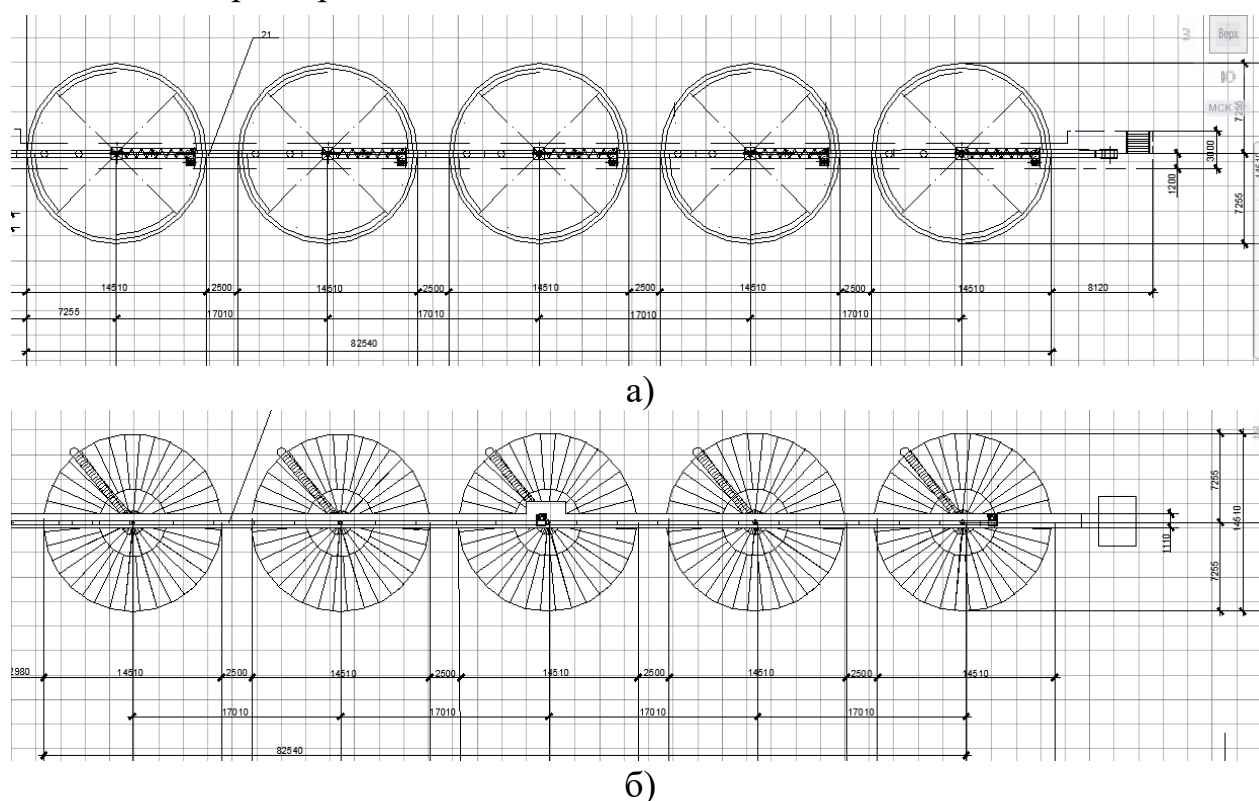


Рисунок 3.3 – План розміщення силосів на нульовій (а) та верхній (б) відмітках

3.4 Визначення розмірів робочої башти та приймально-відпускних пристроїв (ПВП) у плані

Розміри робочої башти елеватора в плані визначаємо за диктуючим поверхом, тобто поверхом, який має максимальні величини довжини і ширини серед усіх виробничих поверхів робочої будівлі елеватора. В будівлі, що проектується, диктуючим поверхом є поверх, на якому встановлено сепаратор.

Для встановлення сепаратора потрібна мінімальна площа 6×6 м, тобто два прольоти по 3 м. Виходячи з розмірів обраного сепаратора TAS LAAB, проходження крізь поверх норійних труб та згідно з правилами пожежної безпеки [10], приймаємо наступні розміри сепараторного поверху: ширина – 9,2 м, довжина – 12 м. На рис. 3.4 наведено план сепараторного поверху робочої башти.

Розміри приймально-відпускних пристроїв визначаємо згідно з правилами пожежної безпеки та розміщуємо приймальний конвеєр, що зв'язує приймальний бункер з автотранспорту з робочою будівлею, на нульовій відмітці. На підприємстві приймання зерна здійснюється через нижні люки авто та проводять вивантаження зерна безпосередньо через них у приймальний бункер місткістю 40 т, обра-

на місткість бункера відповідає максимально можливій місткості автомобіля. На рис. 3.5 зображено план приймального пристрою на нульовій відмітці.

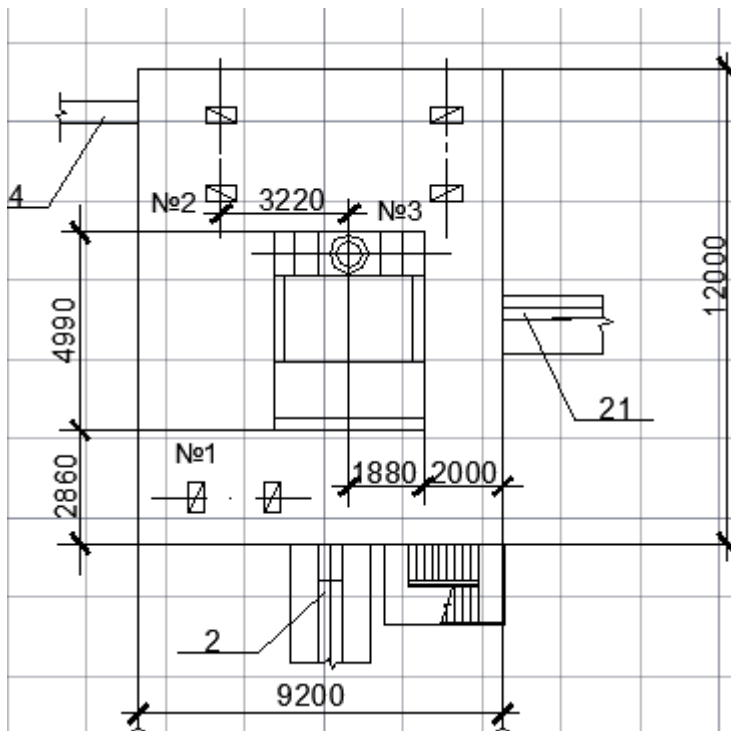


Рисунок 3.4- План сепараторного поверху робочої башти

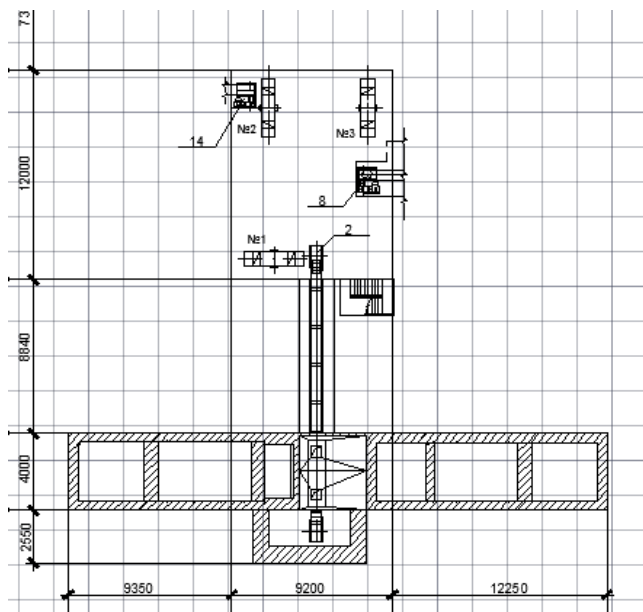


Рисунок 3.5 - План приймального пристрою на нульовій відмітці

Відпускний пристрій являє собою конвеєр, який розташовуємо на третьому поверсі робочої будівлі згідно правил пожежної безпеки. На рис. 3.6 зображено план поверху, на якому ми бачимо конвеєр, що подає зерно на відпуск автотранспортом.

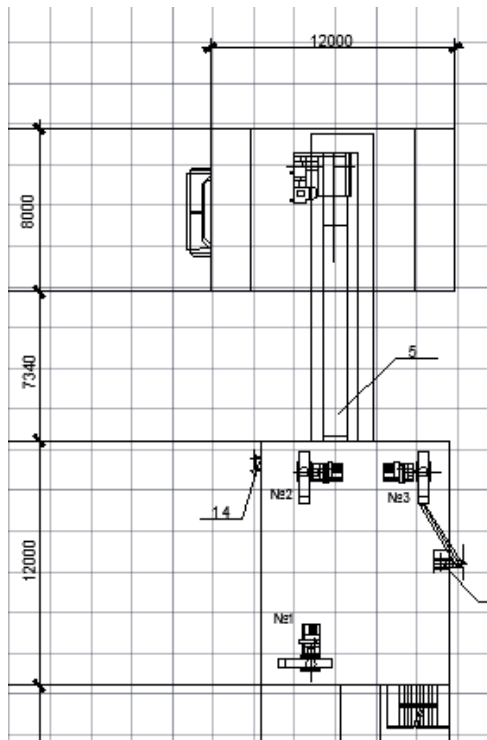


Рисунок 3.6 - План поверху робочої будівлі на відмітці 9.910 м

3.5 Розрахунок висот поверхів робочої башти та ПВП

Виходячи з того, що ПВП на підприємстві представлені приймальним бункером та конвеєром, відпускним бункером та конвеєром, розрахунок висот виконуємо згідно правил пожежної безпеки та приймаємо наступні розміри, що зображено на рис. 3.7.

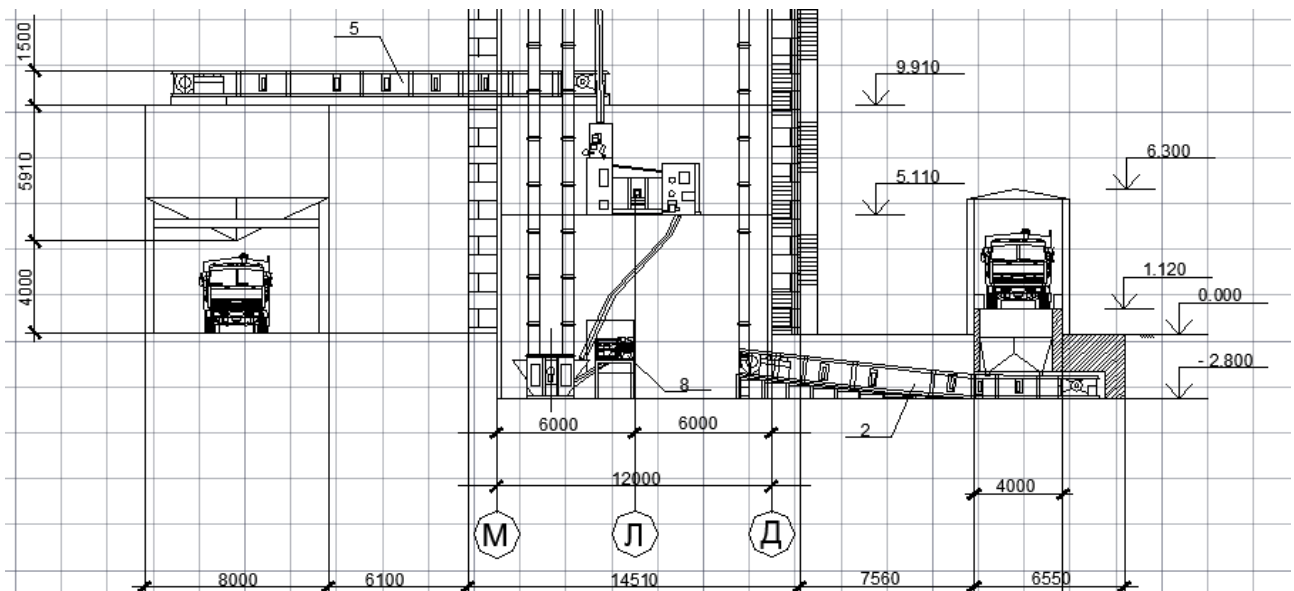


Рисунок 3.7 – Приймально-відпускний пристрій міні-елеватора, що проектується

Висоту кожного виробничого поверху робочої будівлі і силосного корпусу обчислюємо по диктуючій лінії. Вона складається з суми висот: необхідних для

монтажу устаткування; машини, встановленої на поверсі; вертикальної проекції диктуючого самопливу, який подає на неї зерно (рис. 3.8). Висота необхідна для обслуговування й монтажу встановленого на поверсі устаткування приймається за правилами [11, 12].

Визначення розривів між основними спорудами підприємства виконується згідно зі СНиП 2.10.05–85 “Предприятия, здания и сооружения по хранению и переработке зерна” пожежний розрив між металевими зерносховищами та робочою баштою повинен бути не менш 7,0 м. У зв’язку з можливістю під’їзду пожежної техніки та зменшенням впливу фундаментів однієї будівлі на іншу. Усі відстані між основними спорудами підприємства відповідають усім правилам пожежно-вибухової безпеки і охорони праці.

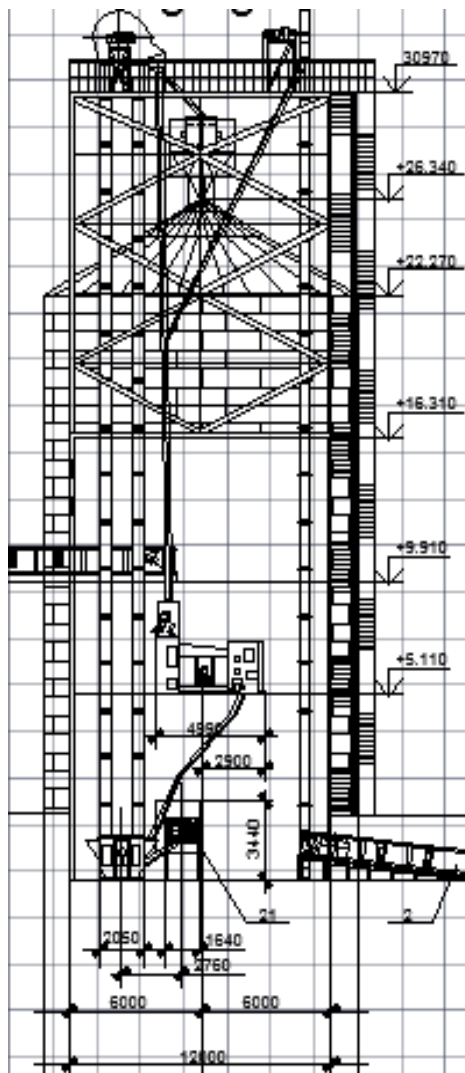


Рисунок 3.8 – Робоча башта міні-елеватора, що проектується

3.6 Визначення місткостей накопичувальних, оперативних бункерів і силосів міні-елеватора

В лінії приймання зерна з автотранспорту передбачаємо приймальний бункер місткістю 40 т. Для відпускання зерна на автомобільний транспорт передбачаємо один відпускний бункер місткістю 40 т.

В лінії сушіння зерна встановлюємо до- та післясушильні бункери з розрахунку забезпечення безперебійної роботи зерносушарки не менш 8 годин. Виходячі з того, що зерносушарка продуктивністю 25 т/год, обираємо до- та післясушильні бункери місткістю 200 т кожний.

Місткість силосів для зберігання – 16600 т. Обираємо силоси марки СНІЕФ. Визначаємо кількість металевих силосів:

$$n_{\text{потр}} = \frac{D_E}{E_c}, \quad (3.15)$$

де D_E – дефіцит ємності зерносховищ, т

E_c – місткість металевих силосів, т.

Необхідне число металевих силосів:

$$n_{\text{потр}} = \frac{16600}{3240} = 5 \text{ штук}$$

Приймаємо 5 силосів марки СНІЕФ, місткістю 3240 т, загальною місткістю 16200 тон.

3.7 Проектування робочої схеми руху зерна і відходів (РСРЗіВ), її опис і аналіз

Опис РСРЗіВ

Запроектований міні-елеватор виконує такі функції: приймання з автотранспорту; сушіння; очищення; зберігання зерна у силосах; відпуск на автотранспорт.

Основним технологічним обладнанням, даного міні-елеватора є: універсальний ситовий сепаратор Schmidt-Seeger TAS (TAS 152A-2) – 1 од.; норії MGEL – 3 од.; сушарка Schmidt – Seeger Eco Dry LEEA – 1 од.

Приймання з автотранспорту

На підприємство зерно надходить автомобілями-самоскидами, що дозволило не встановлювати авторозвантажувач. При прийманні зерна, автомобілі безпосередньо розвантажуються в приймальний бункер, місткістю 40 т.

Процес очищення прийнятого зерна

Зерно з приймального бункера забирається через стрічковий конвеєр КС1

продуктивністю 50 т/год та передається на основну норію Н1, продуктивністю 50 т/год робочої башти. В свою чергу основна норія подає сухе зерно через перекидний клапан на сепаратор основного очищення Schmidt- Seeger TAS 152A-2, продуктивністю 60 т/год, а вологе зерно через перекидний клапан подається в досушільний бункер ДС, місткістю 200 т. Після очищення, зерно з сепаратора приймається основною норією № 3 продуктивністю 50 т/год, яка завантажує зерно в силоси на зберігання, загальною місткістю 16200 т з допомогою скребкового конвеєра КЛ 4 продуктивністю 50 т/год.

При надходженні вологого зерна, його очищення на сепараторі TAS 152A-2 проводиться після процесу сушіння на сушарці Schmidt – Seeger Eco Dry LEEA.

Процес сушіння зерна

При надходженні вологого зерна, з приймального бункера воно вивантажується на стрічковий конвеєр КС1, продуктивністю 50 т/год, потім передається на основну норію Н1 продуктивністю 50 т/год робочої башти. Остання, завантажує зерном досушільний силос ДС місткістю 200 т, з якого зерно скребковим конвеєром КЛ1, продуктивністю 25 т/год, подається на спеціалізовану норію Н4, продуктивністю 25 т/год, яка в свою чергу подає зерно в зерносушарку Schmidt-Seeger Dry Eco LEEA, продуктивністю 25 т/год.

Сушарка безперервної дії типу Schmidt-Seeger Eco Dry LEEA є результатом постійних досліджень та розробок ефективного рішення для сушіння зерна, кукурудзи, ріпаку, рису, насіння соняшника та інших зернових культур. Сушарки Schmidt-Seeger Eco Dry LEEA призначені як для сушіння зерна на підприємствах обліку та перевалки, так і для застосування на таких виробничих підприємствах, як, наприклад, маслоекстракційні установки, або при виробництві пропареного рису.

Перевагами є: низьке споживання енергії; рециркуляція як ненасиченого відпрацьованого повітря, так і попередньо нагрітого і ненасиченого охолоджуючого повітря; ощадна обробка продукту; більш висока ефективність використання енергії та додаткове зменшення удвічі теплового навантаження продукту внаслідок переміщення більш вологих зерен із середини потоку продукту на зовнішню сторону; внаслідок діагонального розташування коробів відбувається постійна зміна напрямку потоку повітря і завдяки цьому подальше зменшення теплового навантаження продукту; низька емісія пилу [13].

По закінченню сушіння зерно вивантажується з сушарки на скребковий

конвеєр КЛ2 продуктивністю 25 т/год, який передає зерно на норію Н5 продуктивністю 25 т/год, що завантажує післясушильний бункер ПС, місткістю 200 т.

З післясушильного бункера зерно конвеєром КЛ3 продуктивністю 50 т/год, передається на основну норію Н2 продуктивністю 50 т/год та подається на очищення в сепаратор ТАС 152А-2 продуктивністю 60 т/год. Після цього зерно передається на зберігання до металевих силосів.

Зберігання зерна

Зберігання зерна на міні-елеваторі відбувається у п'яти металевих силосах, місткість яких 3240 т кожний, загальна – 16200 т.

Для завантаження силосів використовуються скребковий конвеєр КЛ4, продуктивністю 50 т/год.

На зберігання в силоси зерно подається основною норією Н3 продуктивністю 50 т/год робочої башти після завершення процесу очищення в сепараторі Schmidt-Seeger ТАС.

Вивантаження силосів відбувається за допомогою підсилосного конвеєра КС2, продуктивністю 50 т/год.

Відпуск зерна на автотранспорт

Відпуск зерна на автомобільний транспорт відбувається з основної норії Н2 продуктивністю 50 т/год, яка завантажує відпускний накопичувальний бункер місткістю 40 т за допомогою конвеєра КЛ5, продуктивністю 50 т/год.

З силосів зерно через підсилосний конвеєр КС2 продуктивністю 50 т/год, передається на основну норію Н2 продуктивністю 50 т/год, яка завантажує відпускний накопичувальний бункер на автомобільний транспорт.

Аналіз РСРЗіВ

Аналіз досліджуваної РСРЗіВ міні-елеватора показав наявність наступних недоліків: є тільки один приймальний потік з автотранспорту, що ускладнює приймання зерна різної якості та різних культур; відсутній автомобілерозвантажувач, що обмежує парк машин, які можна розвантажувати без ручної праці (тільки автомобілі-самоскиди та спеціалізовані саморозвантажувальні зерновози); не передбачені над- і підсепараторні бункери; так як не встановлені ваги в робочій башті, то відсутній міжопераційний ваговий контроль.

З переваг даної схеми можна назвати наступне: в потоці приймання встановлено приймальний бункер та при відвантаженні – відпускний бункер; для стабіль-

ної роботи зерносушарки встановлено додаткове обладнання, а саме – до- і після-сушарний бункери, нормативної місткості (200 т), розрахованої на 8 годин безперебійної роботи зерносушарки; встановлено дві спеціалізовані норії.

Проектом передбачено встановлення сучасного основного технологічного обладнання: зерновий сепаратор Schmidt-Seeger TAS (TAS 152A-2); норії MGEL; зерносушарка Schmidt – Seeger Eco Dry LEEA.

3.8 Зведений графік роботи міні-елеватора

3.8.1 Розрахунки для побудови зведеного графіка

Приймання зерна з автомобільного транспорту

Розподіляємо добовий обсяг надходження зерна за змінами та якістю:

$$A_{\text{п}}^{\text{а}} = A_{\text{пд}}^{\text{а}} \cdot \alpha_i \cdot \beta \quad (3.16)$$

де $A_{\text{пд}}^{\text{а}}$ – добове приймання пізніх культур, $A_{\text{пд}}^{\text{а}} = 632$ т;

α_i – частка зерна сухого (α_0) та вологого (α_1 та α_2);

β – частка зерна, що надходить у першу зміну (60 % добового об'єму приймання).

Із загальної маси зерна, яка поступає на підприємство за добу, приймаємо 40 % сухого зерна та 60 % вологого зерна різної вологості.

Приймаємо, що за першу зміну роботи міні-елеватора надходить 60 % добового об'єму приймання, а в другу зміну приймається 40 % добового об'єму приймання.

$$A_{\text{п сухе}}^{\text{а}} = 632 \cdot 0,4 \cdot 0,6 = 150 \text{ т}$$

$$A_{\text{п вологе}}^{\text{а}} = 632 \cdot 0,6 \cdot 0,6 = 230 \text{ т}$$

Продуктивність наповнення бункера:

$$Q_{\text{н}}^{\text{і зм}} = \frac{A_{\text{п}}^{\text{а}}}{n_{\text{б}} \cdot \tau} \text{ т/ГОД} \quad (3.17)$$

де $n_{\text{б}}$ – число бункерів, що наповнюються одночасно, приймаємо 1;

τ – тривалість зміни.

Продуктивність наповнення бункера зерном в I-шу зміну

$$Q_{\text{н}}^{\text{1 зм}} = \frac{380}{1 \cdot 12} = 31,7 \text{ т/ГОД}$$

Продуктивність наповнення бункера зерном в II-гу зміну

$$Q_{\text{н}}^{\text{2 зм}} = \frac{252}{1 \cdot 12} = 21 \text{ т/ГОД}$$

Час заповнення приймального бункера:

$$t_H = \frac{60 \cdot E_{\Pi}}{Q_H^{i_{3M}}}, \text{ хв.} \quad (3.18)$$

де E_{Π} – маса партії зерна, т;

$Q_H^{i_{3M}}$ – продуктивність наповнення приймального бункера, т/год.

Час наповнення приймального бункера зерном в І-шу зміну (маса партії 30 т):

$$t_H = \frac{60 \cdot 30}{31,7} = 56,78 \text{ хв.}$$

Час наповнення приймального бункера зерном в ІІ-гу зміну (маса партії 30 т):

$$t_H = \frac{60 \cdot 30}{21} = 85,71 \text{ хв.}$$

Час випорожнення приймального бункера:

$$t_B = \frac{60 \cdot E_{\Pi}}{Q_H \cdot K_B}, \text{ хв.} \quad (3.19)$$

де E_{Π} – маса партії зерна, т;

Q_H – паспортна продуктивність норії, т/год;

K_B – коефіцієнт використання норії на даній операції.

Час випорожнення приймального бункера з зерном в І-шу зміну (маса партії 30т):

$$t_B = \frac{60 \cdot 30}{50 \cdot 0,85} = 42,35 \text{ хв.}$$

Час випорожнення приймального бункера з зерном у ІІ-гу зміну (маса партії 30 т):

$$t_B = \frac{60 \cdot 30}{50 \cdot 0,85} = 42,35 \text{ хв.}$$

Очищення зерна

Час очищення партії зерна:

$$t_{\text{оч}} = \frac{60 \cdot E_{\Pi}}{Q_C \cdot K_B}, \text{ хв.} \quad (3.20)$$

де E_{Π} – маса партії зерна, т;

Q_C – паспортна продуктивність сепаратора, т/год;

K_B – коефіцієнт використання сепаратора.

$$t_{\text{оч}} = \frac{60 \cdot 30}{50 \cdot 0,85} = 42,35 \text{ хв.}$$

Час очищення партій сухого зерна відповідає часові випорожнення приймального бункера, а час очищення вологого зерна, яке поступає на елеватор, відповідає часові випорожнення післясушильного бункера, і відповідно дорівнює:

$$t_{оч} = t_{в}^{ПС} = 42,35 \text{ хв.}$$

Сушіння зерна

Час заповнення досушильного бункера

$$t_{н}^{ДС} = \frac{60 \cdot E_{п}}{Q_{н} \cdot K_{в}}, \text{ хв.} \quad (3.21)$$

де $E_{п}$ – маса партії, що поступає на сушіння, т;

$Q_{н}$ – паспортна продуктивність норії, т/год;

$K_{в}$ – коефіцієнт використання норії на даній операції.

$$t_{н}^{ДС} = \frac{60 \cdot 30}{50 \cdot 0,85} = 42,35 \text{ хв.}$$

Час випорожнення досушильного бункера дорівнює часу сушіння:

$$t_{в}^{ДС} = t_{суш} = \frac{60 \cdot E_{п}}{Q_{з.ф.т}}, \text{ хв.} \quad (3.22)$$

де $E_{п}$ – маса партії, що поступає на сушіння, т;

$Q_{з.ф.т}$ – продуктивність зерносушарки у фізичних тонах, т/год.

$$Q_{з.ф.т} = \frac{Q_{з}}{K_{в}^3} = \frac{25}{1,16} = 21,55 \text{ т/год}$$

де $Q_{з}$ – продуктивність зерносушарки у планових тонах, пл.т/год;

$K_{в}^3$ – коефіцієнт переведення планові тони у фізичні, дорівнює $K_{в}^3 = 1,16$.

$$t_{в}^{ДС} = t_{суш} = \frac{60 \cdot 30}{21,55} = 83,53 \text{ хв.}$$

Оскільки, приймання зерна в І-шу зміну, не забезпечує роботу зерносушарки з початку зміни, тому приймаємо, що досушильний бункер на початок першої зміни заповнений вологим зерном. Тому розраховуємо час сушіння зерна, масою 100 т, яке знаходиться в досушильному бункері:

$$t_{в}^{ДС} = t_{суш} = \frac{60 \cdot 100}{21,55} = 278 \text{ хв.}$$

Час випорожнення досушильного бункера дорівнює часу сушіння та часові наповнення післясушильного бункера.

$$t_{в}^{ДС} = t_{суш} = t_{н}^{ПС} = \frac{60 \cdot 30}{21,55} = 83,53 \text{ хв.}$$

Час випорожнення післясушильного бункера:

$$t_B^{ПС} = \frac{60 \cdot E_{П}}{Q_H \cdot K_B} \text{ хв.} \quad (3.23)$$

Визначаємо час випорожнення післясушильного бункера, для партій масою 30 т

$$t_B^{ПС} = \frac{60 \cdot 30}{50 \cdot 0,85} = 42,35 \text{ хв.}$$

Відпуск зерна на автомобільний транспорт

Час заповнення та випорожнення відпускних бункерів:

$$t_H^{ВНБ} = \frac{60 \cdot E_{П}}{Q_H \cdot K_B}, \text{ хв.} \quad (3.24)$$

де $E_{П}$ – маса партії, що поступає на відпуск, т;

Q_H – паспортна продуктивність норії, т/год;

K_B – коефіцієнт використання норії на даній операції.

Час заповнення відпускного бункера партією зерна масою 30 т:

$$t_H^{ВНБ} = \frac{60 \cdot 30}{50 \cdot 0,85} = 42,35 \text{ хв.}$$

Час випорожнення відпускних бункерів

$$t_B^{ВНБ} = \frac{60 \cdot E_{П}}{Q_{В.П}}, \text{ хв.} \quad (3.25)$$

де $E_{П}$ – маса партії, що поступає на відпуск, т;

$Q_{В.П}$ – продуктивність відпускного потоку, т/год.

Час випорожнення партії масою 30 т:

$$t_B^{ВНБ} = \frac{60 \cdot 30}{20} = 90 \text{ хв.}$$

3.8.2 Аналіз побудованого зведеного графіка і визначення узагальнених показників роботи основних норій

Для характеристики роботи основних норій елеватора за графіком визначаємо:

- коефіцієнт використання норій за часом

$$K_{\tau} = \frac{\Sigma T}{n \cdot t \cdot 60}, \quad (3.26)$$

де ΣT - сумарний фактичний час роботи основних норій елеватора, хв;

n - число основних норій елеватора;

t - тривалість зміни або доби, год;

- інтегральний коефіцієнт використання основних норій елеватора

$$K_Q = \frac{\Sigma E}{n \cdot t \cdot Q}, \quad (3.27)$$

де ΣE - сумарна маса зерна, переміщена всіма основними норіями елеватора за розглянутий проміжок часу, т;

Q - паспортна продуктивність основних норій елеватора, т/год.;

- середньозважений коефіцієнт використання основних норій елеватора

$$K_{\text{ср.}} = \frac{\frac{\Sigma E_1}{K_1} + \frac{\Sigma E_2}{K_2} + \dots + \frac{\Sigma E_n}{K_n}}{\Sigma E_1 + \Sigma E_2 + \dots + \Sigma E_n}, \quad (3.28)$$

де E_1, E_2, \dots, E_n — маса партій зерна, переміщена норіями при виконанні кожної з n запланованих операцій;

K_1, K_2, \dots, K_n — коефіцієнти використання норій на цих операціях.

Перевірку правильності побудови графіка проводимо за формулою:

$$K_Q = K_t \cdot K_{\text{и срвз.}} \quad (3.29)$$

Якщо рівність виконується або відмінність чисельних значень у правій і лівій частинах рівняння не більше 0,02, то зведений графік побудований вірно.

Чисельні значення величин, що входять у наведені вище формули, зводимо у табл. 3.4. Дані в неї вносимо зі зведеного графіка (аркуш 5).

Таблиця 3.4 - Обсяги виконуваних робіт елеватора з витратами часу (т/хв.)

| № НОРІЇ | ПС | ПО | СО | УСО | УПО | ВА | ВСЬОГО |
|------------|---------------|---------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|----------------|
| | Кв=0,85 | Кв=0,85 | Кв=0,85 | Кв=0,85 | Кв=0,85 | Кв=0,85 | |
| 1 | 7 * 30 | 5 * 30 5 * 42,35 | — | — | — | — | 380 |
| | 7 * 42,35 | | | | | | |
| | 1 * 20 | | | | | | |
| | 1 * 28,24 | | | | | | |
| 2 | — | — | 2 * 60 | — | — | 5 * 30 | 270 |
| | — | — | 2 * 84,7 | — | — | 5 * 42,35 | 381,15 |
| 3 | — | — | — | 2 * 60 | 5 * 30 | — | 270 |
| | — | — | — | 2 * 84,7 | 5 * 42,35 | — | 381,15 |
| Всього | 230 324,69 | 150 211,75 | 120 169,4 | 120 169,4 | 150 211,75 | 150 211,75 | 920 1298,74 |

Умовні позначки партій зерна, прийняті на зведеному графіку й у табл. 3.4:

ПО - подача на основне очищення партій сухого зерна в потоці приймання з автотранспорту.

УПО - забирання після очищення партій зерна, прийнятих з автотранспорту.

ПС - подача на сушіння партій вологого й сирого зерна в потоці приймання з автотранспорту.

УСО - збирання після основного очищення партій просушеного на зерносушарці зерна, прийнятого з автотранспорту.

ВА - відпуск партій зерна на автотранспорт.

Обчислюємо значення коефіцієнтів:

$$K_t = \frac{1298,74}{3 \cdot 12 \cdot 60} = 0,60$$

$$K_Q = \frac{920}{3 \cdot 12 \cdot 50} = 0,51$$

$$K_{\text{ср.}} = \frac{230 \cdot 0,85 + 150 \cdot 0,85 + 120 \cdot 0,85 + 120 \cdot 0,85 + 150 \cdot 0,85 + 150 \cdot 0,85}{230 + 150 + 120 + 120 + 150 + 150}$$
$$= \frac{782}{920} = 0,85$$

По формулі виконаємо перевірку правильності розрахунків

$$K_Q = 0,60 \cdot 0,85 = 0,51$$

Проведені розрахунки в технологічній частині, з підбором зерноочисного, сушильного та транспортного обладнання, показали необхідність та достатність встановленого обладнання для основного очищення – сепаратор Schmidt-Seeger TAS (TAS 152A-2), продуктивністю 60 т/год. Також розрахунки зерносушильного господарства показали достатність встановленої зерносушарки Schmidt-Seeger Eco Dry LEEA, продуктивністю 25 т/год.

В якості транспортного обладнання встановлені норії MGEL, продуктивністю 50 т/год, та скребкові (MNKA) і стрічкові (LBBA) конвеєри продуктивністю 50 т/год.

Аналіз робочої схеми руху зерна і відходів та зведеного графіку роботи елеватора показує, що:

- приймальний потік забезпечує необхідний об'єм приймання зерна з автомобільного транспорту;
- сепаратор основного очищення забезпечує очищення зерна в потоці;
- встановлені досушальний та післясушальний бункери забезпечують безперервну роботу зерносушарки;
- відпуск зерна на автотранспорт відбувається з відпускнуго бункера, що

дозволяє під час відпуску зерна використовувати одну основну норію робочої башти для інших операцій.

Висновки

Приймальний потік забезпечує необхідний об'єм приймання зерна з автомобільного транспорту, але відсутність приймально-накопичувальних бункерів не дозволяє розділити зовнішню та внутрішню роботу елеватора, тому в подальшому рекомендується встановити приймально-накопичувальні бункери.

В лінії очищення зерна встановлено сучасний сепаратор, але відсутні над- і підсепараторні бункери, які повинні бути у лінії та розраховані на 2-3 години роботи сепаратору, тому в подальшому рекомендується встановити.

Лінія сушіння відповідає сучасним вимогам – в ній встановлені сучасна зерносушарка та до- та післясушильні бункери, розраховані на 8 годин безперебійної роботи зерносушарки.

В лінії відпуску присутній відпускний накопичувальний бункер, що також відповідає сучасним вимогам.

Розділ 4 ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

4.1 Заходи для економії електроенергії і енергозбереження

Електропостачання підприємства здійснюватиметься від районної енергосистеми з напругою 10 кВ і частотою змінного струму 50 Гц.

Відповідно до правил СНіП 210.05-85 електрообладнання електроустановок зернопереробних підприємств і окремих цехів відносять до приймачів II - ой категорії, для яких перерва в електропостачанні допустима 0,5... 1,0 год, оскільки перерва більшої тривалості пов'язана з масовим недовипуском готової продукції, простоям технологічного устаткування і промислового транспорту.

Відповідно до проекту в схемі електропостачання повинні бути передбачені резервні кабельні лінії і двотрансформаторна підстанція . Живлення силових установок і електроприводів машин здійснюється напругою 380 В, 50Гц, а мереж освітлення - 220 В, 50 Гц.

У виробничих механізмах слід застосовувати трифазні асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором серії 4А або АІР, які відрізняються надійністю, простотою конструкцій і невисокою вартістю.

Економія електроенергії і енергозбереження може бути досягнуто за рахунок:

- правильного вибору потужності трансформаторів і компенсуючих пристроїв;
- визначення потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності;
- узгодження режиму роботи трансформаторів з добовим графіком електричних навантажень підприємства;
- зменшення втрати в лініях живлення за рахунок компенсації реактивної потужності;
- зменшення втрати електроенергії в трансформаторах за рахунок відключення одного із них відповідно до графіка навантаження;
- зменшення втрати електроенергії на освітлення за рахунок заміни ламп розжарювання люмінесцентними лампами.

| | | | | | | | | |
|--------------|-----|------------------|--------|------|---|------------------|------|---------|
| | | | | | КРБ.ТЗіК.1.479-03.І.1.3 | | | |
| | | | | | | | | |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | Розділ 4 ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ | Лит. | Арк. | Аркушів |
| Розробив | | Голубкова А.С. | | | | | | |
| Консультант | | Штепа Є.П. | | | | | 48 | |
| Керівник | | Кац А.К. | | | | ОНТУ гр. ТЗХ-416 | | |
| Н. Контр. | | | | | | | | |
| Зав. кафедри | | Макаринська А.В. | | | | | | |

4.2 Розрахування активної потужності споживання підприємством методом питомих витрат електроенергії

Розрахункову активну потужність методом питомих витрат електроенергії визначаємо за формулою:

$$P_p = \frac{w_{\text{пит}} M_{\text{річ}}}{T_{\text{max}}}, \quad (4.1)$$

де $w_{\text{пит}} = 27,1$ кВт.год/т - нормована питома витрата електричної енергії для елеваторів;

$M_{\text{річ}}$ – річна продуктивність підприємства 15000 т

$T_{\text{max}} = 3000$ год - число годин використання розрахункової активної потужності.

$$P_p = \frac{27,1 \cdot 16600}{3000} = 150 \text{ кВт}$$

Розрахункову активну потужність освітлення лампами розжарювання приймаємо $P_{\text{осв}} = 0,1 P_p = 0,1 \cdot 150 = 15$ кВт.

4.3 Розрахування повної потужності трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності

Повну потужність трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності визначаємо за формулою:

$$S_{\text{ТП}} = \sqrt{(P_p + P_{\text{осв}})^2 + (Q_p - Q_{\text{кном}})^2} \quad (4.2)$$

Реактивну розрахункову потужність знаходимо за формулою:

$$Q_p = P_p \operatorname{tg} \varphi, \quad (4.3)$$

де $\operatorname{tg} \varphi$ - коефіцієнт реактивної потужності знаходять по середньозваженому коефіцієнту потужності для $\cos \varphi = 0,8$, що відповідає $\operatorname{tg} \varphi = 0,75$.

Тоді $Q_p = 150 \cdot 0,75 = 113$ квар.

Потужність компенсуючого пристрою визначаємо за формулою:

$$Q_k = Q_p - Q_E, \quad (4.4)$$

де Q_E - оптимальна реактивна потужність, що задається енергосистемою:

$$Q_E = 0,3 \cdot (P_p + P_{\text{осв}}) = 0,3 \cdot (150 + 15) = 50 \text{ квар.}$$

Тоді $Q_k = 113 - 50 = 63$ квар.

Вибираємо за допомогою таблиці [16, табл.Д.3] конденсаторну установку типу КСК2-0,4-67-3У3 номінальною потужністю $Q_{кном} = 67$ квар.

Таким чином, повна потужність трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності буде:

$$S_{ТП} = \sqrt{(150+15)^2 + (113-67)^2} = 171 \text{ кВ.А.}$$

Потужність одного трансформатора знаходять так:

$$S_{тр} = (0,6 \dots 0,8) \cdot S_{ТП} = 0,8 \cdot 171 = 137 \text{ кВ.А.}$$

За одержаною потужністю, користуючись таблицею технічних даних трансформаторів [16, табл.Д.4], вибираємо номінальну потужність трансформатора

| Тип | Номінальна потужність $S_{ном}$, кВ.А | Номінальна напруга, кВ | | Струм холостого ходу I_x , % | Втрати потужності, кВт | | Напруга короткого замикання u_k , % |
|----------|--|------------------------|---------------------|--------------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------------------|
| | | первинна $U_{ном}$ | вторинна $U_{2ном}$ | | Холостого ходу P_x | Короткого замикання P_k | |
| ТМ160/10 | 160 | 10 | 0,4 | 2,4 | 0,56 | 2,65 | 4,5 |

4.4 Перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності

Суть економічного режиму роботи трансформаторів полягає в тому, що при наявності на підстанції двох паралельно працюючих трансформаторів, навантаження, при якому один трансформатор доцільно відключити, визначається мінімумом електричних втрат в них при заданому графіку навантаження.

Потужність трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності в визначаємо за формулою:

$$S_T \geq \frac{S_{ТП}}{2k_{ДП}}, \quad (4.5)$$

де $S_{ТП}$ – розрахункова потужність трансформаторної підстанції,

$k_{ДП}$ – коефіцієнт допустимих перевантажень трансформатора, що визначається за графіком залежності тривалості максимального навантаження $t_{тм}$ від $k_{ЗГ}$ – коефіцієнта заповнення графіка добового навантаження підприємства (рис. 4.1).

$$k_{\zeta\bar{A}} = \frac{S_1 t_1 + S_2 t_2 + \dots + S_i t_i}{24 \cdot 100\%}, \quad (4.6)$$

де S_i , – навантаження в відсотках за відрізок часу t_i .

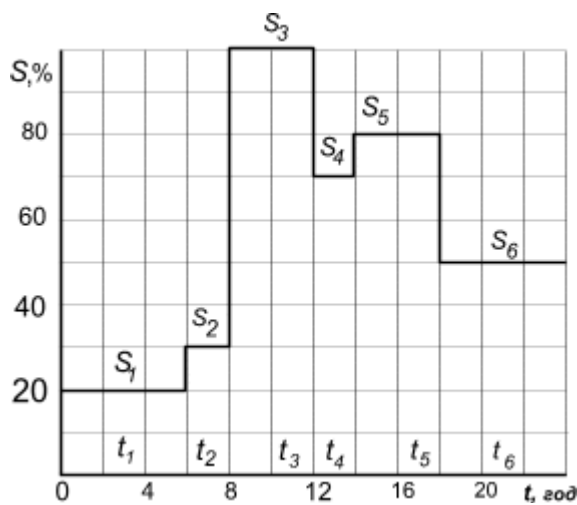


Рисунок 4.1– Графік добового навантаження

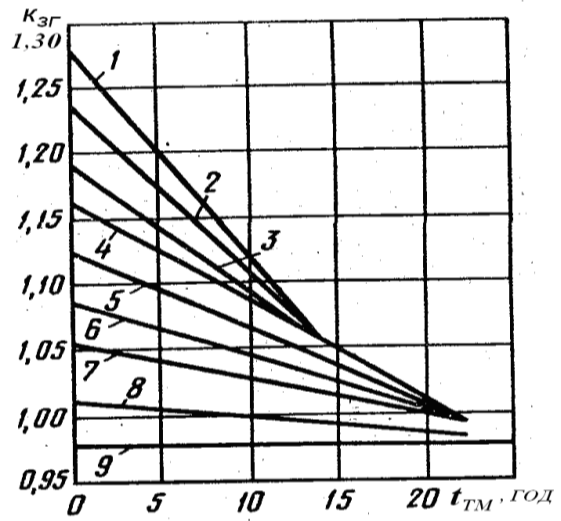


Рисунок 4.2 – Графік допустимих перевантажень силових трансформаторів для $K_{зГ}$: 1 - 0,6; 2 - 0,65; 3 - 0,7; 4 - 0,75; 5 - 0,8; 6 - 0,85; 7 - 0,9; 8 - 0,95; 9 - 1,00.

Знаходимо коефіцієнт заповнення графіка добового навантаження елеватора $k_{зГ}$, користуючись графіком добового навантаження (рис. 4.3).

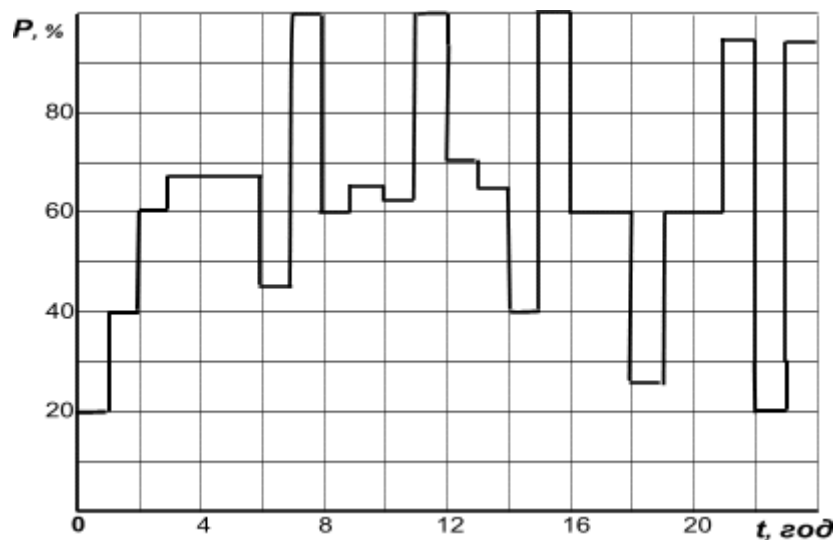


Рисунок 4.3 – Графік добового навантаження елеватора

$$k_{зГ} = \frac{20.1 + 40.1 + 60.1 + 68.3 + 45.1 + 100.1 + 60.1 + 65.1 + 62.1 + 100.1 + 70.1 + 65.1 + 40.1 + 100.1 + 60.2 + 25.1 + 60.2 + 95.1 + 20.1 + 95.1}{24 \cdot 100\%} = 0,63$$

Для графіка добового навантаження (рис. 4.3) тривалість максимального навантаження складає: $t_{m1} = 1$ год (з 7 до 8 год); $t_{m2} = 1$ год (з 11 до 12); $t_{m3} = 1$ год (з 15 до 16 год); Тобто $t_m = t_{m1} + t_{m2} + t_{m3} = 1 + 1 + 1 = 3$ год. Тоді, користуючись графіком допустимих перевантажень силових трансформаторів, (рис. 4.2) знаходимо коефіцієнт допустимих перевантажень трансформатора $k_{ДП} = 1,18$.

Потужність трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності в аварійних режимах визначають за формулою:

$$S_T \geq \frac{S_{ТП}}{2k_{ДП}}, \quad (4.7)$$

де $S_{ТП}$ – розрахункова потужність трансформаторної підстанції.

$$S_T \geq \frac{171}{2 \cdot 1,18} = 72,5 \text{ кВ.А}$$

По таблиці технічних даних трансформаторів [16, табл.Д.4], уточняємо номінальну потужність трансформатора $SHOM$ і приводимо його технічні дані у вигляді таблиці:

| Тип | Номінальна потужність $S_{НОМ}$, кВ.А | Номінальна напруга, кВ | | Струм холостого ходу I_x , % | Втрати потужності, кВт | | Напруга короткого замикання u_k , % |
|----------|--|------------------------|---------------------|--------------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------------------|
| | | первинна $U_{НОМ}$ | вторинна $U_{2НОМ}$ | | Холостого ходу P_x | Короткого замикання P_k | |
| ТМ100/10 | 100 | 10 | 0,4 | 2,6 | 0,36 | 1,97 | 4,5 |

Таким чином, перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності показала, що потужність трансформаторів можна зменшити від 160 кВ.А до 100 кВ.А.

4.5 Техніко-економічне порівняння режиму роботи трансформаторів

Знаходимо приведені втрати в трансформаторі користуючись формулами

$$\Delta P'_x = \Delta P_x + K_e \Delta Q_x; \quad \Delta P'_k = \Delta P_k + K_e \Delta Q_k.$$

В цих формулах ΔP_x і ΔP_k беремо із таблиці технічних даних вибраного трансформатора: $\Delta P_x = 0,36$ кВт; $\Delta P_k = 1,97$ кВт.

Економічний еквівалент реактивної потужності, що залежить від потужності енергосистеми приймаємо $K_e = 0,05 \text{ кВт/квар}$.

Втрати ΔQ_x і ΔQ_k знаходять за формулами:

$$\Delta Q_x = S_{НОМ} \frac{I_x \%}{100} = 100 \frac{2,4}{100} = 2,4 \text{ квар};$$

$$Q_k = S_{НОМ} \frac{U_k \%}{100} = 100 \frac{4,5}{100} = 4,5 \text{ квар}.$$

Тоді $\Delta P'_x = 0,36 + 0,05 \cdot 2,4 = 0,48 \text{ кВт}$; $\Delta P'_k = 1,97 + 0,05 \cdot 4,5 = 2,2 \text{ кВт}$.

Потужність при якій економічно оправдано відключити від паралельної роботи один із двох трансформаторів визначаємо за формулою:

$$S_{ЕК} = S_{НОМ} \sqrt{2 \frac{\Delta P'_x}{\Delta P'_k}} = 100 \sqrt{2 \frac{0,48}{2,2}} = 66,1 \text{ кВ.А.}$$

Оскільки потужність двох трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності складає: $100 \times 2 = 200 \text{ кВ.А}$, що відповідає 100% навантаження добового графіка, то $66,1 \text{ кВ.А}$ будуть відповідати $\frac{66,1}{200} \cdot 100\% = 33,1\%$.

Таким чином, при навантаженні підстанції менше 33,1% один трансформатор можна відключити.

За допомогою графіка навантаження елеватора (рис.4.3) робимо висновок, що на протязі доби один трансформатор можна виключити з 0 до 1 год; з 18 до 19; з 22 до 23, що разом складає $\Sigma t = 1 + 1 + 1 = 3$ години, що в процентах складає

$$\Delta T_{\max} = \frac{\Sigma t}{24} \cdot 100\% = \frac{3}{24} \cdot 100\% = 12,5\%$$

При цьому кількість годин використання розрахункової активної потужності на протязі року зменшиться на

$$\Delta T'_{\max} = \frac{\Delta T_{\max}}{100\%} \cdot T_{\max} = \frac{12,5}{100} \cdot 3000 = 375 \text{ год}$$

і складатиме $T'_{\max} = T_{\max} - \Delta T'_{\max} = 3000 - 375 = 2625 \text{ год}$.

4.6 Вибір перерізу жил і марку кабелю

Вибір необхідного перерізу жил кабеля напругою до 1000 В проводять для підприємства за допустимим струмовим навантаженням і допустимою втратою напруги [16, с.322]. Для цього визначаємо розрахунковий струм за формулою

$$I_p = \frac{1000S_p}{\sqrt{3}U_{ном}} = \frac{1000 \cdot 200}{\sqrt{3} \cdot 380} = 303 \text{ А,}$$

де S_p - повна розрахункова потужність підприємства без урахування компенсації реактивної потужності, що визначається так:

$$S_p = \sqrt{(P_p + P_{осв})^2 + Q_p^2} = \sqrt{(150+15)^2 + 113^2} = 200 \text{ кВ.А}$$

де Q_p - реактивна розрахункова потужність.

З урахуванням умов прокладання мереж знаходимо за відповідною таблицею стандартний переріз жил кабеля $S=95 \text{ мм}^2$ 2 кабеля паралельно [17, с. 319].

Марку кабеля приймаємо АВРГ – чотирьох жильний з алюмінієвими жилами і полівінілхлоридною ізоляцією.

Перевірку перерезу жил кабеля на допустиму втрату напруги виконуємо за формулою:

$$\Delta U = \frac{10^5(P_p + P_{осв})}{U_{ном}^2} R_{Л} = \frac{10^5(150+15)}{380^2} 0,011 = 1,3\%$$

де $U_{ном}$ - номінальна лінійна напруга, В;

$P_p + P_{осв}$ - активна потужність силового і освітлювального навантаження, кВт;

$R_{Л}$ - активний опір лінії живлення, який визначаємо за формулою:

$$R_{Л} = \rho \frac{L}{S} = 0,0312 \frac{70}{2 \times 95} = 0,011 \text{ Ом}$$

де $\rho = 0,0312 \text{ Ом.мм}^2/\text{м}$ питомий опір жили алюмінієвого кабеля;

L - довжина кабеля, м;

S - площа перерізу жили кабелю, мм^2 .

4.7 Річна витрата електроенергії та її вартість

Річну витрату електроенергії знаходимо за формулою:

$$W_a = (P_p + P_{осв}) T_{мах} = (150+15) 3000 = 495000 \text{ кВт.год.}$$

Річну вартість електроенергії визначаємо за формулою:

$$S_o = d_o \cdot W_a = 2,5 \cdot 495000 = 1237500 \text{ грн.}$$

4.8 Розрахунки відносно заходів економії електроенергії на підприємстві

Виходячи із розглянутих заходів і розрахунків економії електроенергії на підприємстві можна досягнути за рахунок:

- зменшення струму в лінії живлення в результаті компенсації реактивної потужності конденсаторною установкою до I'_p ;
- зменшення часу роботи двох з трансформаторів на протязі року з T_{\max} до T'_{\max} ;
- зменшення витрат електроенергії на освітлення заміною ламп розжарювання люмінесцентними лампами.

Після виконаної компенсації реактивної потужності розрахунковий струм лінії живлення буде

$$I'_p = \frac{\sqrt{(P_p + P_{осв})^2 + (Q_p - Q_k)^2}}{\sqrt{3}U_{ном}} = \frac{\sqrt{(150+15)^2 + (113-67)^2}}{\sqrt{3} \cdot 380} = 259 \quad \text{А.}$$

Втрати електроенергії в лінії живлення будуть

- до впровадження заходів компенсації реактивної потужності:

$$W_{л} = 3 \cdot I^2 \cdot r_{Л} T_{\max} = 3 \cdot 3032 \cdot 0,011 \cdot 3000 \cdot 10^{-3} = 9089 \text{ кВт.год,}$$

- після впровадження заходів компенсації реактивної потужності:

$$W'_{л} = 3 \cdot I'^2 \cdot r_{Л} T_{\max} = 3 \cdot 2592 \cdot 0,011 \cdot 3000 = 6641 \text{ кВт.год.}$$

Річна економія електроенергії в лінії живлення буде

$$\Delta W_{л} = W_{л} - W'_{л} = 9089 - 6641 = 2448 \text{ кВт.год.}$$

Втрати електроенергії в трансформаторах будуть

- при паралельній роботі двох трансформаторів на протязі часу T_{\max}

$$W_{тр} = 2 \cdot \Delta P'_{к} T_{\max} = 2 \cdot 2,2 \cdot 3000 = 13200 \text{ кВт.год,}$$

- при паралельній роботі двох трансформаторів на протязі часу T'_{\max}

$$W'_{\text{од}} = 2 \cdot \Delta P'_{к} T'_{\max} = 2 \cdot 2,2 \cdot 2625 = 11550 \text{ кВт.год.}$$

Річна економія електроенергії в трансформаторах буде:

$$\Delta W_{тр} = W_{тр} - W'_{\text{од}} = 13200 - 11550 = 1650 \text{ кВт.год.}$$

Витрати електроенергії на освітлення будуть

- лампами розжарювання $W_{осв} = k \cdot q_{р} T_{ма} x = 0,63 \cdot 0,1 \cdot 150 \cdot 3000 = 28350 \text{ кВт.год;}$

- люмінесцентними лампами $W'_{\text{ма}} = k q' P_p T_{\text{max}} = 0,63 \cdot 0,05 \cdot 150 \cdot 3000 = 14175$ кВт.год.

В цих формулах приймаємо для:

- $k=0,63$ – коефіцієнт перерахунку добового споживання електроенергії для самого короткого дня в середньодобове [18, с.18];

- ламп розжарювання $q = 0,1$;

- люмінесцентних ламп в залежності від їх типа [16, табл.Д.6] $q' = (0,035 \dots 0,06)$.

Економія електроенергії від заміни освітлення лампами розжарювання на освітлення люмінесцентними лампами буде:

$$\Delta W_{\text{осв}} = W_{\text{осв}} - W'_{\text{осв}} = 28350 - 14175 = 14175 \text{ кВт.год.}$$

Результати розрахунків з економії електроенергії зводимо в таблицю:

| Споживачі | Втрати електроенергії, кВт.год | | Економія електроенергії, кВт.год |
|----------------|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| | До впровадження заходів економії | Після впровадження заходів економії | |
| Кабельна лінія | 9089 | 6641 | 2448 |
| Трансформатори | 13250 | 11550 | 1650 |
| Освітлення | 28350 | 14175 | 14175 |
| Разом | | | 18243 |

Загальна річна економія електроенергії буде:

$$\Delta W = \Delta W_{\text{л}} + \Delta W_{\text{тр}} + \Delta W_{\text{осв}} = 2448 + 1650 + 14175 = 18243 \text{ кВт.год.}$$

Річну вартість зекономленої електроенергії визначають за формулою

$$\Delta S_o = d_o \Delta W = 2,5 \cdot 18243 = 45607 \text{ грн.}$$

Висновок

За рахунок проведення заходів з економії електроенергії: компенсація реактивної потужності; відключення одноно із трансформаторів; заміни освітлення з лампами розжарювання на люмінесцентні лампи, досягнута економія коштів, що складає:

$$\Delta S = \frac{45607}{1237500} \cdot 100\% = 3,6\%$$

Розділ 5 АСПІРАЦІЯ ЕЛЕВАТОРА

5.1 Мета і задачі вентиляційних установок

Посилення вимог до екологічної безпеки вимагає від аграріїв сучасних систем знепилення.

Активна аграрна політика України привела до значного збільшення виробництва зернових. Традиційні пилоуловлювачі (циклони) не в змозі задовольнити вимоги до екологічної безпеки зернового виробництва.

Незадовільна робота аспіраційних систем пов'язана з застарілими методиками їх розрахунку і проектування, в яких не враховувалися ежекційні властивості самопливного обладнання, кількість повітря необхідного для аспірації визначалося без урахування залежності довжини і висоти самопливу, а також транспортування продукту в насипний лоток, що не завжди забезпечує необхідні санітарні норми знепилення.

До того ж важливим фактором є оптимальні габарити і розташування пилоприймачів. В Правилах проектування та налагодження аспіраційних і пневмотранспортних установок підприємств по збереженню та переробці зерна [21] були розроблені сучасні методики для проектування, що враховують всі фактори для ефективної і безперебійної роботи аспіраційних мереж.

Вентиляційні установки представляють сукупність спеціального обладнання (вентиляторів, повітропроводів, знепилювачів та ін). Його об'єднують в системи для здійснення повітрообміну шляхом створення доцільно організованих повітряних потоків в будівлях, каналах, камерах або захисних кожухах машин і апаратів. Це необхідно для забезпечення чистоти повітря в приміщеннях, де працюють люди, і виконання ряду технологічних, транспортних, а також протипожежних і протипожежних функцій.

Вентиляційні установки відсмоктують повітря від технологічного і транспортного устаткування, тобто здійснюють так звану аспірацію, створюючи всередині робочих просторів або захисних кожухів машин розрідження. Воно перешкоджає виділенню пилу назовні і викликає надходження в ці простори зовнішнього повітря, яке забирає із собою надлишкове тепло і вологу, що виділяються при

| | | | | | | | | |
|--------------|-----|------------------|--------|------|---------------------------------|------------------|------|---------|
| | | | | | КРБ.ТЗіК.1.479-03.І.1.3 | | | |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розробив | | Голубкова А.С. | | | РОЗДІЛ 5 АСПІРАЦІЯ ЕЛЕВАТОРА | Лит. | Арк. | Аркушів |
| Консультант | | Гончарук Г.А. | | | | | 57 | |
| Керівник | | Кац А.К. | | | | ОНТУ гр. ТЗХ-416 | | |
| Н. Контр. | | | | | | | | |
| Зав. кафедри | | Макаринська А.В. | | | | | | |

переробці зерна в борошно і крупу.

Аспірація являє собою одну з різновидів вентиляції, причому цей термін можна застосовувати тільки при розгляді питань, пов'язаних з відсмоктуванням повітря з обладнання, але не з приміщень.

Поряд з знепилюванням та іншими гігієнічними завданнями обладнання вентиляційних установок використовують також для виконання ряду найважливіших технологічних операцій (очищення і сушка зерна, сортування продуктів помелу за допомогою повітряних потоків), а також для пневматичного (повітряного) транспорту зерна та продуктів його переробки.

Вентиляційні установки на підприємствах галузі хлібопродуктів дозволяють при ефективній роботі:

1) підвищити продуктивність елеваторів, млинів, круп'яних і комбікормових заводів, завдяки підтримці нормального ходу технологічного процесу, обумовлює, зокрема, підвищенням сипкості сит поліпшити якість зерна та продуктів його розмілу (борошна):

- краще очищати зерно і сортувати продукти помелу;
- попередити самозігрівання зерна, знизити вологість і запобігти розвитку шкідників;
- зменшити втрати зерна, що виникають при переробці його в борошно і крупу внаслідок зменшення кількості зміток і розсіювання пиловидних продуктів;

2) санітарно-гігієнічні задачі:

- поліпшити і оздоровити умови праці, ліквідувати професійні захворювання робітників;
- створити необхідні гігієнічні передумови для підвищення продуктивності праці;
- поліпшити санітарно-гігієнічний стан підприємств в результаті запобігання можливості конденсації вологи на внутрішніх поверхнях машин, розвитку мікроорганізмів, а також шкідників зерна й продуктів його переробки всередині аспіруючого обладнання;

3) задачі пожежовибухобезпеки:

запобігти можливості виникнення вибухів пилу і пожежі.

5.2 Особливості проектування аспіраційних установок відповідно елеваторів

На лініях аспірації сепараторів, пневмосепараторів, рециркуляційних зерносушарок рекомендується двоступеневе очищення повітря з використанням на першому ступені горизонтальних інерційних пиловідділювачів.

Основні вимоги до обладнання елеваторів:

- застосовувати допоміжні укриття вхідних отворів відкритих зернових потоків у скидальних коробках, візках та самопливах;
- знижувати швидкість стрічок відкритих транспортерів до 2...2,5 м/с;
- використовувати подвійні кожухи для рухомих елементів, натяжних барабанів, місць виходу валів барабанів через укриття машин, насипних лотків;
- використовувати фільтрувальні тканини для укриття місць з нестабільними аеродинамічними режимами: ваги, окремі бункери;
- розташовувати самопливи під нахилом $56^{\circ} \dots 70^{\circ}$;
- встановлювати гальмуючі коліна;
- не допускати зворотного висипання зерна в норіях;

Самостійними є технологічні пневмосепаруючі установки сепараторів, що частково виконують функції аспірації.

Підсилові конвеєри аспіруються з використанням суцільних укрить. Коли немає можливості суцільного укриття стрічкових транспортерів, слід користуватися частковим укриттям насипних лотків за схемою.

Використовуючи допоміжні укриття стрічкових транспортерів та норійні труби замість повітропроводів доцільно аспіраційні відсоси аспіраційних установок (АУ) робочої вежі, знепилювачі та вентилятори розташовувати у верхній частині робочої вежі елеватора.

Бункери для розвантаження машин і вагонів потрібно максимально закривати, лишаючи отвори тільки для руху зерна. Аспірацію бункерів здійснюють через щільні повітропроводи, які розташовують за периметром завальних ям.

5.3 Розрахунок локального фільтра та фільтра-циклона

При проектуванні та розрахунку фільтрів спочатку виконують компоновку аспіраційної мережі та визначають витрати повітря Q_{ϕ} , що необхідно відібрати від технологічного або транспортуючого обладнання Q_{TO} , м³/год з метою утворення в ньому необхідного розрідження та очистки повітря від пилу [22, табл.1].

При розрахунках Q_ϕ необхідно обов'язково враховувати кількість повітря, що підсмоктується у фільтр – Q_{II} , м³/год.

$$Q_\phi = 1,05 \cdot Q_{TO} \quad (5.1)$$

– при одноступеневому очищенні повітря, тобто Q_{II} складають 5% від $\Sigma Q_{машин}$ повітря, а це складає кількість підсмоктуваного повітря в межах 0,1...0,5 м³/с. По Q_ϕ вибирають необхідний типорозмір фільтра [22, табл. 2].

Втрати тиску у фільтрі H_ϕ , Па визначаються з уточненням фактичної напруженості тканини:

$$q = Q_\phi \cdot F_\phi^{-1}, \quad (5.2)$$

де F_ϕ – площа поверхні фільтрувальної тканини, м², яка визначається за кількістю фільтрувальних рукавів. В свою чергу кількість рукавів підбирають по табл. 2 і 3 [22] в залежності від марки і типорозміру фільтра. Рукав фільтра сконструйовано таким чином, що одночасно працюють дві бокові його стінки. Площа кожної стінки рукава складає – 0,5 м². Таким чином, загальна площа фільтрувальної тканини одного рукава складає 1 м², а загальна площа тканини фільтра визначається за виразом:

$$F_\phi = n \cdot 1, \text{ м}^2 \quad (5.3)$$

де n – кількість рукавів фільтра.

Таким чином:

$$H_\phi = a \cdot q^h, \quad (5.4)$$

де a і h – експериментальні коефіцієнти, що залежать від структури фільтрувальної тканини, конструкції фільтра та характеристики пилу.

Для ефективної регенерації тканини фільтра зворотною продувкою втрати тиску до фільтра повинні бути більшими від величини, визначеної за формулою

$$H_{рег} > 363 + 155 \cdot q, \text{ Па.} \quad (5.5)$$

5.4 Режим очистки

Через певні проміжки часу, які задаються контролером, кожний елемент по черзі отримує короткочасний вприск стисненого повітря із відповідного патрубка.

Діаметр отворів і відстань від сопла до фільтруючого елемента розраховані так, що це забезпечує примусове втягування значного об'єму пилоповітряної суміші в середину фільтра одночасно з регенерацією одного із фільтрувальних елементів.

Це приводить до короткочасної потужної зміни напрямку потоку повітря через фільтрувальний елемент. Повітря надуває рукав і ефективно струшує з нього шар пилу. Потім пил повертається знову в технологічний потік матеріалу.

При розрахунку опору фільтра циклона ZEO-FC, який використовується для знепилювання повітря від однієї або декількох машин, користуємось графічною залежністю $H_\phi=f(q)$, який наведено на рис. 4 [22].

На виході з повітропроводу, як правило встановлюють факельний викид [22, рис. 3], і втрати тиску на удар визначають за виразом

$$H_{y\delta} = \frac{\rho v_{вих}^2}{2}, \text{ Па}, \quad (5.6)$$

де ρ – густина повітря, яка для стандартного стану повітря складає 1,2 кг/м³;

$v_{вих}$ – швидкість очищеного повітря на виході з вентилятора при факельному викиді $v=20\dots22$ м/с.

При наявності в аспіраційній мережі окремих ділянок (обладнання, повітропроводів та пиловловлювачів) розраховують також втрати тиску на ділянках за магістральним напрямком – $H_{нов}$.

$$H_{нов} = \left(\lambda \frac{l}{D} + \sum \xi\right) \frac{\rho v^2}{2}, \text{ Па}, \quad (5.7)$$

де λ – коефіцієнт опору по довжині повітропроводу;

l – довжина прямолінійних ділянок повітропроводів, м;

D – діаметр повітропровода, м;

ξ – коефіцієнт місцевого опору;

v – середня швидкість повітря в перерізі повітропровода, м/с.

Тоді опір мережі

$$H_{мер} = H_m + H_{нов} + H_\phi + H_{y\delta}, \text{ Па}. \quad (5.8)$$

Тиск, який повинен утворити вентилятор визначається

$$H_v = 1,1 \cdot H_{мер}, \text{ Па}. \quad (5.9)$$

Витрати повітря, яке буде переміщувати вентилятор

$$Q_v = Q_\phi. \quad (5.10)$$

Враховуючи те, що, при розрахунку втрат тиску в фільтрі, коефіцієнт a і показник ступеня h залежать від багатьох факторів і, в тому числі, від характеристики пилу, що ускладнює визначення цих параметрів втрати тиску у фільтрах типу ZEO-FG(FV) знаходять за узагальненою формулою

$$H_{\phi} = A + B \cdot Q_{\phi}^2, \text{ Па}, \quad (5.11)$$

де A і B – коефіцієнти рекомендовані заводом виробником: $A = 670$, $B = 360$;

Q_{ϕ} – об'ємні витрати повітря, що повинне бути знепилено у фільтрі.

Для таких фільтрів розраховуємо опір аспіраційної мережі за виразом

$$H_{мер} = H_m + H_{\phi} + H_{уд}, \text{ Па}, \quad (5.12)$$

де H_m – опір технологічного обладнання (машини, яка аспірується), (табл. 1 [22]);

$H_{уд}$ – втрати тиску на удар при виході повітря в атмосферу.

При встановленні вихідного дифузора, $H_{уд}$ розраховуємо за формулою

$$H_{уд} = H_{дин} \left(\frac{1}{n} \right)^2, \quad (5.13)$$

де $H_{дин}$ – динамічний тиск на ділянці перед дифузором;

n – відношення площі вихідного отвору $F_{вих}$ до площі перерізу повітропроводу, розташованого перед дифузором $f_{нов}$,

$$n = \frac{F_{вих}}{f_{нов}}. \quad (5.14)$$

За аеродинамічними параметрами Q_{ϵ} і H_{ϵ} [22, табл. 4 і 5] підбираємо вентилятор.

Число обертів вентилятора та його ККД визначають за точкою перетину характеристики вентилятора і характеристики мережі $H = f(Q)$.

Потужність вентилятора і на валу електродвигуна визначають за формулою:

$$N_{\epsilon} = \frac{Q_{\epsilon} \cdot H_{\epsilon}}{1000 \cdot \eta_{\epsilon} \cdot \eta_{пер} \cdot \eta_{II}}, \text{ кВт}, \quad (5.15)$$

де η_{ϵ} – ККД вентилятора;

$\eta_{пер}$ – ККД передачі (0,98);

η_{II} – ККД, що враховує опір у підшипниках (0,98).

Фактичну потужність електродвигуна $N_{ел.дв.}$ визначають з урахуванням коефіцієнта запасу потужності електродвигуна:

$$N_{ел.дв.} = K_3 \cdot N, \text{ кВт}, \quad (5.16)$$

де K_3 – коефіцієнт запасу потужності електродвигуна.

Для електродвигунів потужністю до 5кВт $K_3=1,15$, а для електродвигунів з $N>5кВт$ – $K_3=1,1$.

Остаточну потужність електродвигунів слід приймати за комплектацією заводів-виготовлювачів.

5.5 Аспірація норій Н1 та Н2

За табл. 1 додатків методичних вказівок [22] знаходимо, що для аспірації даного типу норії необхідно відібрати повітря з укриття норії $Q_n=700$ м³/год. При цьому опір норії $H_n=50$ Па.

При виборі фільтра враховуємо підсоси повітря у норії та фільтрі у розмірі 5% від Q_n .

$$Q_\phi = 1,05 \cdot Q_n = 1,05 \cdot 700 = 735 \text{ м}^3/\text{год або } 0,21 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Вибираємо найближчий фільтр ZEO-FV-800.

Розраховуємо опір фільтра за виразом

$$H_\phi = A + B \cdot Q_\phi^2 = 670 + 360 \cdot 0,21^2 = 686 \text{ Па.} \quad (5.17)$$

де A і B – коефіцієнти заводу виробника: $A=670$, $B=360$.

Визначаємо втрати тиску на удар при виході повітря з дифузора

$$H_{y\delta} = H_{\text{дин}} \left(\frac{1}{n} \right)^2, \quad (5.18)$$

де $H_{\text{дин}}$ – динамічний тиск на ділянці перед дифузором, Па;

n – відношення площі перерізу дифузора на виході, до площі перерізу на ділянці перед дифузором, яке приймаємо $n=2,0$.

$$H_{\text{дин}} = \frac{\rho v_{\text{вих}}^2}{2}, \text{ Па,} \quad (5.19)$$

де ρ – густина повітря, яка для стандартного стану повітря складає 1,2 кг/м³;

$v_{\text{вих}}$ – швидкість чистого повітря на виході з вентилятора, яка для вентиляторів марки ВР складає 10...12 м/с.

Тоді:

$$H_{\text{дин}} = \frac{1,2 \cdot 11^2}{2} = 73 \text{ Па.}$$

Визначаємо:

$$H_{y\delta} = 73 \cdot \left(\frac{1}{2} \right)^2 = 18 \text{ Па.}$$

Розраховуємо опір мережі:

$$H_{\text{мер}} = 50 + 686 + 18 = 754 \text{ Па.}$$

Тиск, який повинен розвивати вентилятор треба збільшити на 10 %

$$H_{\text{в}} = 1,1 \cdot H_{\text{мер}} = 1,1 \cdot 754 = 830 \text{ Па.}$$

За $H_{\text{в}}$ та $Q_{\text{ф}}$, яке дорівнює $Q_{\text{в}}$, використовуючи аеродинамічні характеристики вентиляторів, підбираємо вентилятор вітчизняного виробника типу ВР200-28-2,5 з максимальним ККД $\eta=0,63$.

Необхідну потужність на валу електродвигуна визначаємо за формулою

$$N_{\text{ел.дв.}} = \frac{Q_{\text{в}} \cdot H_{\text{в}}}{1000 \cdot \eta_{\text{в}} \cdot \eta_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{п}}}, \text{ кВт.} \quad (5.20)$$

де $\eta_{\text{в}}$ – ККД вентилятора;

$\eta_{\text{пер}}$ – ККД передачі (0,98);

$\eta_{\text{п}}$ – ККД, що враховує опір у підшипниках (0,98).

$$N_{\text{ел.дв.}} = \frac{0,21 \cdot 830}{1000 \cdot 0,63 \cdot 0,98 \cdot 0,98} = 0,29 \text{ кВт.}$$

Фактичну потужність електродвигуна $N_{\text{ф}}$ визначають за виразом:

$$N_{\text{ф}} = K_{\text{з}} \cdot N_{\text{ел.дв.}}, \text{ кВт,} \quad (5.21)$$

де враховують коефіцієнт запасу потужності електродвигуна $K_{\text{з}}$. Для електродвигунів потужністю до 5 кВт $K_{\text{з}}=1,15$.

$$N_{\text{ф}} = 1,15 \cdot 0,29 = 0,34 \text{ кВт.}$$

Остаточну потужність електродвигуна приймаємо $N=1,1$ кВт з числом обертів $n=2850$ об/хв за комплектацією заводу-виробника.

$$N_{\text{ел.дв.}} = K_{\text{з}} \cdot N = 1,15 \cdot 0,3 = 0,35 \text{ кВт.} \quad (5.22)$$

Завод виробник рекомендує прийняти електродвигун потужністю $N=1,1$ кВт з числом обертів $n=2850$ об/хв.

5.6 Розрахунок аспіраційної мережі, до якої входять конвеєр КЛ2 та норія Н5

Для аспірації із табл. 1 додатків методичних вказівок [22] (табл. 1 «Аеродинамічні дані технологічного та транспортного обладнання») вибираємо значення втрат повітря для аспірації конвеєра і норії: $Q_{\text{к}}=500 \text{ м}^3/\text{год}$, $Q_{\text{н}}=500 \text{ м}^3/\text{год}$; $H_{\text{н}}=50 \text{ Па}$ і $H_{\text{к}}=50 \text{ Па}$ – опір обладнання.

Величину підсосів повітря $Q_{\text{п}}$ в конвеєрі, норії і фільтрі, а також загальні втрати повітря, яке повинен знепилити фільтр ЗЕО-ФС розраховуємо за виразом.

$$Q_{\phi} = \Sigma Q_{обл} + Q_n = Q_n + Q_k + Q_n, \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

Аспіраційне повітря відбирається одночасно від конвеєра і норії $\Sigma Q_{обл}$.

Кількість підсмоктуваного повітря приймаємо 5% від $\Sigma Q_{обл}$.

$$Q_n = 0,05(Q_n + Q_k) = 0,05(500 + 500) = 50 \text{ м}^3/\text{ГОД}.$$

$$Q_{\phi} = 500 + 500 + 50 = 1050 \text{ м}^3/\text{ГОД} = 0,292 \text{ м}^3/\text{с}$$

Вибираємо фільтр-циклон ZEO-FC-1000. Площа фільтруючої поверхні рукавів $F_{\phi.p} = 10,5 \text{ м}^2$.

Втрати тиску у фільтрі визначаємо за напруженістю тканини фільтра

$$q = \frac{Q_{\phi}}{F_{\phi.p}} = \frac{0,25}{4} = 0,06 \text{ м}^3/\text{с} \cdot \text{м}^2.$$

За графіком $H_{\phi} = f(q)$ ([22], рис. 4 метод. вказівок) визначаємо опір фільтра $H_{\phi} = 920 \text{ Па}$.

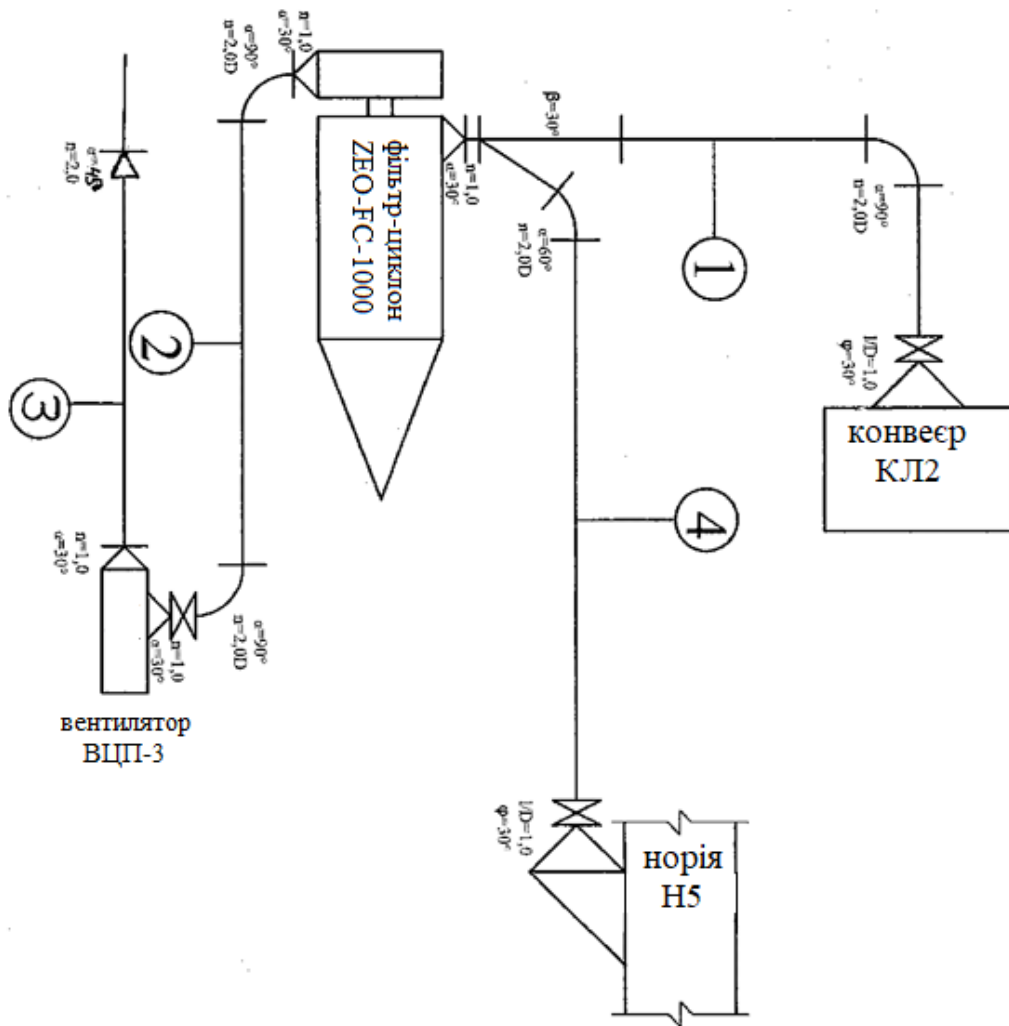


Рисунок 5.1 - Площинна схема аспіраційної мережі

Розраховуємо опір мережі

$$H_{мер} = H_m + H_{нов} + H_{\phi} + H_{y\delta}, \text{ Па.}$$

де $H_{нор}$ – гідравлічний опір найбільш віддаленої машини за магістральним напрямком $H_{нор}=50$ Па;

$H_{нов}$ – опір матеріалопроводу за магістральним напрямком, Па;

H_{ϕ} – опір фільтра;

$H_{y\delta}$ – втрати тиску на удар, або вихід повітря в атмосферу, Па.

Розраховуємо опір повітропроводу за виразом

$$H_{нов} = \left(\lambda \frac{l}{D} + \sum \xi \right) \frac{\rho v^2}{2}, \text{ Па,}$$

де λ – коефіцієнт опору по довжині повітропроводу;

l – довжина прямолінійних ділянок повітропроводів, м ($l=22$ м);

D – діаметр повітропроводу, м;

ξ – коефіцієнт місцевого опору;

v – середня швидкість повітря в перерізі повітропроводу, м/с.

За номограмою Панченко (с.252, [23]).

Знаходимо за витратами повітря і рекомендованою швидкістю його – (13...14 м/с) – λ/D , D , v , $H_{дин}$.

$$\lambda/D=0,097; D=180\text{мм}; v=13,5\text{м/с}; H_{дин}=110 \text{ Па.}$$

Величину кожного місцевого опору в мережі за магістральним напрямком приймаємо $\xi=0,2$.

Так, як у нас за магістраллю 12 місцевих опорів, то

$$\sum \xi = 12 \cdot 0,2 = 2,4,$$

Тому $H_{нов} = (0,097 \cdot 22 + 2,4) \cdot 110 = 499$ Па.

Розраховуємо витрати тиску на удар.

При факельному викиді

$$H_{y\delta} = \frac{\rho v_{вих}^2}{2}, \text{ Па,}$$

де $v_{вих}$ – швидкість повітря на виході з конфузора, приймаємо $v=20...22$ м/с;

ρ – густина повітря, яка для стандартного стану повітря складає $1,2$ кг/м³.

$$H_{y\delta} = \frac{1,2 \cdot 22^2}{2} = 290 \text{ Па.}$$

$$H_{мер} = 50 + 920 + 499 + 290 = 1759 \text{ Па.}$$

Тиск, який повинен утворити вентилятор збільшуємо на 10% і визначаємо за виразом

$$H_{\epsilon} = 1,1 \cdot H_{\text{мер}} = 1,1 \cdot 1759 = 1935 \text{ Па.}$$

Витрати повітря, яке буде переміщувати вентилятор

$$Q_{\epsilon} = Q_{\phi}.$$

За аеродинамічними характеристиками $H_{\epsilon}=f(Q_{\epsilon})$ вибираємо вентилятор виробництва ВЦП-3. Число обертів вала $n = 3100$ об/хв, ККД – $\eta=0,51$. Визначаємо необхідну потужність за точкою перетину характеристик вентилятора і мережі, а необхідну потужність на валу вентилятора за формулою

$$N_{\text{вент}} = \frac{Q_{\epsilon} \cdot H_{\epsilon}}{1000 \cdot 3600 \cdot \eta_{\epsilon} \cdot \eta_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{п}}}, \text{ кВт,}$$

де η_{ϵ} – ККД вентилятора (0,51);

$\eta_{\text{пер}}$ – ККД передачі (0,98);

$\eta_{\text{п}}$ – ККД, що враховує опір у підшипниках (0,98).

$$N_{\text{вент}} = \frac{924 \cdot 1935}{1000 \cdot 3600 \cdot 0,51 \cdot 0,98 \cdot 0,98} = 1,1 \text{ кВт}$$

Фактичну потужність електродвигуна N_y визначають за виразом:

$$N_y = K_3 \cdot N_{\text{вент}}, \text{ кВт,}$$

де враховують коефіцієнт запасу потужності електродвигуна K_3 . Для електродвигунів потужністю до 5 кВт $K_3=1,15$.

$$N_y = 1,15 \cdot 1,1 = 1,265 \text{ кВт.}$$

Вибираємо електродвигун марки 4А80В2 - потужністю $N=2,2$ кВт з числом обертів $n=2930$ об/хв, масою – 62 кг за комплектацією заводу-виробника.

5.7 Розрахунок аспіраційної мережі для аспірації зерноочисного сепаратора Cimbria TAS152A-2

Гідравлічний опір машин $H_{\text{нор}}$ і $H_{\text{скал}}=50$ Па.

За додатком методичних вказівок ([22] табл. 1) вибираємо значення втрат повітря на аспірацію обладнання: $Q_{\text{скал}}=2160$ м³/год.

При виборі фільтра враховуємо підсоси повітря у мережу, включаючи обладнання і фільтр і загальні витрати повітря, яке повинен знепилити фільтр Q_{ϕ} .

$$Q_{\phi} = \Sigma Q_{\text{обл}} + Q_n, \text{ м}^3/\text{год}$$

де $\Sigma Q_{\text{обл}}$ – сумарна кількість повітря, яке необхідно відібрати від норії і скальператора;

Q_n – підсоси повітря у розмірі 5% від $\Sigma Q_{обл}$.

$$Q_n = 0,05 \cdot Q_{скал} = 0,05 \cdot 2160 = 108 \text{ м}^3/\text{Год.}$$

$$Q_{\phi} = 2160 + 108 = 2268 \text{ м}^3/\text{Год} = 0,63 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Вибираємо фільтр-циклон ZEO-FC-2000. Площа фільтруючої поверхні рукавів $F_{\phi.p} = 10,5 \text{ м}^2$.

Втрати тиску у фільтрі визначаємо за напруженістю тканини фільтра

$$q = \frac{Q_{\phi}}{F_{\phi.p}} = \frac{0,63}{10,5} = 0,06 \text{ м}^3/\text{с} \cdot \text{м}^2.$$

За графіком $H_{\phi} = f(q)$ ([22], рис. 4) визначаємо опір фільтра $H_{\phi} = 925 \text{ Па}$.

Для розрахунку опору мережі складаємо площинну схему (рис. 5.2).

$$H_{мер} = H_m + H_{нов} + H_{\phi} + H_{уд}, \text{ Па.}$$

де H_m – гідравлічний опір найбільш віддаленої машини за магістральним напрямком $H_m = H_c = 50 \text{ Па}$;

$H_{нов}$ – опір матеріалопроводу за магістральним напрямком, Па;

H_{ϕ} – опір фільтра;

$H_{уд}$ – втрати тиску на удар, або вихід повітря в атмосферу, Па.

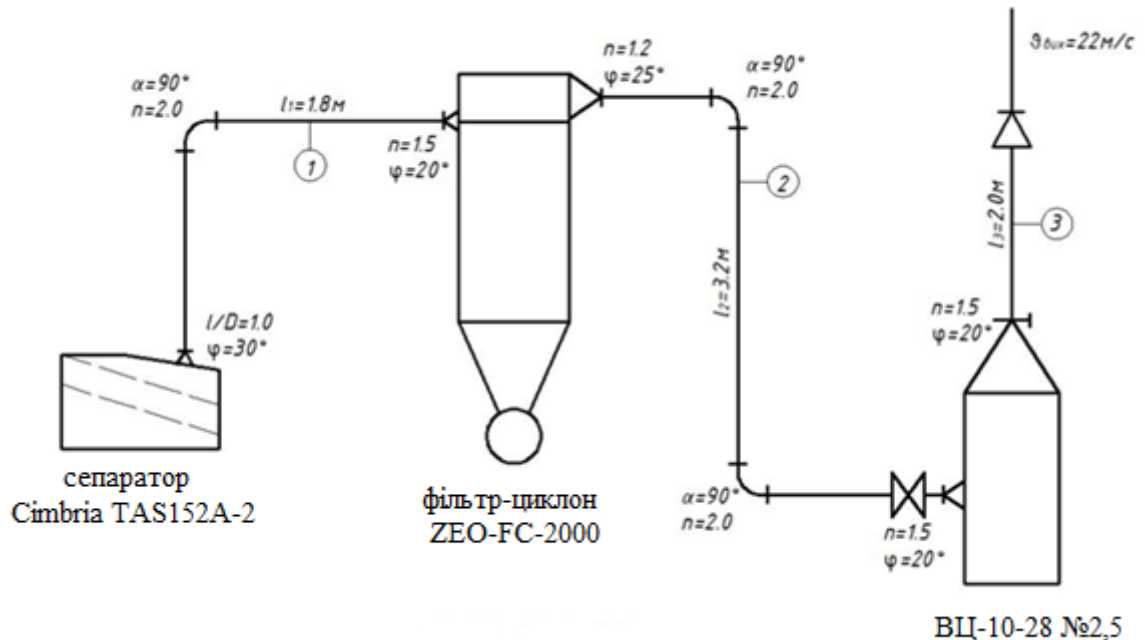


Рисунок 5.2 – Площинна схема

Розраховуємо опір повітропроводу за виразом

$$H_{нов} = \left(\lambda \frac{l}{D} + \sum \xi \right) \frac{\rho v^2}{2}, \text{ Па,}$$

де λ – коефіцієнт опору по довжині повітропроводу;

l – довжина прямолінійних ділянок повітропроводів, м ($l=22$ м);

D – діаметр повітропроводу, м;

ξ – коефіцієнт місцевого опору;

v – середня швидкість повітря в перерізі повітропроводу, м/с.

За номограмою Панченко (с.252, [23]) знаходимо за витратами повітря і рекомендованою швидкістю його – (13...14 м/с) – λ/D , D , v , $H_{дин}$.

$$\lambda/D=0,067; D=240\text{мм}; v=13,6\text{м/с}; H_{дин}=112 \text{ Па.}$$

Величину кожного місцевого опору в мережі за магістральним напрямком приймаємо $\xi=0,2$.

Так, як у нас за магістраллю 12 місцевих опорів, то

$$\Sigma\xi=12\cdot 0,2=2,4,$$

Тому $H_{нов} = (0,067 \cdot 22 + 2,4) \cdot 112 = 434 \text{ Па.}$

Розраховуємо витрати тиску на удар.

При факельному викиді

$$H_{уд} = \frac{\rho v_{вих}^2}{2}, \text{ Па,}$$

де $v_{вих}$ – швидкість повітря на виході з конфузора, приймаємо $v=20...22$ м/с;

ρ – густина повітря, яка для стандартного стану повітря складає $1,2 \text{ кг/м}^3$.

$$H_{уд} = \frac{1,2 \cdot 22^2}{2} = 290 \text{ Па.}$$

$$H_{мер} = 50 + 925 + 434 + 290 = 1699 \text{ Па.}$$

Тиск, який повинен утворити вентилятор збільшуємо на 10% і визначаємо за виразом

$$H_в = 1,1 \cdot H_{мер} = 1,1 \cdot 1699 = 1869 \text{ Па.}$$

Витрати повітря, яке буде переміщувати вентилятор

$$Q_в = Q_ф.$$

За аеродинамічними характеристиками $H_в=f(Q_в)$ вибираємо вентилятор виробництва ВЦ-10-28 №2,5. Число обертів вала $n = 1350$ об/хв, ККД – $\eta=0,59$. Визначаємо необхідну потужність за точкою перетину характеристик вентилятора і мережі, а необхідну потужність на валу вентилятора за формулою

$$N_{\text{вент}} = \frac{Q_e \cdot H_e}{1000 \cdot 3600 \cdot \eta_e \cdot \eta_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{п}}}, \text{ кВт},$$

де η_e – ККД вентилятора (0,59);

$\eta_{\text{пер}}$ – ККД передачі (0,98);

$\eta_{\text{п}}$ – ККД, що враховує опір у підшипниках (0,98).

$$N_{\text{вент}} = \frac{2268 \cdot 1869}{1000 \cdot 3600 \cdot 0,59 \cdot 0,98 \cdot 0,98} = 2,07 \text{ кВт}$$

Фактичну потужність електродвигуна N_y визначаємо за виразом:

$$N_y = K_z \cdot N_{\text{вент}}, \text{ кВт},$$

де враховують коефіцієнт запасу потужності електродвигуна K_z . Для електродвигунів потужністю більш 5 кВт $K_z=1,1$.

$$N_y = 1,1 \cdot 2,07 = 2,22 \text{ кВт}.$$

Вибираємо електродвигун марки 4А80В2 - потужністю $N=2,2$ кВт з числом обертів $n=2930$ об/хв, масою – 62 кг за комплектацією заводу-виробника.

Розділ 6 СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ РОБОТОЮ МІНІ-ЕЛЕВАТОРА

Характеристика автоматизованої системи управління (АСУ) технологічними процесами

Автоматизована система управління (АСУ) технологічними процесами дозволяє вирішувати завдання контролю, управління та забезпечення надійності, ефективності і безпеки роботи. Контроль технологічних процесів здійснюється виробничим персоналом і лабораторією. Для управління технологічним процесом застосовується комп'ютерна система і установлені на місцях засоби управління. Комп'ютерна система приєднується до системи програмувальних логічних контролерів за допомогою локальної комп'ютерної мережі. Дистанційне автоматизоване управління електродвигунами здійснюється з персонального комп'ютера (ПК), встановленого в приміщенні диспетчерської (пульту управління), і передбачає управління поточно-транспортною системою міні-елеватора, контроль і сигналізацію роботи устаткування й заповнення ємностей, а також дає можливість програмним шляхом розширити інформованість диспетчера про завантаження обладнання підприємства. Контроль технологічного процесу здійснюється шляхом включення-вимикання відповідних електродвигунів. Управління технологічним процесом здійснюється в автоматичному режимі з пульта. Комп'ютерний пульт управління складається з автоматизованого робочого місця (АРМ) оператора-технолога, щита сигналізації з мнемосхемою технологічного процесу і сервера, до якого підключаються локальні контролери [24].

Система ДАУ має два режими роботи:

– основний – централізоване дистанційне автоматизоване управління механізмами;

налагоджувальний – управління електроприводами без збереження блокування з пульта дистанційного управління.

Передбачено місцеве управління електроприводами після установки перемикача режиму роботи в режим «місцевий». Перед включенням обраних маршрутів з пульта дистанційного управління включається попереджувальна звукова сигналізація.

| | | | | | | | | |
|--------------|-----|------------------|--------|------|--|------------------|------|---------|
| | | | | | КРБ.ТЗіК.1.479-03.І.1.3 | | | |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розробив | | Голубкова А.С. | | | РОЗДІЛ 6 СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ РОБОТОЮ МІНІ-ЕЛЕВАТОРА | Лит. | Арк. | Аркушів |
| Консультант | | Кац А.К. | | | | | 71 | |
| Керівник | | Кац А.К. | | | | ОНТУ гр. ТЗХ-416 | | |
| Н. Контр. | | | | | | | | |
| Зав. кафедри | | Макаринська А.В. | | | | | | |

Також автоматична сигналізація дає звуковий сигнал для залучення уваги оператора у випадку збою й несправності в системі. Тобто при аварійному автоматичному відключенні механізмів, при спрацьовуванні датчиків верхнього рівня, що сигналізують про заповнення силосів, спрацьовує переривчаста звукова сигналізація. Щит (табло) світлової сигналізації, а також аварійна сигналізація для показання відхилень у значеннях технологічних параметрів, дозволяє стежити за станом і виробничим процесом.

Система автоматизованого управління дозволяє вводити умовні позначки видів зернових культур по силосам, вузлам подачі продукту й вузлам приймання продукту. При розбіжності культур на кожній з ділянок відбувається заборона на переміщення продукту й повідомлення операторові пульта управління про порушення технологічного процесу. Усі критичні параметри процесу записуються для відстеження ходу технологічного процесу. Конструкція й розміщення механізмів управління повинні виключати можливість мимовільного включення і вимикання устаткування. Пускові апарати виробничого устаткування повинні забезпечувати швидкість і плавність його включення і вимикання.

Алгоритми автоматизованого управління маршрутами

Економічна ефективність системи дистанційного управління складається з наступних компонентів:

– підвищення продуктивності обладнання й скорочення витрат електроенергії за рахунок впровадження сучасних мікропроцесорних засобів контролю і управління та оптимізації вибору маршрутів;

скорочення витрат на поточний ремонт обладнання за рахунок запобігання аварійних ситуацій, підвищення ритмічності роботи, скорочення часу на пошук несправностей в електричних мережах і блоках електроніки завдяки виконанню системної функції діагностики.

При дистанційному управлінні машинами і механізмами міні-елеватора з'являється необхідність оснащення підприємства спеціальними пристроями, що дозволяють здійснювати дистанційний вплив на механізми, установлені за місцем, які й забезпечують одержання оператором необхідної інформації про хід технологічного процесу, стан механізмів. Ці пристрої, необхідні при будь-якій системі управління, є обов'язковими елементами ДАУ [24].

Таким чином, у цей час виконання системи автоматизації передбачається на базі мікропроцесорних контролерів. Система автоматизації включає: виконавчі

механізми (пускачі, проміжні реле) датчиків (рівня вантажу, обриву ланцюга та ін.); кабельних трас; мікропроцесорного контролера (одного або декількох) і персонального комп'ютера. Датчики формують і передають сигнали стану устаткування. Мікропроцесорний контролер – реалізує моделі маршруту через виконавчі механізми. Персональний комп'ютер забезпечує підтримку моделі АСУ, завдання маршруту, індикацію стану устаткування.

До обов'язкових елементів відносяться: датчики рівня зерна в ємності; датчики підпору зерна; приводи засувок, шиберів і перекидних клапанів (виконавчі механізми); приводи поворотних труб; елементи контролю положення поворотних труб; приводи самохідних скидальних візків; елементи контролю положення самохідних скидальних візків; реле швидкості транспортерів і норій; трансформатори струму і амперметри для контролю навантаження норій; попереджувальні звукові сигнали.

Ємності оснащуються датчиками рівня зерна і датчиками підпору. Кількість датчиків рівня, установлених у ємностях визначається необхідністю мати інформацію про наявність зерна і здійснення захисних блокувань, що виключають можливість переповнення силосів і оперативних бункерів. В оперативних ємностях звичайно встановлюють по три датчики рівня. Верхній, сигналізуючий про заповнення ємності, встановлюється таким чином, щоб при його спрацьовуванні й закритті засувки в ємність могло поміститися зерно, що перебуває на транспортних машинах. Середній датчик розміщується трохи нижче верхнього. Його функція – попередження оператора про майбутнє заповнення ємності. Датчик встановлюється з таким розрахунком, щоб його сигнал надходив до оператора за 3-5 хвилин до спрацьовування верхнього датчика при номінальному навантаженні транспортних машин. Нижній датчик розміщується в нижній частині ємності й сигналізує про її спорожнювання. Для контролю заповнення силосів у них встановлюється по одному датчику рівня з таким розрахунком, щоб забезпечити розміщення в силосі зерна, що перебуває на транспортних машинах у момент спрацьовування датчика і закриття живильної засувки. Іноді встановлюють додатковий датчик рівня зерна приблизно по середині силоса [13].

Також в силосах встановлюють датчики контролю температури зерна, що в них зберігається. Температурні датчики розташовані через рівну відстань один від одного на термопідвісках, які рівномірно розподілені по всьому об'єму місткості. Кількість термопідвісок, а слід за ними і термодатчиків залежить від параметрів

силоса – його висоти, площі поперекового перетину, діаметру. Всі термпідвіски підключені до щита контролю температури. У теперішній час металеві силоси постачаються заводом-виробником у комплекті з термпідвісками і датчиками рівня. Конвеєр стрічковий оснащується приводом, що складається із двигуна і редуктора або кліноремінної передачі. Конвеєри обладнані реле швидкості та датчиками збігу стрічки, а трансформатори струму і амперметри дозволяють контролювати навантаження, яке подається на транспортер. Конвеєр скребковий ланцюговий оснащується приводом, що складається із двигуна і редуктора. Конвеєри обладнають датчиками обриву ланцюга і підпору, які спрацьовують в аварійній ситуації (при спрацьовуванні вимикається двигун конвеєра). Норія також оснащується приводом, основними елементами якого є двигун та редуктор. Норії обладнують реле швидкості та датчиками натягу стрічки, а в башмаках норій, щоб не допустити їх переповнення, встановлюють датчики підпору. Також встановлюють трансформатори струму і амперметри для контролю навантаження норій.

У схемі даного маршруту (рис. 6.1) застосовані наступні засоби автоматизації: встановлено по три датчики рівня зерна – у відпускному (1а, 2а, 3а) бункері; у башмаку норії, для попередження його переповнення, також є датчик рівня зерна 4а (котрий ще називають датчиком підпору); конвеєри і норія мають приводні пристрої з двигунами – 5а, 6а, 7а, 8а а також реле контролю швидкості (руху) – 9а, 10а, 11а, 12а відповідно.

Під відпускним пристроєм є пневмозасувки з виконавчими механізмами і датчиками положення (за допомогою яких встановлюють положення засувки «відкрито» або «закрито») – 13а. Також є перекидний клапан з виконавчим механізмом і датчиком положення – 14а (так як і у засувок). На головці норії встановлений амперметр для вимірювання сили току (тобто рівня навантаження на норію) – 15а.

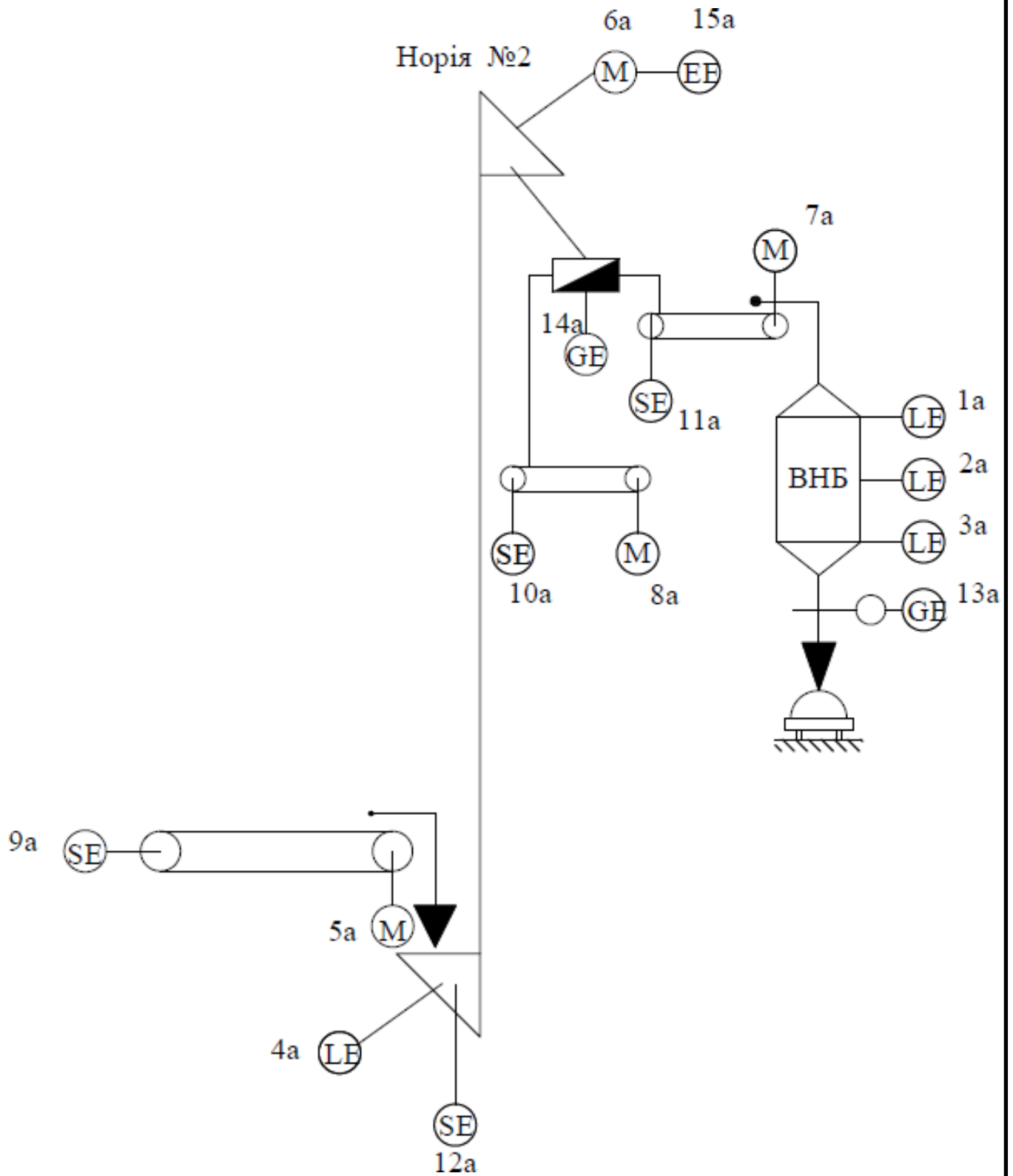


Рисунок 6.1 – Скелетна схема маршруту руху зерна при відпуску його на автотранспорт

Умовні позначення:

| | |
|----|---|
| LE | – первинний вимірювальний перетворювач для виміру рівня, установлений на місці, а саме – датчик рівня зерна та датчик підпопу; |
| SE | – первинний вимірювальний перетворювач (чутливий елемент) для виміру швидкості, установлений на місці, а саме – датчик реле контролю швидкості; |
| M | – електродвигун; виконавчий механізм; |
| EE | – первинний вимірювальний перетворювач (чутливий елемент) для виміру сили току, встановлений по місцю (датчик току); |
| GE | – пневмозасувки. |

Розділ 7 ХАРАКТЕРИСТИКА БУДІВЕЛЬНИХ СПОРУД

7.1 Опис генплану

Генеральний план підприємства – це ув'язка в плані всіх основних, допоміжних і підсобних будівель і споруд, під'їзних шляхів, ліній енерго- та водопостачання (надземних і підземних).

Всі об'єкти підприємства повинні мати розриви між будівлями, зручний і швидкий під'їзд пожежних автомобілів до всіх споруд підприємства – такими є вимоги пожежної безпеки.

На території підприємства встановлено закольцований пожежний водопровід з невичерпним джерелом водопостачання.

До основних виробничих об'єктів відносяться: робоча башта, приймально-відпускні пристрої, силоси для зерна, зерносушарка, будівля основної і візирочної лабораторії, приміщення для автомобільних ваг, адміністративна будівля.

Трансформаторні підстанції, підземні резервуари для води, слюсарно-механічні майстерні, гаражі для автомобільного транспорту, прохідна, пожежне депо відносяться до підсобно-виробничих споруд.

Територія підприємства покрита асфальтом. Є зелена зона дерева, газони і чагарники. Специфікація існуючих будівель і споруд представлена в табл. 7.1.

Загальна площа підприємства складає 12000 м^2 .

Економічність використання території показує коефіцієнт забудови K_3 [15]:

$$K_3 = \frac{\sum f_i}{F_0} * 100, \% \quad (7.1)$$

де $\sum f_i$ – площа, зайнята всіма будівлями і спорудами, м^2 ;

F_0 – загальна площа території, м^2 .

$$K_3 = \frac{7200}{12000} * 100 = 60 \%$$

Для зернопереробних підприємств допускається мінімальна щільність забудови 42-44 %.

| | | | | | | | | |
|--------------|-----|------------------|--------|------|---|------------------|------|---------|
| | | | | | КРБ.ТЗіК.1.479-03.І.1.3 | | | |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розробив | | Голубкова А.С. | | | РОЗДІЛ 7 ХАРАКТЕРИСТИКА БУДІВЕЛЬНИХ СПОРУД | Лит. | Арк. | Аркушів |
| Консультант | | Кац А.К. | | | | | 77 | |
| Керівник | | Кац А.К. | | | | ОНТУ гр. ТЗХ-416 | | |
| Н. Контр. | | | | | | | | |
| Зав. кафедри | | Макаринська А.В. | | | | | | |

Таблиця 7.1 – Специфікація існуючих будівель і споруд

| № п/п | Найменування будівель і споруд | К-ть | Місткість | Примітка |
|-------|--------------------------------|------|-----------|----------|
| 1 | Контрольно-пропускний пункт | 1 | | |
| 2 | Лабораторія | 1 | | |
| 3 | Вагова | 1 | | |
| 4 | Автомобільні ваги | 2 | | |
| 5 | Адміністративна будівля | 1 | | |
| 6 | Побутове приміщення | 1 | | |
| 7 | Пожежне депо | 1 | | |
| 8 | Трансформаторна підстанція | 1 | | |
| 9 | Котельня | 1 | | |
| 10 | Пожежне водоймище | 1 | | |
| 11 | Склад зберігання ПММ | 1 | | |
| 12 | Компресорна | 1 | | |
| 13 | Прийом з автотранспорту | 1 | | |
| 14 | Робоча башта елеватора | 1 | | |
| 15 | Досушільний бункер | 1 | 200 | |
| 16 | Зерносушарка | 1 | | |
| 17 | Післясушільний бункер | 1 | 200 | |
| 18 | Силоси металеві (5 шт.) | 5 | 3240 | |
| 19 | Відпуск на автотранспорт | 1 | | |

Визначаємо коефіцієнт озеленення K_H

$$K_H = \frac{F_H}{F_0} * 100, \% \quad (7.2)$$

де F_H – площа організованих насаджень, м².

$$K_H = \frac{600}{12000} * 100 = 5,0 \%$$

Коефіцієнт озеленення території має бути не менше 15%, а при підвищеній забудові території (більше 50%) – не менше 10 %.

Коефіцієнт мощення K_M

$$K_M = \frac{F_M}{F_0} * 100, \% \quad (7.3)$$

де F_m – сумарна площа мощення, m^2 .

$$K_m = \frac{3600}{12000} * 100 = 30 \%$$

Генеральний план у масштабі М1:400 представлений на листі № 6.

7.2 Характеристика нових будівель та споруд з будівельної точки зору

Розробляючи об'ємно-планувальні рішення проєктованого міні-елеватора, ми їх обумовлювали з призначенням споруди, габаритами обладнання, технологічними вимогами та вимогами з охорони праці.

Приймальний пристрій з автомобільного транспорту являє собою прямокутну естакаду, її розміри на плані обумовлені шириною авто та складають 30,8 м в довжину та 4 м в ширину, естакада побудована з залізобетонних конструкцій, металевих конструкцій на яких натягнутий резиновий брезент, під естакадою розміщено завальну яму в якій встановлено приймальний бункер ємністю 40 т, що відповідає максимально можливій ємності автомобіля, бункер виконано з металевих листів, під ним встановлено стрічковий конвеєр продуктивністю 100 т/год. З двох сторін естакади розміщено пандуси прямокутної форми для зручного заїзду та виїзду автомобіля.

Каркас робочої башти являє собою конструкцію з металевих профільних листів, трубчастих і прокатних профілів, що з'єднано між собою шляхом зварювання. Фундамент заглиблено нижче нульової позначки на 2,8 м для зручного обслуговування приймального конвеєра, виконано фундамент з залізобетону.

Розмір в плані обумовлені пожежними нормами, правилами з охорони праці та розміром диктую чого поверху на якому встановлено сепаратор, ширина робочої башти 9,2 м, а довжина 12 м, висота – 16,31 м. Вікна в робочій башті виконано з металопластику та розміщено на першому, другому та третьому поверсі по два вікна на кожному, що забезпечує прийнятний рівень природного освітлення в робочій зоні башти.

Вище третього поверху до висоти поверху головок норій стіни робочої башти виконані з залізної арматури, яка забезпечує безпечне обслуговування норіях труб в разі необхідності, прийнято рішення не обшивати робочу башту до поверху головок норій, за відсутності на четвертому поверху обладнання. В робочій башті є металева драбина, що зв'язує між собою всі поверхи.

На голівках норій встановлено громовідводи.

Галерея виконана у вигляді двох горизонтальних ферм, які опираються на норійну вежу з одного боку та на просторову опору з іншого, по краю галереї передбачено ходовий місток, прольоти галереї складають 3,5 м. Покриття технологічних площадок виконане з рифленого металевго листа, з'єднання елементів конструкції зварне, підсосна галерея заглиблена.

П'ять металевих силосів висотою 26,35 м кожен встановлено в ряд на коловоному монолітному залізобетонному фундаменті. Силос являє собою ємність циліндричної форми з металевм конусовидним дахом та пласким бетонним днищем. В кожному силосі є сходи, люки, вони дають змогу обслуговувати, очищувати та ремонтувати конструкції та устаткування.

Дах силосу є конусною конструкцією, що зібрана з ребер жорсткості трапецевдних секторів з оцинкованої сталі на болтових з'єднаннях. Вгорі дах має пристрій для завантаження зерна, сходи обслуговування, прилади для контролю температури зерна. Конструкція даху виключає попадання атмосферних опадів в силос. На корпусі силосу встановлено термopідвіски, стіни силосу укріплено ребрами жорсткості.

На території підприємства передбачені пожежні гідранти та вогнегасники в кожному приміщенні, тип та кількість вогнегасників обрано згідно правил з охорони праці.

Розділ 8 ОХОРОНА ПРАЦІ

8.1 Ідентифікація небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які мають найбільший вплив на працюючих підприємств зернопереробної галузі

Характеристика та нормовані значення НШВФ

Для підприємств зернопереробної промисловості характерні такі небезпечні шкідливі фактори як підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони, нормоване значення $4,0 \text{ мг/м}^3$ зернового пилу, він утворюється на поверсі сепараторів, у силосах, підвищена або знижена температура поверхонь устаткування, нормоване значення для холодного періоду року – $17-19^\circ\text{C}$, а в теплий – $20-22^\circ\text{C}$, допустиме відхилення не більше 2°C від норми [25, 26, 27].

Одним з найнебезпечніших шкідливих факторів є підвищений рівень шуму, його утворює обладнання, зокрема сепаратор, для запобігання пошкодження слухового апарату та інших захворювань, на особливо гучне обладнання надягають захисні кожухи, вони можуть бути металеві, або з резинового матеріалу, також підкладають під обладнання резинові підкладки, рівень шуму не повинен перевищувати 80 ДБа, обладнання утворює також небезпечну для ЦНС вібрацію, нормоване значення вібрації, наприклад для норії, $1,3 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}$ [28, 29].

Завищена або занижена вологість повітря 40-60%, в теплий період допустима вологість повітря – 70%, а холодний 75%, цей шкідливий фактор вникає у металевих силосах, в складських приміщеннях. Відсутність або недолік природного світла являє собою небезпеку для людини та її здоров'я, необхідне достатнє забезпечення приміщень вікнами. При недостатній освітленості робочої зони, можливе погіршення продуктивності праці та зору, для зорової роботи розряду 8а КПО 0,7-1%, а оптимальне освітлення пр. лампах розжарювання 20-50 лк. Електродвигуни та робоче обладнання несуть у собі небезпеку, тому підвищене значення напруги в електричному ланцюзі нормується згідно ДАНОП 0.00-1.32.01 та становить 380-1000 В [30, 31].

Рухливість повітря занижена або підвищена призводить до гострих респіраторних захворювань та зниженню продуктивності праці, для роботи середньої важкості 2б та важкої 3, в холодний період нормована рухливість повітря складає

| | | | | | | | | |
|--------------|-----|------------------|--------|------|-------------------------|------------------|------|---------|
| | | | | | КРБ.ТЗіК.1.479-03.І.1.3 | | | |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розробив | | Голубкова А.С. | | | РОЗДІЛ 8 ОХОРОНА ПРАЦІ | Лит. | Арк. | Аркушів |
| Консультант | | Кац А.К. | | | | | 81 | |
| Керівник | | Кац А.К. | | | | ОНТУ гр. ТЗХ-416 | | |
| Н. Контр. | | | | | | | | |
| Зав. кафедри | | Макаринська А.В. | | | | | | |

0,2-0,3 м/с, а в теплий – 0,3-0,4 м/с [30, 31].

8.2 Виділення та нормування чинників, які впливають на комфортні та безпечні умови праці

Визначення і нормування показників мікроклімату робочої зони

Таблиця 8.1 - Нормування показників мікроклімату робочої зони

| № | Найменування виробничого приміщення | Період року | Категорія роботи, що виконується | Температура, °С | Відносна вологість, % | Швидкість руху повітря, м/с |
|-----------|-------------------------------------|----------------------|----------------------------------|-----------------|-----------------------|-----------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 №з/п | Перший поверх РБО (сепараторна) | Холодний період року | Середньої важкості 2а | 23-24 | 75 | Не більше 0,3 |
| | | Теплий період року | Середньої важкості 2а | 27-29 | 65-при 24°С | 0,4 – 0,2 |

Зерновий пил, не залежно від вмісту двоокису кремнію, як і інші шкідливі речовини, нормується за вмістом у повітрі робочої зони. Величина ГДК для нього не більше 4 мг/м³ [30].

8.3 Виявлення джерел виробничого шуму і вібрації та їх нормування

Основним джерелом виробничого шуму і вібрації на підприємствах по зберіганню і переробці зерна є основне та допоміжне технологічне обладнання.

Таблиця 8.2 – Фактичні та нормовані значення виявлених джерел шуму та вібрації

| № з/п | Найменування одиниці технологічного обладнання | Фактичне значення шуму, дБА | Нормативне значення шуму, дБА | Фактичне значення вібрації (локальна/загальна), дБ | Нормативне значення вібрації (локальна/загальна), дБ |
|-------|--|---------------------------------|-------------------------------|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Сепаратор TAS LAAB Q 100 т/год | Не перевищує нормованих значень | Не більше 80 | Не перевищує нормованих значень | 0,2*10 ⁻² |

8.4 Загальні вимоги безпеки при реалізації технології

Вимоги безпеки щодо розташування та компонування виробничого обладнання

Розташування та компонування основного і допоміжного технологічного обладнання повинно відповідати наступним вимогам:

- поперекові і повздовжні проходи, що пов'язані з евакуаційними виходами на сходову клітину, або у суміжні помешкання, а також проходи між групами машин і станків повинні мати мінімальну ширину 1,0 м, між окремими станками і машинами – ширина не менше 0,8 м;

- не можна встановлювати групами розсійники, сепаратори, оббивальні і мийні машини, а також інше обладнання, якщо до нього потрібні підходи для обслуговування з усіх сторін;

- проходи між двома сепараторами та будівлями для сепараторів з боковою виїмкою сита повинні бути зі сторони валу приводу – шириною не менше ніж 1,0 м, з бокових сторін – не менше ніж 1,2 м; для сепараторів з круговим обертанням решета зі сторони валу приводу – шириною не менше ніж 1,4 м, з бокових сторін – не менше ніж 1,0 м. Для всіх сепараторів прохід зі сторони випуску зерна шириною не менше ніж 0,7 м;

- проходи для обслуговування башмака норії повинні бути з трьох сторін шириною не менше 0,7 м;

- проходи для безпечного монтажу, обслуговування та ремонту конвеєра передбачаються з обох сторін шириною не менше 0,75 м — для стрічкових і цепних конвейерів. Якщо конвеєри встановлені паралельно, але закриті вздовж всієї траси ґратчастими коробами або сітчастою огорожею – ширина прохода повинна складати не менше 0,7 м;

- якщо на конвеєрах використовують розвантажувальні візки, то ширина проходу збільшується з урахуванням розмірів візка;

- висота проходу для конвеєрів у виробничих приміщеннях без наявності робочих місць повинна складати не менше ніж 2,0 м, а якщо вони встановлені на естакадах, у галереях або тунелях – не менше 1,9 м. За умов такого розміщення стеля не повинна мати гострих виступаючих частин;

- якщо конвеєри не мають розвантажувальних візочків і їх довжина складає більше 20 м, а висота не більше 1,2 м від рівня підлоги до низу виступаючих звер-

ху частин конвеєра, то вони оснащуються містками з поручнями висотою не менше 1,0 м для проходу людей. Відстань між містками складає не менше 50 м у виробничих приміщеннях та не менше 100 м у галереях і на естакадах. Настил містків повинен мати відстань не менше 0,6 м до найбільш виступаючих частин транспортуючого вантажу (мішок та ін.) та 2,0 м до низу виступаючих будівельних конструкцій (комунікаційних систем). Для переходу через стрічкові конвеєри з розвантажувальними візочками слід використовувати місток розвантажувального візочка шириною не менше 0,7 м;

- для обслуговування привідних та натяжних станцій ціпкових конвеєрів, що розташовані на висоті більше 1,8 м від полу та щіток, що обертаються у скидуючих коробках конвеєрів, розташованих на висоті більше 2,0 м, передбачають стаціонарні площадки з перилами для обслуговування. Для підйому на площадки встановлюються стаціонарні драбини шириною не менше 0,7 м;

- якщо норії встановлені назовні будівлі, то вони обладнуються (у голівки) площадками з перилами висотою не менше 1,0 м зі спеціальними драбинами з поручнями висотою підйому не більше 6,0 м та уклоном маршів 60°;

- обладнання, яке не має рухомих частин: трубопровід, матеріалопровід може розміщуватися (своїми сторонами, які не потребують обслуговування) біля стін і колон з розривом від них не менше 0,25 м;

- ширина проїздів встановлюється в залежності від виду транспорту, який використовується, з урахуванням радіуса його повороту [25].

8.5 Електробезпека при реалізації технології

Категорія приміщень за чинниками виробничого середовища та з безпеки ураження електричним струмом для кожного приміщення окрема, наприклад, для робочої будівлі це категорія П-2, приміщення сухе, відносна вологість не більше 60%, сильно запилене, але пил не струмопровідний.

Електробезпека при реалізації технології забезпечується за допомогою застосування наступних заходів:

- застосуванням знижених напруг;
- захисним автоматичним вимиканням живлення (аварійні вимикачі, пристрої захисного відключення);
- захисним заземленням або зануленням конструкцій, що можуть виявитися під напругою;

- недоступністю струмоведучих частин (пакетні аварійні вимикачі; розміщення дротів на висоті, недосяжній для ненавмисного доторкання до них різного роду пристосуваннями; прокладання дротів по підлозі у металевих рукавах чи у просторі над підвісною стелею або заховання проводки у стінах);
- ізоляцією струмопровідних частин (подвійна ізоляція дротів);
- застосуванням написів, плакатів, засобів індивідуального захисту (діелектричних килимків, рукавиць, взуття тощо).

Не заземлюються неструмопровідні частини електроустановок, розміщених на заземлених металокопструкціях, за умови надійного контакту між ними, за винятком електроустановок, що експлуатуються у вибухонебезпечних зонах.

Підлягає заземленню:

- металокопструкції виробничого обладнання, на якому є споживачі електроенергії.
- каркаси розподільчих щитів, шаф, щитів управління, а також їх знімні частини і частини, що відкриваються, якщо на них встановлено електрообладнання напругою більше 42 В змінного і більше 110 В постійного струму;
- металеві копструкції розподільчих пристроїв, металеві кабельні коробки й інші кабельні копструкції, металеві кабельні муфти, металеві гнучкі рукави і труби електропроводки, електричні світильники;
- неструмопровідні частини електричних машин, апаратів, трансформаторів;

Опір заземлення перевіряється один раз на 3-6 місяців і повинен бути не більше 3 % [32].

8.6 Пожежовибухонебезпека технологічного обладнання і процесів

Визначення категорії приміщень з пожежовибухонебезпеки та класу можливих пожеж. Категорія приміщень з пожежовибухонебезпеки визначається за допомогою спеціальних нормативних документів з охорони праці, наприклад, для металевих силосів та приймально-очисної башти В, клас пожежі А(Е), а клас зони з пожежовибухонебезпеки 2-2 [33].

На підприємстві застосовують колективні і індивідуальні засоби пожежогашіння.

Засоби пожежогашіння, що знаходяться в складі для зерна:

- пожежні сповіщувачі: автоматичні – теплові, димові;
- вогнегасники обрано виходячи з визначеного класу можливих пожеж і ка-

тегорії приміщень з пожежовибухонебезпеки : переносний вогнегасник із зарядом вогнегасної речовини (розпилена вода, всі види пін, склади на основі галогеналкидів, порошки) 3 штуки;

- системи пожежогасіння: зовнішня - від пожежних гідрантів, встановлених на зовнішній мережі протипожежного водопостачання;

- пожежний щит (вогнегасник, лопата, ведро, пісок, багор, лом, сокира).

Вибір цих засобів пожежогасіння обґрунтований визначенням категорії приміщення з пожежовибухонебезпеки і класом можливих пожеж, тому їх доцільно використовувати.

Башта відноситься до класу пожеж А, (Е) тому згідно ГОСТ 27331-87 і НАПБ Б.03.001-2004, за площею приміщення обираємо 3 порошкових вогнегасника переносних із зарядом вогнегасної речовини на 8 кг.

8.7 Шляхи евакуації

Плани евакуації розміщені біля виходу на кожному поверсі робочої башти.

Всі шляхи забезпечені освітленням, не захаращені, придатні для вільного пересування людини. Ширина шляхів евакуації 1 м, висота - 2 м.

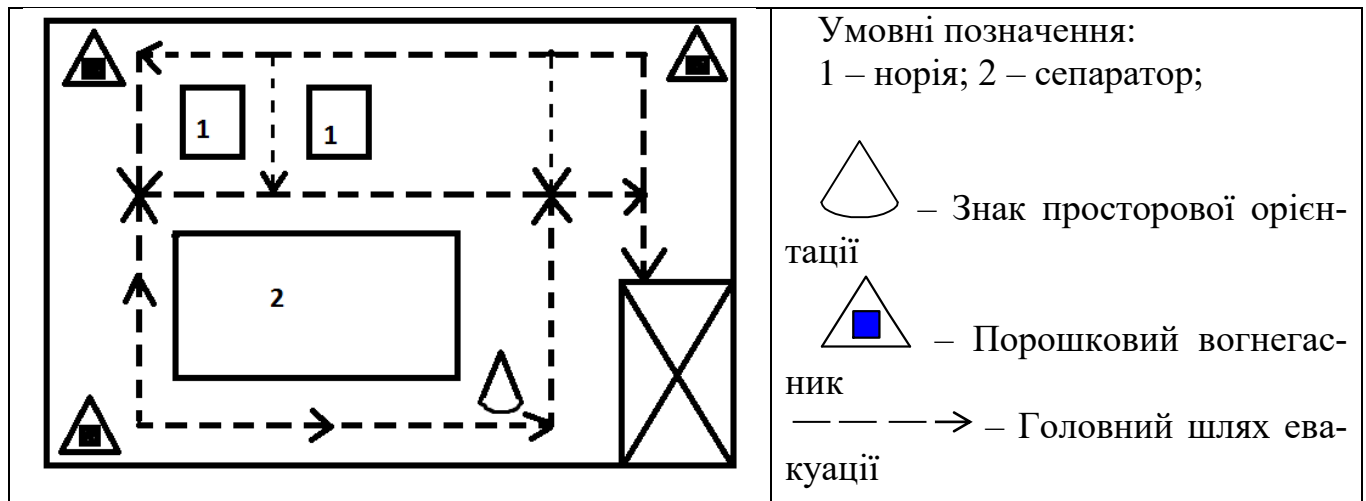


Рисунок 8.1 – План евакуації сепараторного поверху робочої будівлі

Розділ 9 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

Гречка — рослина роду *Fagopyrum* родини гречкові (*Polygonaceae*). Гречка може вирости до одного метра на бідних ґрунтах і при короткому літі. Має дуже поживні темні трикутні зерна, які люди вживають для харчування, а також використовують у тваринних кормах. З гречки виготовляють дієтичне гречане борошно або варять гречану кашу. Батьківщина гречки – Північна Індія і Непал. Дикорослі форми даної культури росли на західних відрогах Гімалаїв. Її введення в харчову культуру відбулося понад 5 тис. років тому [37, 38].

Гречка належить до найважливіших круп'яних культур – крупа з неї має високі споживчі, смакові та дієтичні якості.

У зерні гречки міститься від 10 до 15 % (у середньому 13,1 %) білка, 67,8 % вуглеводів, 3,1 % олії, 2,8 % золи, 13,1 % клітковини. У складі білка гречки переважають легкорозчинні глобуліни та глютеніни, тому він краще засвоюється і поживніший за білок злакових культур (наближається за якістю до білків зернобобових культур). Містить багато незамінних амінокислот: аргінін (12,7 %), лізин (7,9 %), цистин (1 %), гістидин (0,59 %) та ін. У золі гречки багато фосфорної кислоти (48,7 %), оксиду калію (23,1 %) та оксиду магнію (12,4 %). За вмістом заліза (1,7 %) вона переважає інші круп'яні культури, а також багата на мідь [37].

У зерні гречки містяться органічні кислоти (лимонна, яблучна, малеїнова, щавлева), які сприяють кращому засвоєнню не тільки гречаної каші, а й інших страв, які вживаються після неї. До складу зерна гречки входять такі цінні вітаміни, як В1, В2, В6, Р (рутин), необхідні для нормальної фізіологічної діяльності людського організму [37, 39].

Зерна гречки містять велику кількість корисних речовин. Всі макроелементи містяться в легкозасвоюваній формі, деякі з них рідкісні, тому крупу обов'язково включають в раціон не менше трьох разів у тиждень.

Гречка характеризується збалансованим хімічним складом, високою харчовою і енергетичною цінністю. Хімічний склад гречки включає 18 незамінних амінокислот, кальцій, фосфор, калій, мідь, залізо, молібден, кобальт, бор, фтор, цинк,

| | | | | | | | |
|-----------------------------------|------------------|----------|--------|------|-------------------------|------|---------|
| | | | | | КРБ.ТЗіК.1.479-03.І.1.3 | | |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | | |
| Розробив | Голубкова А.С. | | | | Лит. | Арк. | Аркушів |
| Консультант | Кац А.К. | | | | | 87 | |
| Керівник | Кац А.К. | | | | ОНТУ гр. ТЗХ-416 | | |
| Н. Контр. | | | | | | | |
| Зав. кафедри | Макаринська А.В. | | | | | | |
| РОЗДІЛ 9 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА | | | | | | | |

йод, а також вітаміни групи В і РР. Корисними властивостями володіють не тільки плоди, але і квіти, пагони і листя [40].

Гречка займає важливе місце в раціоні саме в нашій країні та її зовнішній ринок є обмеженим. Відповідно, до війни аграрії віддавали перевагу експортним культурам, посівні площі під гречку скорочувалися і її врожаю було недостатньо для задоволення внутрішнього попиту.

В Україні після початку повномасштабного російського вторгнення вперше за останні кілька років зібрали врожай гречки, достатній для внутрішнього споживання. У 2023 році ця тенденція збережеться, тому дефіцит популярної крупи в Україні можна вважати подоланим [41].

Отже, актуальними залишаються питання удосконалення післязбиральної обробки зерна гречки, яка б могла забезпечити його надійне зберігання та наступну ефективну технологічну переробку. Для обґрунтування раціональних методів і режимів очищення та сушіння, активного вентиляювання та наступного зберігання гречки як круп'яної культури, важливим завданням є дослідження фізико-технологічних властивостей та їх зміни залежно від вологості зерна.

9.1 Стан питання

Гречка посівна (вона ж звичайна, або їстівна) — трав'яниста культура, що належить до роду Гречка, сімейства гречані. Насіння цієї рослини беруться для харчування людини, корму сільськогосподарських тварин і птахів. Батьківщина гречки-Північна Індія і Непал. Дикорослі форми даної культури росли на західних відрогах Гімалаїв. Її введення в харчову культуру відбулося понад 5 тис. років тому [42].

На думку істориків, поширення гречки відбувається з Індії та Непалу, звідки її в XV столітті до н.е. почали завозити в Китай, Корею і Японію. Згодом культура проникла в держави Близького Сходу і Середньої Азії. На територію Європи, за припущеннями істориків, гречка потрапила в період татаро - монгольського вторгнення. У Франції, Португалії та Бельгії її іменували «арабським зерном», а італійці і греки — «турецьким». У Німеччині крупу посівної гречки величали «язичницьким зерном». А будучи завезеної на територію Русі, культура отримала назву «гречка» або «гречка». Імовірно, таке найменування пояснюється тим, що її продавали торговці з Греції або Візантії. Можливо також, що воно пішло поширюва-

тися завдяки грецьким ченцям, які на той час нерідко зустрічалися на слов'янських землях — ченці часто росли в їжу невибагливий і поживний злак.

Татарська гречка-однорічна культура, яка за зовнішніми ознаками і якостями насіння дуже схожа з видом гречка звичайна. У побуті у людини вона з'явилася більше 5 тис. Ця рослина не доводилося обробляти самостійно, адже Татарська гречка є диким видом, який з'являється на полях як бур'ян. Але при цьому його також використовували в якості харчового продукту і корму для худоби, особливо в голодні роки і за часів неврожаю звичайної гречки. Даний вид також відмінно підходить для збору меду і використовується в фармакології. З нього беруть речовину рутин, який застосовують для поліпшення кровообігу і запобігання тромбоутворення. Татарська гречка широко поширена в гірських районах таких країн, як Китай, Індія, Непал, Японія. Її обробляють там тому, що посівна гречка не здатна вирости на піднесеній місцевості [43].

Гречка-улюблений продукт у слов'янських народів. Першим письмовим підтвердженням про те, що гречка вирощувалася і вживалася в їжу народом, які проживають на території Стародавньої Русі, вважається згадка про цю культуру в знаменитому літописі «Слово про похід Ігорів». Даний рукопис датується 1185 роком. Але також є підтвердження того, що гречка культивувалася в цій місцевості на цілу тисячу років раніше. В ході археологічних розкопок, проведених в місцях поселення сарматів, були знайдені судини з зернами гречки, вік яких датується I-II століттями н. е.

Світова площа посіву гречки на 2022 рік близько 4 млн га. В основному вирощується в європейських країнах (2,4 млн га). Значно менше сіють її США, Канаді, Японії, Індії, Китаї. В Україні гречка вирощується на площі 433 тис. га (2002 р.), переважно на Поліссі і частково в Лісостепу (Рівненська, Волинська, Житомирська, Київська та Хмельницька області).

Гречка належить до найважливіших круп'яних культур і є єдиною незлаковою рослиною у групі зернових культур. Крупа з неї має високі споживчі, смакові та дієтичні якості. Гречку відносять до екологічно чистим продуктам, оскільки технологія її вирощування не потребує внесення хімікатів при посіві. Злак культивують переважно для використання в кулінарних цілях.

У зерні гречки міститься від 10 до 15 % (у середньому 13,1 %) білка, 67,8 % вуглеводів, 3,1 % олії, 2,8 % золи, 13,1 % клітковини. У складі білка гречки переважають легкокорозчинні глобуліни та глютеніни, тому він краще засвоюється і по-

живніший за білок злакових культур (наближається за якістю до білків зернобобових культур). Містить багато незамінних амінокислот: аргінін (12,7 %), лізин (7,9 %), цистин (1 %), гістидин (0,59 %) та ін. У золі гречки багато фосфорної кислоти (48,7 %), оксиду калію (23,1 %) та оксиду магнію (12,4 %). За вмістом заліза (1,7 %) вона переважає інші круп'яні культури, а також багата на мідь.



Рисунок 9.1 - Хімічний склад 100 г зерна гречки

У зерні гречки містяться органічні кислоти (лимонна, яблучна, малеїнова, щавлева), які сприяють кращому засвоєнню не тільки гречаної каші, а й інших страв, які вживаються після неї. До складу зерна гречки входять такі цінні вітаміни, як В1, В2, В6, Р (рутин), необхідні для нормальної фізіологічної діяльності людського організму.

Зерна гречки містять велику кількість корисних речовин. Деякі з них рідкісні, тому крупу обов'язково включають в раціон не менше трьох разів у тиждень.

Найбільша частка мікроелементів в гречці припадає на залізо, марганець і цинк. Ці елементи містяться в гречці в значних кількостях, завдяки чому вона несе велику користь для організму людини.

Всі макроелементи містяться в гречці в легкозасвоюваній формі, тому включення гречки в постійний раціон дозволяє підтримувати баланс мінералів в нормі.

Хімічний склад гречки включає 18 незамінних амінокислот, кальцій, фосфор, калій, мідь, залізо, молібден, кобальт, бор, фтор, цинк, йод, а також вітаміни

групи В і РР. Корисними властивостями володіють не тільки плоди, але і квіти, пагони і листя.

Надземна частина багата: рутином; кавовій, прокатехіновою, галової і хлорогенова кислотою; фагопріном.

У насінні міститься: білок; цукор; органічні кислоти (яблучна, лимонна, малеїнова, менолоеновая і щавлева); жирне масло; фосфор; залізо; тіамін і рибофлавін. Білок гречки відрізняється високою засвоюваністю (до 80%) і великим вмістом лізину і метіоніну. У гречці білка більше, ніж у вівсянці або пшоні, що робить її незамінною в раціоні при хворобах печінки, атеросклерозі, набряках, гіпертонії. У амінокислотним складом гречки важливу роль відіграють лимонна і яблучна кислота, що є каталізаторами засвоєння кишечником їжі. Гречка – рекордсмен за вмістом білка. Біологічну цінність протеїну культури визначають 18 амінокислот, присутніх в злаку. Найбільша концентрація припадає на лізин, триптофан, аргінін, метіонін, валін, ізолейцин, гліцин.

Цікаво, що за вмістом білка гречка – повноцінна альтернатива тварині протеїну. Для постачання організму будівельним матеріалом вона щодня повинна бути присутніми в меню спортсменів, вегетаріанців, вагітних жінок, літніх людей.

Які вітаміни містяться в гречці (на 100 г продукту): вітамін А – 2 мкг; тіамін – 0,4 мг; рибофлавін – 0,2 мг; холін – 54 мг; пантотенова кислота – 0,4 мг; піридоксин – 0,4 мг; фолати – 32 мкг; альфа токоферол – 0,8 мг; біотин – 10 мкг; филохинон – 7 мкг; РР – 7,2 мг; ніацин – 4,2 мг [42, 43].

Макроелементи представлені: калієм; кальцієм; кремнієм; магнієм; натрієм; сірою; фосфором; хлором. З мікроелементів в гречці великий вміст заліза, марганцю, міді, цинку, йоду. Також в складі є: бор; алюміній; кобальт; літій; стронцій; селен; хром; фтор; молібден. За кількістю заліза в гречці можна порівняти з бобовими, телятиною, яловичої печінкою і житнім хлібом.

Хімічний склад гречки включає безліч незамінних для організму амінокислот. До них відносять: аргінін; валін; лізин; гистидин; метіонін; триптофан; фенілаланін; ізолейцин; треонин. Замінні амінокислоти у складі гречаної крупи представлені: аланином; аспарагінової кислотою; глутамінової кислотою; гліцином; пролином; серином; цистеїном; тирозином. З насичених жирних кислот крупа містить: міристинову; пальмітинову; стеаринову; арахінова. Поліненасичені кислоти – це лінолева і ліноленова, омега-3 і омега-6, а з мононенасичених гречка багата олеїнової кислотою, пальмітолеїнової і гадолеїнової.

ВМІСТ ВІТАМІНІВ В 100 Г ЗЕРНА ГРЕЧКИ, МКГ

■ Вітамін А ■ Тіамін ■ Рибофлавін ■ Холін

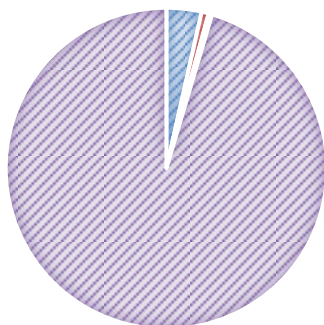


Рисунок 9.2 - Вміст вітамінів в 100 г зерна гречки

Гречка характеризується збалансованим хімічним складом, високою харчовою і енергетичною цінністю. Вона містить у великій кількості високопоживні, легко засвоювані і необхідні людині речовини, вміст яких може істотно змінюватися залежно від сортової приналежності гречки, з якої виготовлена крупа.

За загальним хімічним складом гречана крупа належить до крохмальних продуктів (вміст крохмалю становив 58,57...61,99 %). Встановлено, що у середньому в досліджуваних сортах міститься: білка 14,53...18,30 %, жиру 2,63...3,12 %, клітковини 0,40...2,50 %, органічних кислот 2,11...2,30 %, зольних речовин 1,58...1,98 %. Особливо значні розбіжності у кількості нутрієнтів залежно від сорту спостерігались за вмістом білка та клітковини [42, 43].

В Україні найпоширеніші такі сорти гречки.

Шатилівська 5 – середньостиглий, вегетаційний період 70-95 діб. Плоди досить вирівняні, світло-коричневі, крупні. Маса 1000 зерен – 24-30 г, плівчастість – 19-24%. Вихід крупи 76- 79%. Поширений у степовій зоні.

Вікторія – середньостиглий, вегетаційний період 76-85 діб. Стійкий проти вилягання. Плоди середнього розміру, маса 1000 зерен – 23-28 г. Плівчастість – 20-21%. Вихід крупи 69-75%. Районований у лісостеповій і поліській зонах.

Глорія – середньопізній, досить урожайний. Плоди середнього розміру, коричневі. Маса 1000 зерен – 24-27 г. Плівчастість – 20-23%. Вихід крупи 72-75%. Районований у степовій зоні.

Аеліта – середньостиглий, вегетаційний період 75-85 діб. Плоди середньо-крупні, маса 1000 зерен 23-27 г. Плівчастість – 20,6-22,4%, вихід крупи 66,3-74%. Районований у поліській зоні.

Київська – високоврожайний, середньостиглий. Плоди крилаті, коричневі із сірим відтінком. Маса 1000 зерен – 25- 27 г. Технологічні та круп’яні якості добрі. Районований у степовій і лісостеповій зонах.

Лада – середньостиглий, вегетаційний період 78-83 доби. Плоди середнього розміру, маса 1000 зерен – 23-27,5 г, плівчастість – 20-22%. Вихід крупи 72-74%. Районований у лісостеповій і поліській зонах.

Крім згаданих в Україні вирощують такі сорти гречки, як Любава, Астра, Сумчанка, Крупинка, Лілея, Майська, Іванна.

Урожайність гречки значно підвищується, якщо для сівби використовують гібридне насіння. Так, приріст урожаю від застосування гібридного насіння часто становить 2-3 ц/га зерна і більше.

Гречка не належить до провідних сільськогосподарських культур. Значну увагу її виробництву приділяли тільки власники крупорушок та господарства, які мають постійні замовлення від виробників круп. Багато господарств вирощують гречку з метою підтримки власного бджільництва, а товарне зерно здебільшого реалізується та переробляється у регіоні за місцем його виробництва.

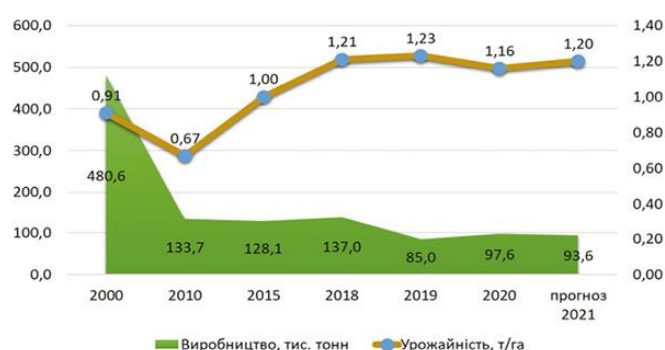


Рисунок 9.3 - Динаміка виробництва гречки в усіх категоріях господарств України у 2000–2020 рр. і прогноз на 2021 рік

За даними офіційної статистики, в 2021 році виробництво гречки становило 176,4 тис. т, що більш ніж на третину перевищує рівень попереднього року. На збільшення валового виробництва зерна вплинуло розширення посівної площі та підвищення урожайності. Площа збирання цього зерна за рік збільшилася на 26 тис. га, до 154 тис. га. При цьому середня урожайність зросла на 1,4 ц/ га, до 11,5 ц/ га.

Природні та кліматичні умови Полісся та Лісостепової зони дозволяють захистити посіви від посушливих вітрів, завдяки чому рослини краще розвиваються впродовж вегетації та мають вищий урожай. Ґрунти та умови інших регіонів та-

кож придатні для вирощування гречки, проте через невисокі врожаї посівні площі цієї культури є незначними. Найбільші валові збори гречки, за підсумками 2021 року, отримали у Сумській (23,4 тис. т), Харківській, (20,6 тис. т), Хмельницькій (по 16,4 тис. т), Київській (14,9 тис. т) областях. Найвищі врожаї цього зерна з 1 га отримали аграрії Київщини (15,7 ц/ га) та Вінниччини (14,0 ц/ га). Для порівняння: урожайність цієї культури в Одеській області становила 8,9 ц/ га.

Основне виробництво гречки зосереджено в сільськогосподарських підприємствах. Так, за підсумками минулого року, сільськогосподарськими підприємствами було зібрано 103 тис. т врожаю, що становить майже дві третини загального обсягу. Питома вага господарств населення у загальному виробництві цього зерна сягала 23%, фермерських господарств — 18%.



Рисунок 9.4 - Агрокарта посівних площ гречки в Україні [44]

Технологія обробки

Після збору врожаю зерно проходить через технологічний потік, що охоплює очищення, сушіння та захист від шкідників. Правильно організована обробка дозволяє мінімізувати втрати сировини і збільшити термін зберігання в елеваторі.

Цикл процесів обробки зерна починається з очищення. Проводити його необхідно відразу після збирання, тому що сирий матеріал схильний до швидкого самозігрівання в насипу (вже в перші 10-12 годин). Залежно від ступеня забруднення врожаю та його призначення розрізняють 3 види очищення:

1. Попереднє. Проводиться у разі, якщо рівень засмічення перевищує 15%.

2. Первинна обробка зерна. Застосовується до всього врожаю. Виділяється основна фракція культури, видаляються великі та дрібні домішки.

3. Вторинна. Цей вид очищення необхідний для підготовки насіння та продовольчого зерна. Проводиться у комбінації із сортуванням.

На кожному етапі використовується певний вид техніки: повітряно-решітні сепаратори, аспіратори, трієри, сортувальні столи.

Волога обробка поверхні зерна є обов'язковим етапом очищення на борошномельних підприємствах. У результаті її проведення з урожаю видаляється більша кількість домішок, що підвищує якість продукту. Волога обробка складається із наступних технологічних процесів: промивання; видалення мінеральних домішок; очищення від легких елементів у сплавній камері; віджим.

Після проходження повного циклу зерно позбавляється від гіркоти, чого не можна досягти сухим чищенням.

Сушіння перед зберіганням. Мета цього етапу обробки зерна – зниження рівня вологості до прийнятних значень. Конкретні цифри залежать від часу збору, сорту культури та якості клейковини. Роботи здійснюються за допомогою сушарок рециркуляційного або іншого типу.

Проведення небулізації для захисту від шкідників. Довгоносики, кліщі та інші шкідники можуть істотно зашкодити зерну. Часом якісно-кількісні втрати досягають 25%. Одним із найбільш ефективних та сучасних методів захисту врожаю є небулізація – холодне розпорощення інсектициду. У якості діючої препарату добре зарекомендував себе «Пірігрєн 50 ХТ», розроблений компанією Sojam. Він здатен за 72 години повністю очистити сировину від дорослих особин жуків, кліщів та молі. При цьому речовина ніяк не позначається на підсумковій якості продукції та сумісна з усіма видами обробки зерна.

Окрім самого препарату, компанія Sojam розробила апаратуру для його розпилення. Основні складові техніки – насос (висота обробки – до 100 метрів, швидкість – від 20 до 1125 тон на годину) та форсунки (розмір крапель – від 10 до 20 мікрон). Проводити небулізацію можна як під час розміщення/вивантаження врожаю, так і в будь-який момент зберігання [45, 46].

9.2 Мета і завдання роботи; об'єкти і методи досліджень та аналізів

Метою роботи є дослідження фізико-технологічних властивостей зерна гречки як об'єкта первинної обробки, які забезпечать найкращу якість гречки

круп'яного призначення.

У зв'язку з цим в завдання досліджень входило:

- вивчення фізико-технологічних властивостей (характеристик) зерна гречки;
- визначення гранулометричних характеристик;
- обґрунтування технології та схеми технологічного процесу первинної обробки зерна гречки.

Дані за фізико-технологічними і гранулометричними властивостями були використані для вибору найбільш ефективного способу очищення, тобто були підібрані необхідні сита.

Об'єктом дослідження були фізико-технологічні властивості, гранулометричні характеристики, процеси, що відбуваються під час післязбиральної обробки зерна гречки (очищення).

Як предмет досліджень використовували зерно гречки сорту «Шатилівська-5» 2019 року врожаю у Кіровоградській області.

При визначенні фізико-технологічних властивостей досліджуваного об'єкта зберігання необхідно використовувати методи, затверджені відповідними ДСТ, або застосовувані в науково-дослідних роботах і рекомендовані у відповідній літературі.

Методика досліджень розмірних характеристик зерна гречки полягала в визначенні довжини, ширини і товщини 100 зернівок та подальшої обробки результатів вимірювань методами варіаційної статистики. Вимірювання проводили штангенциркулем з точністю 0,1 мм. Результати вимірювань ранжували у порядку зростання. Діапазон розмірів поділяли на 12 класів та підраховували частоти – кількість зернин у кожному класовому інтервалі.

У ході подальшої математичної обробки масив експериментальних даних перевіряли можливу наявність грубих похибок, діапазон розмірів поділяли на 12 класів та підраховували частки зерна у кожному класовому інтервалі. Далі визначали середньостатистичні розміри досліджуваних зернин гречки (довжину, ширину, товщину) та ряд статистичних характеристик – медіану, моду, дисперсію, коефіцієнти варіації, асиметрії, ексцесу, стандартні похибки, деякі співвідношення, а також важливі розрахункові параметри зернівок (об'єм, площа поверхні, питома поверхня, сферичність).

9.3 Результати досліджень

Було проведено дослідження фізико-технологічних властивостей зерна гречки; визначення натури (об'ємної маси), маси 1000 зерен, шпаруватості, істинного об'єму, кута природного укусу та коефіцієнтів зовнішнього тертя спокою і в русі зразків зерна гречки з вологістю 13,2; 16,8 та 20,3 %. На основі отриманих даних було побудовано графіки та встановлено характер залежності визначених показників від вологості зерна гречки.

В результаті дослідження фізико-технологічних властивості вологого та сухого зерна гречки було виявлено наступні закономірності: чим вище вологість зерна, тим більша маса 1000 зерен; зі збільшенням вологості, збільшується істинний об'єм; підвищення вологості зерна веде до зменшення щільності, що призводить до зниження натури. Однак вплив вологості на величину натури носить більш складний характер, бо зі збільшенням її змінюються фізичні властивості зерна, внаслідок набрякання стає більше об'єм, оболонки більш гладкі, підвищується коефіцієнт тертя між зернами. Всі перераховані фактори по-різному впливають на натуру, тому однозначно вирішити питання про значення вологості не можна. У ряді випадків, особливо для пливчастих культур, зі збільшенням вологості натура спочатку зменшується, а потім збільшується. Це пов'язано з витісненням водою повітря з міжоболонкових просторів; величина шпаруватості залежить від ряду факторів: форми і розміру зерна, стану його поверхні, вологості, від домішок, від характеристик способів зберігання зерна. Шпаруватість різна у різних культур і для гречки становить приблизно 50-60 %. Шпаруватість істотно впливає на фізичні та фізіологічні процеси в зерновій масі. Вона важлива для активного вентилявання зерна, знезараження, переміщення тепла і водяної пари всередині зернової маси. Шпаруватість зерна суттєво впливає на величину натури зерна - найважливішого показника якості зерна.

Геометричні розміри зерна дозволяють моделювати процеси сепарування, вентилявання, сушіння, вибрати режимні параметри здрібнювальних та інших машин. За показниками, що визначають сипкість, можна моделювати поведінку зернової маси при її переміщенні по ситах, самопливах, ємностям тощо.

Для виявлення необхідних робочих органів і визначення раціональних розмірів отворів решіт для поділу суміші на фракції проведений аналіз мінливості розмірів зерна основної культури і розмірів домішок, що відокремлюються.

Для підбору сит для очищення зерна гречки нами було визначено його гра-

нулометричні характеристики зразків з різною вологістю.

Графік розподілу зерна гречки за товщиною, який наведений на рис. 9.5 показав, що за товщиною, найбільша кількість зернівок, а саме 20 штук, знаходиться в межах від 3,28 мм до 3,4 мм.



Рисунок 9.5 – Варіаційна крива розподілу зерна гречки за товщиною

Графік розподілу зерна гречки за довжиною, який наведений на рис. 9.6 показав, що за довжиною, найбільша кількість зернівок, а саме 18 штук, знаходиться в межах від 5,9 мм до 6,08 мм.

Як бачимо з рис. 9.7 розподілу зерна гречки за шириною, найбільша кількість зернівок, а саме 20 штук, знаходиться в межах від 4,06 мм до 4,17мм.



Рисунок 9.6 – Варіаційна крива розподілу зерна гречки за довжиною

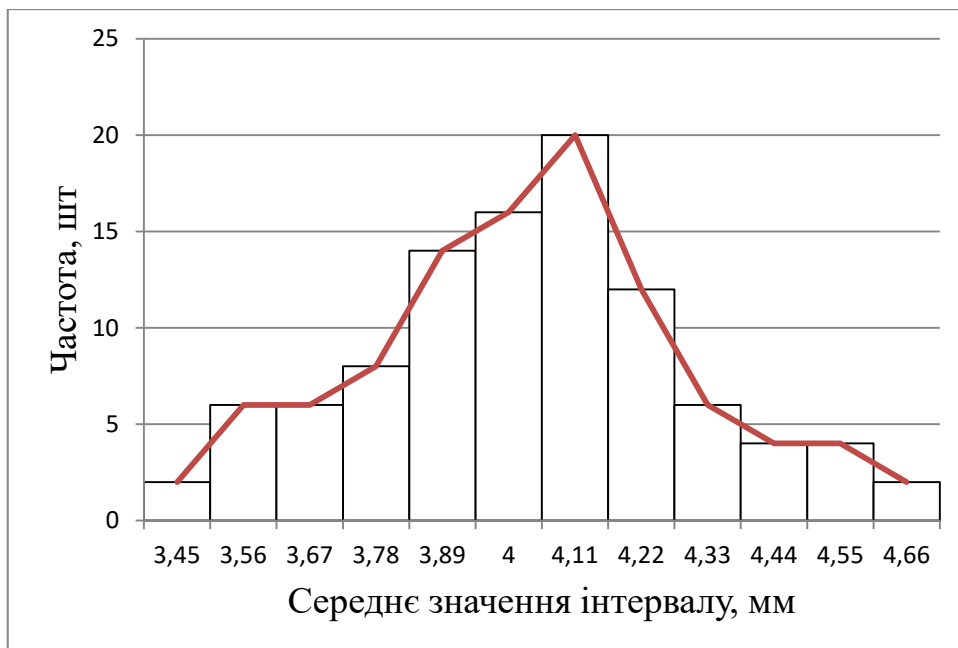


Рисунок 9.7 – Варіаційна крива розподілу зерна гречки за шириною

Методом варіаційної статистики визначили середньозважені значення та інтервали варіювання довжини, ширини і товщини зернівок. Встановлено, що довжина зернівки складає від 5,10 до 7,76 мм. Найбільшу частку за довжиною займає зерно з розмірами 5,86...6,33 мм (36 %). Ширина змінюється від 3,26 до 5,44 мм, з них зернівки розмірами 4,04...4,39 мм складають 50 %. Товщина варіює у діапазоні 2,38 до 4,84 мм, у якому більшість (33 %) займають зернівки розміром 3,90...4,21 мм.

Можна зробити висновок, що найбільша кількість зернівок по знайденим геометричним параметрам, які показують крупність, дають зрозуміти, що зерна гречки є доволі крупними, вирівняними, виповненими, що підтверджує її сорт, про що свідчать знайдені величини.

За результатом гранулометричного аналізу зерна гречки з вологістю 13,1%, 16,7 %, 20,2 % було побудовано діаграму залежності лінійних розмірів зернівки від вологості (рис. 9.8).

Виходячи з діаграми (рис. 9.8) спостерігаємо збільшення лінійних розмірів зернівки зі збільшенням вологості. Найбільший вплив вологості спостерігається на товщину зернівки, що пояснюється її будовою та формою.

Аналіз побудованої нами кореляційної таблиці показує, що сито, через яке сходом вилучають частину смітної домішки (3,6 %) є сито Ø 4,2 мм. В проході цього сита залишається 6,5 % смітної домішки. Пропускаємо сходову сита Ø 4,2 мм через сито 2,4×20 мм, так як в цьому випадку сходом буде найбільший відсо-

ток виділення зерна основної культури, а саме – 89,9 % та прохід смітної 3,9 %, і всього 1,6 % смітної домішки йде сходом через це сито.

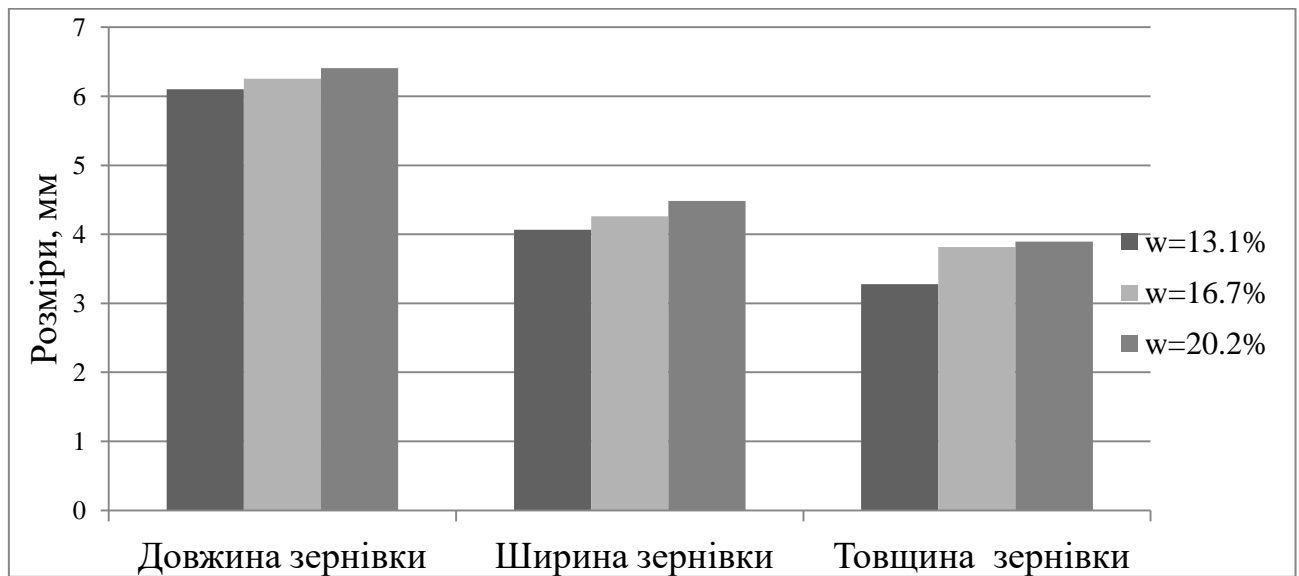


Рисунок 9.8 – Залежність лінійних розмірів зернівки гречки від вологості

Тому для вибору раціональної фракційної схеми очищення зерна основної культури – гречки від смітної домішки, ми можемо використовувати сита з прямокутними отворами 2,4×20 мм та сита з круглими отворами Ø 4,2 мм.

На підставі аналізу кореляційної таблиці складаємо раціональну фракційну схему очищення зерна гречки від смітної домішки, яка наведена на рис. 9.9.

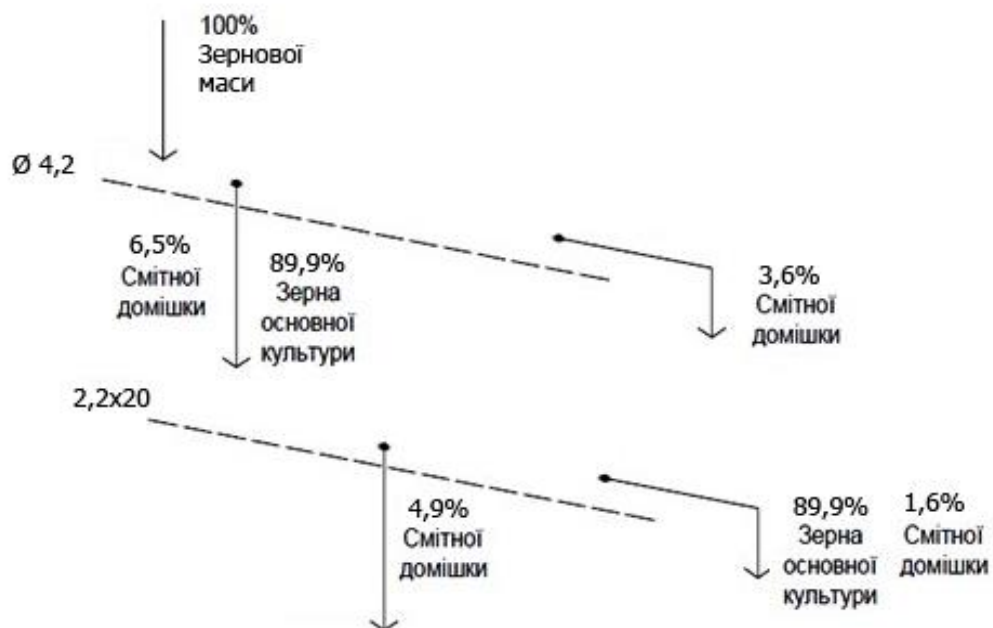


Рисунок 9.9 – Раціональна схема очищення зерна гречки від смітної домішки

Застосування класичних трикутних сит для очищення від засмічувачів і розділення зернових сумішей на фракції не завжди забезпечувало потрібні показники якості отримуваної зернової маси.

Від якості розділення зернової суміші на цих ситах залежить ефективність всього технологічного процесу.

Проблему становлять стручки (плоди) редьки дикої, куколю й інших бур'янів, які мають аналогічну ширину з гречкою [47]. Для відокремлення зерна гречки застосовують сита з отворами трикутної форми, які не дозволяють пройти засмічувачу з круглим поперечним перетином, а зерно гречки просіюється через них.

Сита з отворами трикутної форми серійно виготовляються вітчизняними та закордонними виробниками з розміром сторони від 3 до 10 мм. Проте через низку причин ефективність цих решіт не завжди задовольняє потреби агровиробництва. Так, в природі лише незначна кількість зерна має правильну форму, більшість має опуклості, западини, зігнуті вершини тощо. Сепарація такого насіння веде до втрати якості, оскільки через нерівності воно потрапляє не в повноцінний матеріал, а у відходи.

Ще одним недоліком сит для сепарації гречки є їх низька просіюваність порівняно із зерновими культурами. Це пояснюється великою кількістю перемичок, що, відповідно, веде до зменшеного живого перетину решета. Харківським національним технічним університетом сільського господарства ім. Петра Василенка разом з харківським заводом ім. Фрунзе розроблені та випробувані нові решета з отворами епіциклоїдної форми. Було встановлено, що якість сепарації (повнота розділення) гречки на розроблених ситах з епіциклоїдними отворами підвищується на 52-82 % порівняно з серійними решетами з трикутними отворами, залежно від питомих завантажень сита і складу суміші; якість насіння прохідової фракції на серійних і розроблених решетах аналогічна: розбіжність насіння сходової і прохідової фракції в розмірних характеристиках, масі 1000 зерен становила 1-2 % [48].

Висновки та рекомендації

1. Проведено літературний огляд, в якому проаналізовано історію виникнення гречки, як в Україні так і у світі, ботанічні особливості та хімічний склад зерна гречки, розглянуто корисні властивості і напрями застосування гречки, проаналізовано районування сортів гречки по Україні, об'єми вирощування в Україні

за 20 років, виявлено світових лідерів з вирощування гречки, зроблено аналіз посівних площ гречки по областях України, та посівні площі у світі. Розглянуто також технологію післязбиральної обробки, проаналізовано технологічні схеми переробки зерна гречки в крупу.

2. Встановлено, що зі збільшенням вологості лінійно зростає маса 1000 зерен та істинний об'єм зерна. Підвищення вологості зерна гречки призводить також до зниження її щільності та, відповідно, і до зниження натури. Вплив вологості на натуру та шпаруватість зерна гречки має більш складний та неоднозначний характер, що пов'язане зміною під впливом вологості об'єму зернівок, стану оболонок, коефіцієнтів тертя та ряду інших характеристик зерна.

3. Встановлено, що зі збільшенням вологості збільшуються лінійні розміри зернівки. Найбільший вплив вологості спостерігається на товщину зернівки, що пояснюється її будовою та формою.

4. Встановлено, що довжина зернівки складає від 5,10 до 7,76 мм. Найбільшу частку за довжиною займає зерно з розмірами 5,86...6,33 мм (36 %). Ширина змінюється від 3,26 до 5,44 мм, з них зернівки розмірами 4,04...4,39 мм складають 50 %. Товщина варіює у діапазоні 2,38 до 4,84 мм, у якому більшість (33 %) займають зернівки розміром 3,90...4,21 мм.

5. Аналіз кореляційної схеми показав, що для вибору раціональної фракційної схеми очищення зерна основної культури (гречки) від смітної домішки доцільно використовувати сита з прямокутними отворами, розміром 2,2x20 мм та сита з круглими отворами \varnothing 4,2 мм.

Розділ 10 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ ПРОЄКТУ БУДІВНИЦТВА НОВОГО МІНІ-ЕЛЕВАТОРА

10.1 Розрахунок чисельності працюючих

Існує декілька методів розрахунку чисельності працюючих на стадії проєктування, основним з яких є визначення чисельності через сумарну трудомісткість та ефективній фонд робочого часу.

Але через відсутність у цей час даних про трудомісткість одиниці робіт та послуг в статистичній звітності підприємств галузі запропоновано робити розрахунок чисельності основних робітників ($Ч_p^o$) на основі питомого показника, який характеризує чисельність робітників на 1000 тонн місткості зерносховища ($Ч_{TM}$):

$$Ч_p^o = ПЗ \times Ч_{TM}, \text{ осіб.} \quad (10.1)$$

Додаткова чисельність основних працюючих в нашому випадку дорівнюватиме (при $Ч_{TM} = 0,55$):

$$Ч_p^o = 16,6 \times 0,55 = 10 \text{ осіб}$$

Чисельність допоміжних робітників виробництва ($Ч_p^d$) визначають на зерносховищах як 25 % від чисельності основних робітників:

$$Ч_p^d = Ч_p^o \times 0,25. \quad (10.2)$$

Чисельність допоміжних робітників для нашого проєкту дорівнюватиме:

$$Ч_p^d = 10 \times 0,25 = 3 \text{ осіб.}$$

Сумарна чисельність робітників виробництва (основних і допоміжних) ($Ч_p$) дорівнюватиме:

$$Ч_p = Ч_p^o + Ч_p^d. \quad (10.3)$$

Сумарна чисельність основних і допоміжних робітників для проєктуемого елеватора буде дорівнювати:

$$Ч_p = 10 + 3 = 13 \text{ осіб.}$$

Дані про структуру і чисельність працівників проєктуемого підприємства зводять у табл. 10.1.

На основі такого підходу розрахуємо сумарну чисельність всіх працюючих – робітників і адміністративного персоналу проєктуемого підприємства і зведемо у табл. 10.2.

| | | | | | | | | |
|--------------|------------------|----------|--------|------|---|------------------|------|---------|
| | | | | | КРБ.ТЗіК.1.479-03.І.1.3 | | | |
| Зм. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розробив | Голубкова А.С. | | | | РОЗДІЛ 10 ТЕХНІКО- ЕКОНОМІЧНЕ РОЗРАХУНКИ ПРОЄКТУ БУДІВНИЦТВА НО- ВОГО МІНІ ЕЛЕВАТОРА | Лит. | Арк. | Аркушів |
| Консультант | Басюркіна Н.Й. | | | | | | 103 | |
| Керівник | Кац А.К. | | | | | ОНТУ гр. ТЗХ-416 | | |
| Н. Контр. | | | | | | | | |
| Зав. кафедри | Макаринська А.В. | | | | | | | |

Таблиця 10.1 – Структура чисельності працівників

| Категорії чисельності працівників | Питома вага, % | Кількість, осіб |
|-----------------------------------|----------------|-----------------|
| Робітники (основні та допоміжні) | 80 | 10 |
| Керівники, фахівці | 20 | 3 |
| ВСЬОГО | 100 | 13 |

10.2 Розрахунок виробничої програми

Виробничу програму, яка в елеваторній галузі представляє собою обсяг робіт та послуг в сфері зберігання зерна, розраховують в натуральному і грошовому виразах.

У натуральному виразі річний обсяг послуг та робіт ($O_{\text{ПР}}$) визначаємо як сукупність робіт по:

- прийманню – відпуску (в тоннах);
- зберігання зерна (тоннах-місяцях або тоннах-добах);
- очищенню (планових тоннах);
- сушінню (планових тоннах).

Слід зазначити, що на багатьох підприємствах зі зберігання зерна склалась практика інтегрування у сільське господарство, яка визнана економічно доцільною завдяки зменшенню транзакційних витрат. Підприємства, які мають вільні власні оборотні кошти, самі займаються вирощуванням зерна на орендованих ділянках, або його закупівлею.

Виконуємо розрахунок обсягів реалізації послуг підприємства у грошовому виразі ($O_{\text{РП}}$) за формулою:

$$O_{\text{РП}} = \sum(O_{\text{РП}}^{\text{H}} \times T_{\text{РП}}), \text{ тис. грн,} \quad (10.4)$$

де $O_{\text{РП}}^{\text{H}}$ – обсяг робіт та послуг окремого виду у натуральному виразі, тис. тонн;

$T_{\text{РП}}$ – тариф на роботи та послуги окремого виду, грн/тонну.

Визначитись з базовими тарифами на роботи та послуги окремого виду ($T_{\text{РП}}$) можна за допомогою сайту <Ksterminal.at.ua> [49], або прийняти в якості базових тарифів дані інших підприємств галузі.

Тарифи на обробку зернових вантажів наведено в табл. 10.2.

Таблиця 10.2 – Тарифи на обробку зернових вантажів

| Назва робіт та послуг | Вартість, дол США/тонну | Вартість, Т _{РП} , грн/тонну. |
|---|-------------------------|--|
| Приймання з накопиченням у зерносховищах: | | |
| з автотранспорту | 4,0 | 111,68 |
| Відпуск зерна : - автотранспорт | 5,0 | 139,6 |
| Зберігання (грошових од. за зберігання 1 тонни протягом 1 доби | 0,12 | 3,35 |
| Очищення зерна, грошових од./тонну/відс. | 0,90 | 25,13 |
| Сушіння зерна, грошових од./тонну/відсоток | 1,0 | 27,92 |
| Лабораторний аналіз зерна, грошових од. за один аналіз | 28,95 | 808,28 |
| Оформлення складської квитанції (свідоцтва), грошових од./партія зерна | 2,64 | 73,71 |
| Проведення лабораторного аналізу на показники безпеки та ГМО за 1 тонну зерна | 0,34 | 9,49 |

Примітка:

*) – перераховано за курсом Національного банку України на 19.05.2021 року за допомогою сайту <<https://kurs.com.ua>> [49] – 27,92 грн за 1 дол. США.

10.3 Розрахунок обсягів реалізації послуг підприємства

Дані розрахунки виконують на основі специфічних для кожного підприємства тарифів на роботи та послуги і зводимо у табл. 10.3.

Таблиця 10.3 – Обсяги реалізації послуг підприємства

| Види робіт та послуг | Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, О _{РП} ^Н , тис. тонн | Тариф на роботи та послуги окремого виду, Т _{РП} , грн/тонну | Обсяг реалізації послуг підприємства, О _{РП} , тис. грн |
|---|---|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 = 2 x 3 |
| Приймання зерна з автотранспорту, в тому числі: | | - | |
| - ранніх культур: | 4,98 | | |
| - власного, в тому числі: | 2,49 | - | - |
| - пшениця | 1,74 | 85,91 | 149,48 |
| - ячмінь | 0,75 | 85,91 | 64,43 |
| - покладавця, в тому числі: | 2,49 | - | - |
| - пшениця | 1,74 | 111,68 | 194,32 |
| - ячмінь | 0,75 | 111,68 | 83,76 |

| 1 | 2 | 3 | 4 = 2 x 3 |
|---|--------------------------|--------|-----------|
| - пізніх культур: | 11,62 | | |
| - власного, в тому числі: | 5,81 | | - |
| - кукурудза | 5,81 | 85,91 | 499,14 |
| - поклажодавця, в тому числі: | 5,81 | - | - |
| - кукурудза | 5,81 | 111,68 | 648,86 |
| Відпуск зерна на автомобільний , в тому числі: | 16,6 | - | - |
| - ранніх культур: | 4,98 | | |
| - власного, в тому числі: | 2,49 | - | - |
| - пшениця | 1,74 | 107,38 | 186,84 |
| -ячмінь | 0,75 | 107,38 | 80,54 |
| - поклажодавця, в тому числі: | 2,49 | - | - |
| - пшениця | 1,74 | 139,6 | 242,90 |
| -ячмінь | 0,75 | 139,6 | 104,70 |
| - пізніх культур: | 11,62 | | |
| - власного, в тому числі: | 5,81 | - | - |
| - кукурудза | 5,81 | 107,38 | 623,88 |
| - поклажодавця, в тому числі: | 5,81 | - | - |
| - кукурудза | 5,81 | 139,6 | 811,08 |
| Зберігання зерна ($\epsilon_{\text{ел}} \times 330$ діб): в тому числі: | $16,6 \times 330 = 5478$ | - | - |
| - власного | 2739 | 2,58 | 7066,62 |
| - поклажодавця | 2739 | 3,35 | 9175,65 |
| Очищення зерна: | 16,6 | - | - |
| - власного | 8,3 | 19,33 | 160,44 |
| - поклажодавця | 8,3 | 25,13 | 208,58 |
| Сушіння зерна ранніх культур (всього): $A^a_{\text{пр (ранніх)}} \times (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4)$ | $4,98 \times 0,5 = 2,49$ | - | - |
| у тому числі: | | | |
| від вологості 17 % до 14 %: $A^a_{\text{пр (ранніх)}} \times \alpha_1$ | 1,5 | - | - |
| - власного | 0,75 | 21,48 | 16,11 |
| - поклажодавця | 0,75 | 27,92 | 20,94 |
| від вологості 22 % до 14 %: $A^a_{\text{пр (ранніх)}} \times \alpha_2$ | 1,0 | | |
| - власного | 0,5 | 21,48 | 10,74 |
| - поклажодавця | 0,5 | 27,92 | 13,96 |
| Сушіння зерна пізніх культур $A^a_{\text{пр (пізніх)}} \times (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4)$ | $11,62 \times 0,6 = 7,0$ | - | - |

| 1 | 2 | 3 | 4 = 2 x 3 |
|---|------|-------|-----------|
| у тому числі: | | | |
| від вологості 17 % до 14 %: $A^a_{\text{пр (пізніх)}} \times \alpha_1$ | 3,5 | - | - |
| - власного | 1,75 | 21,48 | 37,59 |
| - поклажодавця | 1,75 | 27,92 | 48,86 |
| від вологості 22 % до 14 %: $A^a_{\text{пр (ранніх)}} \times \alpha_2$ | 3,5 | | |
| - власного | 1,75 | 21,48 | 37,59 |
| - поклажодавця | 1,75 | 27,92 | 48,86 |
| Всього, в тому числі: | - | - | 20535,51 |
| - власного | - | - | 8933,40 |
| - поклажодавця | - | - | 11602,11 |

Обсяг послуг зі зберігання зерна розраховується, виходячи з даних табл. 2.4 (розділ 2) і терміну роботи елеватора 330 діб на рік.

Кількість лабораторних аналізів можна розрахувати, виходячи з даних табл. 10.4.

Таблиця 10.4 – Річний обсяг реалізації послуг лабораторії міні-елеватору

| Види робіт та послуг | Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, $O_{\text{РП}}^H$, тис. од. | Тариф на роботи та послуги окремого виду, $T_{\text{РП}}$, грн/од. | Обсяг реалізації послуг підприємства, $O_{\text{РП}}$, тис. грн |
|---|---|---|--|
| *) Лабораторний аналіз зерна, од./рік: | 1,82 | - | - |
| - власного | 0,91 | 621,75 | 565,79 |
| - поклажодавця | 0,91 | 808,28 | 735,53 |
| Оформлення складського свідоцтва: | 0,66 | - | - |
| - власного | 0,33 | 56,70 | 18,71 |
| - поклажодавця | 0,33 | 73,71 | 24,32 |
| ВСЬОГО, в тому числі: | - | - | 1344,35 |
| - власного зерна | - | - | 584,5 |
| - зерна поклажодавця | - | - | 759,85 |

При визначенні кількості аналізуємих проб при прийманні зерна слід визначити кількість транспортних одиниць, що доставляють вантажі. Розрахунок роблять окремо для автомобілів, залізничних вагонів, барж і суден.

Кількість транспортних одиниць буде відповідати кількості середніх проб, які складають на кожну одиницю транспорту.

Таким чином кількість середніх проб (T) визначаємо за формулою [50]:

$$T_{\Pi} = A_{\text{пр}} / E_T, \text{ од.}, \quad (10.5)$$

де $A_{\text{пр}}$ – річний обсяг зерна, доставлений на підприємство одним видом транспорту, тонн (див. табл. 2.4 (розділ 2));

E_T – вантажопід'ємність однієї одиниці транспорту, тонн. Приймаємо розрахункову вантажопід'ємність автомобіля 20 тонн.

Так, для нашого прикладу:

$$T_{\Pi} = 16600 / 20 = 830 \text{ одиниць (аналізів).}$$

Аналогічно потрібно розрахувати кількість середніх проб при відпуску зерна з елеватора, як кількість транспортних засобів ($T_{\text{вп}}$), на які зерно відвантажують протягом року:

$$T_{\text{вп}} = A_{\text{впр}} / E_T, \text{ од.}, \quad (10.6)$$

де $A_{\text{впр}}$ – річний обсяг зерна, відвантажений підприємством на один вид транспорту, тонн (див. табл. 2.4).

Для нашого прикладу:

$$T_{\text{вп}} = 16600 / 20 = 830 \text{ од.}$$

Загальну кількість аналізів, що потрібно провести на даному елеваторі протягом року при прийманні та відпуску зерна ($\Sigma T_{\text{лаб}}$) розраховуємо за формулою:

$$\Sigma T_{\text{лаб}} = (T_{\Pi} + T_{\text{вп}}) \times 1,10, \text{ од.}, \quad (10.7)$$

де 1,10 – коефіцієнт, що враховує додатковий 10% -ний резерв на випадок повторення аналізів [50].

Для нашого прикладу:

$$\Sigma T_{\text{лаб}} = (830 + 830) \times 1,10 = 1826 \text{ од.},$$

Тоді вартість аналізів зерна ($BA_{\text{лаб}}$) за рік дорівнюватиме:

$$BA_{\text{лаб}} = \Sigma T_{\text{лаб}} \times C_{\text{лаб.}}, \text{ грн.} \quad (10.8)$$

де $C_{\text{лаб.}}$ – загальна середньозважена ціна лабораторного аналізу зерна, що надходить на елеватор, **за всіма потрібними для даної культури стандартними показниками**, грн/од. середню пробу (приймаємо за рекомендаціями табл. 10.2).

Кількість складських свідоцтв, які видає елеватор на партії зерна, що закладають на зберігання, буде дорівнювати:

$$N_{\text{пс}} = 330 \times P_{\text{пд}}, \text{ од.}, \quad (10.9)$$

де 330 – тривалість роботи підприємства протягом року, діб;

$P_{\text{пд}}$ – середня кількість різних партій, що надходять у добу на підприємство, од. (приймати за узгодженням з керівником дипломного проєкту).

Для прикладу приймаємо $P_{\text{пд}} = 2$ од., в результаті:

$$N_{\text{пс}} = 330 \times 2 = 660 \text{ одиниць (свідоцтв).}$$

Таким чином, загальний річний обсяг реалізації послуг та робіт підприємства як при здійсненні різних операцій з зерном, так і при виконанні послуг лабораторією дорівнюватиме 21879,86 тис. грн (табл. 10.5).

Таблиця 10.5 – Загальний річний обсяг реалізації послуг та робіт міні-елеватора

| Види робіт та послуг | Обсяг реалізації послуг та робіт підприємства, Орп, тис. грн |
|--|--|
| Послуги елеватора при здійсненні різних операцій з зерном, всього, в тому числі: | 20535,51 |
| - власного зерна | 8933,40 |
| - зерна поклажодавця | 11602,11 |
| Послуги лабораторії, всього в тому числі: | 1344,35 |
| - власного зерна | 584,5 |
| - зерна поклажодавця | 759,85 |
| Всього | 21879,86 |
| - власного зерна | 9517,9 |
| - зерна поклажодавця | 12361,96 |

10.4 Розрахунок собівартості робіт та послуг за рік

На першому етапі розраховуємо собівартість одиниці кожного виду робіт та послуг за наступною формулою:

$$C_{\text{р}}^{\text{од}} = T_{\text{рп}} / (1 + P), \text{ грн}, \quad (10.10)$$

де $T_{\text{рп}}$ – тариф за одиницю робіт та послуг, грн/тонну;

P – рентабельність, закладена у тарифі, частки (при проектуванні необхідний рівень рентабельності приймають на рівні 0,20-0,30 або 20-30 %).

На другому етапі виконуємо розрахунок собівартості річного обсягу робіт та послуг (C_{PP}) за формулою:

$$C_{PP} = \sum(O_{PI}^H \times C_P^{OD}), \text{ тис. грн,} \quad (10.11)$$

де C_P^{OD} – собівартість одиниці робіт та послуг, грн.

Зробимо розрахунки для нашого проекту.

В нашому прикладі закладемо середньогалузеву величину рентабельності у тариф за одиницю робіт та послуг на рівні 30 %.

Отже, собівартість приймання 1 т зерна з автомобільного транспорту:

$$C_1^{OD} = 111,68 / (1,0 + 0,3) = 85,91 \text{ грн /тонну.}$$

Подальші розрахунки собівартості є аналогічними, тому наведемо розрахунки собівартості робіт та послуг у табл. 10.6.

Таблиця 10.6 – Розрахунок собівартості річного обсягу робіт та послуг

| Види робіт та послуг | Обсяг робіт та послуг окремого виду в натуральному виразі, O_{PI}^H , тис. тонн | Собівартість од. робіт та послуг, C_P^{OD} , грн/тонну | Собівартість річного обсягу робіт та послуг, C_P^P , тис. грн |
|--|---|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 = 2x3 |
| Приймання зерна з автотранспорту, в тому числі: | 16,6 | - | |
| - ранніх культур: | 4,98 | | |
| - <i>власного</i> (50 %), в тому числі: | 2,49 | - | - |
| - пшениця (70 % – див.табл.1.4) | 1,74 | 85,91x1,0 *) | 149,48 |
| - ячмінь (30% – див.табл.1.4) | 0,75 | 85,91x1,0 *) | 64,43 |
| - <i>поклажодавця</i> (50 %), в тому числі: | 2,49 | - | - |
| - пшениця (70 %) | 1,74 | 85,91x1,0 *) | 149,48 |
| - ячмінь (30 %) | 0,75 | 85,91x1,0 *) | 64,43 |
| - пізніх культур: | 11,62 | | |
| - <i>власного</i> (50 %), в тому числі: | 5,81 | - | - |
| - кукурудза (100 % – див.табл.1.4) | 5,81 | 85,91x1,0 *) | 499,14 |
| - <i>поклажодавця</i> (50 %), в тому числі: | 5,81 | - | - |
| - кукурудза (100 % – див.табл.1.4) | 5,81 | 85,91x1,0 *) | 499,14 |
| Відпуск зерна на автотранспорт, в тому числі: | 16,6 | - | - |
| - ранніх культур: | 4,98 | | |

| 1 | 2 | 3 | 4 = 2x3 |
|---|-----------------------|---------------|----------------|
| - <i>власного</i> (50 %), в тому числі: | 2,49 | - | - |
| - пшениця (75 %) | 1,74 | 107,38x1,0 *) | 186,84 |
| - овес (25 %) | 0,75 | 107,38x1,0 *) | 80,54 |
| - <i>поклажодавця</i> (50 %), в тому числі: | 2,49 | - | - |
| - пшениця (75 %) | 1,74 | 107,38x1,0 *) | 186,84 |
| - овес (25 %) | 0,75 | 107,38x1,0*) | 80,54 |
| - пізніх культур: | 11,62 | | |
| - <i>власного</i> (50 %), в тому числі: | 5,81 | - | - |
| - кукурудза (100 % - див.табл.1.4) | 5,81 | 107,38x1,0 *) | 623,88 |
| - <i>поклажодавця</i> (50 %), в тому числі: | 5,81 | - | - |
| - кукурудза (100 % - див.табл.1.4) | 5,81 | 107,38x1,0 *) | 623,88 |
| *) Зберігання зерна (Є_{ел} x 330 діб): | 16,6x330=5478 | - | - |
| в тому числі: | | | |
| - <i>власного</i> (50 %) | 2739 | 2,58 | 7066,62 |
| - <i>поклажодавця</i> (50 %) | 2739 | 2,58 | 7066,62 |
| Очищення зерна – всього, | 16,6 | - | - |
| в тому числі: | | | |
| - <i>власного</i> (50 %) | 8,3 | 19,33 | 160,44 |
| - <i>поклажодавця</i> (50 %) | 8,3 | 19,33 | 160,44 |
| ***) Сушіння зерна ранніх культур (всього): | 4,98x0,5 =2,49 | - | - |
| $A^a_{\text{пр (ранніх)}} \times (a_1 + a_2 + a_3 + a_4)$ | | | |
| у тому числі: | | | |
| від вологості 17 % до 14 % (50 %): | 1,5 | - | - |
| $A^a_{\text{пр (ранніх)}} \times a_1$ | | | |
| - <i>власного</i> | 0,75 | 21,48 | 16,11 |
| - <i>поклажодавця</i> | 0,75 | 21,48 | 16,11 |
| від вологості 22 % до 14 % (50 %): | 1,0 | - | - |
| $A^a_{\text{пр (ранніх)}} \times a_2$ | | | |
| - <i>власного</i> | 0,5 | 21,48 | 10,74 |
| - <i>поклажодавця</i> | 0,5 | 21,48 | 10,74 |
| ***) Сушіння зерна пізніх культур: | 11,62x0,6=7,0 | - | - |
| $A^a_{\text{пр (пізніх)}} \times (a_1 + a_2 + a_3 + a_4)$ | | | |
| у тому числі: | | | |
| від вологості 17 % до 14 % (50 %): | 3,5 | - | - |
| $A^a_{\text{пр (пізніх)}} \times a_1$ | | | |
| - <i>власного</i> | 1,75 | 21,48 | 37,59 |
| - <i>поклажодавця</i> | 1,75 | 21,48 | 37,59 |
| від вологості 22 % до 14 % (50 %): | 3,5 | - | - |
| $A^a_{\text{пр (пізніх)}} \times a_2$ | | | |
| - <i>власного</i> | 1,75 | 21,48 | 37,59 |
| - <i>поклажодавця</i> | 1,75 | 21,48 | 37,59 |
| Лабораторний аналіз зерна, всього | | - | - |
| у тому числі: | 1,82 | | |
| - <i>власного</i> | 0,91 | 621,75 | 565,79 |
| - <i>поклажодавця</i> | 0,91 | 621,75 | 565,79 |

| 1 | 2 | 3 | 4 = 2x3 |
|---|-------------|-------|-----------------|
| Оформлення складського свідоцтва, всього | 0,66 | - | - |
| у тому числі: | | | |
| - власного | 0,33 | 56,70 | 18,71 |
| - поклажодавця | 0,33 | 56,70 | 18,71 |
| Всього, в тому числі: | - | - | 19035,80 |
| - власного зерна | - | - | 9517,9 |
| - зерна поклажодавця | - | - | 9517,9 |

10.5 Розрахунок прибутку

Прибуток від реалізації робіт та послуг (P_P) нового міні-елеватора визначимо за формулою:

$$P_P = \Sigma O_{PP} - \Sigma C_P^P, \text{ тис. грн,} \quad (10.12)$$

де ΣO_{PP} – сумарний річний обсяг реалізації послуг підприємства, тис. грн (табл. 10.5);

ΣC_P^P – сумарна річна собівартість робіт та послуг, тис. грн (табл. 10.6).

Таким чином річний прибуток від реалізації робіт та послуг (P_P) поклажодавцям на новоствореному міні-елеваторі буде дорівнювати:

$$P_P = 21879,86 - 19035,80 = 2844,06 \text{ тис. грн.}$$

Прибуток від продажу власного зерна (P_P^B) нового міні-елеватора дорівнюватиме:

$$P_P^B = \Sigma (O_{PP}^H \text{ відпуску } i \times C_i) - \Sigma C_P^B, \text{ тис. грн,} \quad (10.13)$$

де $O_{PP}^H \text{ відпуску } i$ – річний обсяг робіт з відпуску власного зерна i -тої культури з елеватора в натуральному виразі (маємо на увазі, що відпуск це є продаж зерна), тис. тонн. В даному прикладі, це річний об'єм відпуску власного зерна на автотранспорт, який дорівнює: 2,49 тис. тонн ранніх культур (1,74 тис. тонн пшениці та 0,75 тис. тонн нуту) і 5,81 тис. тонн пізніх культур (кукурудзи), що загалом складає 8,3 тис. тонн (див. табл. 10.3 і табл. 10.6);

C_i – ціна 1 тонни зерна i -тої культури, грн/тонну. Ціна обов'язково має дорівнювати або бути нижчою за ринкову ціну;

ΣC_p^B – собівартість річного обсягу власного зерна у вартісному вигляді, тис. грн. Визначаємо її, аналогічно сумарній річній собівартості робіт та послуг. Умовно прийнемо, що для власного зерна собівартість на 30 % нижче обсягів реалізації послуг підприємства, а саме:

$$\Sigma C_p^B = 8,3 \times 6455,5 / 1,3 = 41215,88 \text{ тис. грн.}$$

Можна виконати укрупнений розрахунок прибутку від продажу власного зерна за формулою:

$$P_p^B = \Sigma O_{\text{РП}}^{\text{Н}} \text{ відпуску } i \times C_{\text{ср}} - \Sigma C_p^B, \text{ тис. грн.} \quad (10.14)$$

де $\Sigma O_{\text{РП}}^{\text{Н}} \text{ відпуску } i$ – сумарний річний обсяг робіт з відпуску власного зерна всіх культур з елеватора в натуральному виразі, тис.тонн. В даному прикладі, це річний об'єм відпуску власного зерна на автотранспорт ранніх та пізніх культур, якій загалом складає 8,3 тис. т (див. табл. 10.3 та табл. 10.6);

$C_{\text{ср}}$ – середня ціна 1 тонни зерна, грн/тонну. Так, для Закарпатської області середня ціна купівлі складає 6455,5 грн за 1 тонну зерна у 2021 р.

$$P_p^B = 8,3 \times 6455,5 - 41215,88 = 12364,77 \text{ тис. грн.}$$

В результаті, загальний (балансовий) прибуток підприємства (Π) дорівнюватиме:

$$\Pi = P_p + P_p^B, \text{ тис. грн.} \quad (10.15)$$

Підставимо у формулу (10.15) значення:

$$\Pi = 2844,06 + 12364,77 = 15208,83 \text{ тис. грн.}$$

Чистий прибуток, який залишається в розпорядженні підприємства (ЧП):

$$\text{ЧП} = \Pi - \Pi \times \text{СтП}, \text{ тис. грн.} \quad (10.16)$$

де СтП – базова відсоткова ставка податку на прибуток (18 % на момент розрахунків), СтП=0,18.

В нашому проєкті чистий прибуток, який залишається в розпорядженні підприємства, дорівнюватиме:

$$\text{ЧП} = 15208,83 - 0,18 \times 15208,83 = 12471,24 \text{ тис. грн.}$$

10.6 Розрахунок інвестицій

У загальному вигляді суму інвестицій (капітальних вкладень) визначаємо за формулою [51; 52; 53]:

$$I = I_{\text{буд}} + I_{\text{уст}} + T + M + V_{\text{н}} + V_{\text{з}} + Д - Л + \Delta \text{ОК}, \text{ тис. грн.}, \quad (10.17)$$

де $I_{\text{буд}}$ – витрати на будівельні роботи, тис. грн;

$I_{уст}$ – вартість придбання устаткування, тис. грн;

T – транспортно-заготівельні (транспортно-складські) витрати по устаткуванню (3 % від вартості придбання устаткування), тис. грн;

M – вартість монтажу устаткування (15 % від вартості придбання устаткування), тис. грн;

V_H – невраховані витрати (10-15 % від вартості придбання устаткування), тис. грн;

V_3 – залишкова вартість устаткування, яке демонтують, тис. грн;

D – вартість демонтажу (5 % від первісної вартості устаткування, яке демонтують), тис. грн;

L – ліквідаційна вартість устаткування, яке демонтують (у дійсних розрахунках дорівнює 0), тис. грн;

ΔOK – приріст власних оборотних коштів, тис. грн.

У практиці проектування використовують також інший, простіший метод визначення обсягу інвестицій, який можна розрахувати за формулою:

$$I = ПЗ \times I_{пит}, \text{ грн.}, \quad (10.18)$$

де $ПЗ$ – передбачена проектом місткість нового елеватора, тонн;

$I_{пит}$ – питомі інвестиції на одиницю місткості, грн/тонну місткості.

Цей укрупнений метод рекомендовано для практичного застосування в дипломному проекті.

В нашому випадку потрібний для будівництва міні-елеватора обсяг інвестицій визначаємо укрупненим методом.

Передбачені проектом потужності ($ПЗ$), які вводяться, розраховані у розділі «Техніко-економічне обґрунтування проекту» та дорівнюють 16,6 тис. тонн.

Питомі інвестиції у будівництво ($I_{пит}$) прийmemo на рівні 80 дол. США (2233,6 грн) на тонну місткості міні-елеватору. Перераховано за курсом Національного банку України на 19.05.21 р. за допомогою сайту <https://kurs.com.ua> [49] – 27,92 грн за 1 дол. США.

В результаті інвестиції на будівництво дорівнюватимуть:

$$I = 16,6 \times 2233,6 = 37077,76 \text{ тис. грн}$$

10.7 Розрахунок рентабельності інвестицій

Рентабельність інвестицій на будівництво нового міні-елеватору знаходимо за формулою:

$$R = (\text{ЧП} : I) \times 100, \% \quad (10.19)$$

тобто для даного проекту:

$$R = (12471,24 / 37077,76) \times 100 = 33,64 \%$$

10.8 Розрахунок строку окупності інвестицій

Строк окупності інвестицій (Т) визначаємо за формулою:

$$T = I / \text{ЧП, роки} \quad (10.20)$$

де I – інвестиції (капітальні вкладення), тис. грн.

У тому випадку, коли строк окупності капітальних вкладень не перевищує чотирьох років, можна зробити висновок про їх економічну ефективність.

$$T = 37077,76 / 12471,24 = 3 \text{ роки.}$$

Строк окупності інвестицій у будівництво нового міні-елеватору дорівнює 3 роки, що не перевищує нормативний термін 4 роки.

Величина строку окупності свідчить про економічну ефективність інвестицій.

10.9 Основні техніко-економічні показники проекту

Техніко-економічні показники проекту наведені в табл. 10.7.

Таблиця 10.7 – Основні техніко-економічні показники проекту будівництва нового міні-елеватору

| № | Найменування показника та одиниці його виміру | Величина показника |
|-----|--|--------------------|
| 1. | Місткість елеватора, тис. тонн | 16,6 |
| 2. | Річний обсяг реалізації робіт та послуг (виручка), тис. грн (див. табл. 10.5) | 21879,86 |
| 3. | Чисельність працівників, осіб | 13 |
| 4. | Середньорічний обсяг реалізації продукції на одного працівника, тис. грн/особу (п. 2 : п. 3) | 1683,07 |
| 5. | Собівартість робіт та послуг за рік, тис. грн (див. табл. 10.6) | 19035,80 |
| 6. | Прибуток від наданих робіт та послуг за рік, тис. грн (п. 2 – п. 5) | 2844,06 |
| 7. | Прибуток від продажу власного зерна, тис. грн | 12364,77 |
| 8. | Чистий прибуток, тис. грн ((п. 6+п.7) x 0,82) | 12471,24 |
| 9. | Інвестиції, тис. грн | 37077,76 |
| 10. | Строк окупності інвестицій, роки | 3 |
| 11. | Рентабельність інвестицій, % | 33,64 |

Висновки

Виявлений в Закарпатській області дефіцит місткостей для зберігання вирощуваного зерна в кількості 347,98 тис. тонн робить доцільним будівництво нового міні-елеватора місткістю 16,6 тис. тонн.

Нове будівництво потребує інвестицій у розмірі 37077,76 тис. грн.

Впровадження цього проекту дасть можливість отримати виручку (річний обсяг робіт та послуг) у розмірі 21879,86 тис. грн, собівартість при цьому дорівнюватиме 19035,8 тис. грн.

Потрібна чисельність працівників – 13 особи, а середньорічний обсяг продукції на одного працівника дорівнює 1683,07 тис. грн/особу, що є добрим показником в галузі.

Прибуток від наданих робіт та послуг за рік дорівнюватиме 2844,06 тис. грн, а прибуток від продажу власного зерна – 12364,77 тис. грн. Чистий прибуток, який отримано в результаті реалізації додаткового обсягу робіт та послуг в сумі 12471,24 тис. грн, дозволяє окупити необхідні для нового будівництва інвестиції в розмірі 37077,76 тис. грн протягом 3 років (тобто в термін менше встановленого за нормативами – 4 роки) з рентабельністю 33,64 %.

При будівництві нового міні-елеватору створюються нові робочі місця, виробництво не є шкідливим з точки зору екології, що відображає соціальний і екологічний ефекти від впровадження проекту.

Все це свідчить про господарську необхідність і економічну ефективність запропонованого проекту будівництва нового міні-елеватора на 16,6 тис. тонн в Закарпатській області.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Міні елеватор – майбутнє прогресивного фермерства // ТОВ “ДП-УКРАЇНА”. 2020. 13 Лютого. URL: <https://gmt.net.ua/novini/fermerskiy-mini-elevator-2/> (дата звернення: 14.03.2023).

2. В Україні дефіцит елеваторів. Чи буде куди складати новий врожай? // АГРОФРОНТ– 2022. – URL: <https://agravery.com/uk/posts/show/v-ukraini-deficit-elevatoriv-ci-bude-kudi-skladati-novij-vrozaj> (дата звернення: 19.04.2023).

3. Гайдук О. Підсумки 2022: руйнування і будівництво елеваторів // Elevatorist.com, 2023. 4 січня. URL : <https://elevatorist.com/spetsproekt/185-pidsumki-2022-ruynuvannya-i-budivnitstvo-elevatoriv>. (дата звернення 20.04.2023).

4. Аналітична довідка про зерновий ринок та стан потужностей для зберігання зерна в Україні. // KMZ INDUSTRIES URL: <https://kmzindustries.ua/news/analitichna-dovidka-pro-zernovij-rinok-ta-stan-potuzhnostej-dlja-zberigannja-zerna-v-ukraini-stanom-na-30-listopada-2022-r> (дата звернення 18.04.2023).

5. Площі, валові збори та урожайність сільськогосподарських культур за їх видами та по регіонах у 2018 році /дані Державної служби статистики України // URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 20.04.2023).

6. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Проектування підприємств галузі» для студентів, що навчаються за навчальним планом бакалаврів спеціальності 181 «Харчові технології» спеціалізації «Технології зберігання і переробки зерна» денної і заочної форм навчання /Укл.: Л.Д. Дмитренко, Т.В. Страхова, Л.К. Овсянникова, А.К. Кац. Під. ред. Станкевича Г.М. Одеса: ОНАХТ, 2018. 61 с.

7. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту з курсу «Проектування підприємств галузі» зі спеціальності 181 «Харчові технології» галузі знань 18 «Виробництво та технології» ступінь бакалавр денної та заочної форм навчання/ Укладачі Г.М. Станкевич, Т.В. Страхова. – Одеса: ОНАХТ, 2018. – 52 с.

8. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Технологія зберігання та сушіння зерна», розділ «Технологія елеваторної галузі» для студентів СВО «Бакалавр» освітньо-професійної програми «Технології зберігання і переробки зерна» зі спеціальності 181 «Харчові технології» галузі знань 18 «Виробництво та технології» денної і заочної форм навчання / Укл.: Станкевич Г.М., Кац А.К., Дмитренко Л.Д. Одеса: ОНТУ, 2022. 46 с.

9. Конспект лекцій з курсу «Технологія зберігання та сушіння зерна», розділ «Технологія елеваторної галузі» для студентів спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форм навчання / Уклад. А.К. Кац, Г.М. Станкевич, Л.К. Овсянникова. – Одеса: ОНАХТ, 2020. – 47 с.

10. Пожежна безпека. Норматива акти та інші документи. Т. 1-4. Київ, 1997.

11. Методичні вказівки до виконання курсового і дипломного проектів з курсу “Технологія елеваторної промисловості” “Проектування робочої башти і силосних корпусів елеватора” ч. 2 для студентів денної і заочної форм навчання / Укл. Г.М. Станкевич, Л.Ф. Будюк, Д.В. Сорочан і ін. За редакцією Г.М. Станкевича. Одеса: ОНАХТ, 2003. 38 с.

12. Альбом нормалей обладнання для хлібоприймальних підприємств та елеваторів / Укл.: Г.М. Станкевич, Т.В. Страхова, О.В. Зарубін, О.В. Омелянюк, К.В. Федорова Одеса: ОНАХТ, 2011. 99 с.

13. Сушилка для зерна и масличных Schmidt-Seeger Eco Dry LEEA: веб-сайт. URL: <https://www.oborudunion.ru/sushilka-dlya-zerna-i-maslichnyh-schmidt-seeger-eco-dry-leea-1000983334> (дата звернення: 12.05.2023).

14. Методичні вказівки до оформлення пояснювальної записки і графічної частини кваліфікаційної роботи для студентів, що навчаються за навчальним планом магістрів спеціальності 181 «Харчові технології» галузі знань 18 «Виробництво та технології» денної і заочної форм навчання / Укл. Л.Д.Дмитренко. Під ред. Г.М. Станкевича. – Одеса: ОНАХТ, 2020. – 51 с.

15. Післязбиральна обробка зерна та зерносховища: навч. посіб. / Г.М. Станкевич, А.К. Кац, Т.В. Страхова та ін.; за ред. Г.М. Станкевича. Одеса : КП ОМД, 2022. 154 с.

16. Монтик П.М., Штепа Є.П. Методичні вказівки до виконання розділу дипломного проекту «Енергозабезпечення та енергозбереження». Одеса: ОНАХТ, 2008. 15 с.

17. Монтик П.М. Електротехніка та електромеханіка. Навчальний посібник. Львів: ”Новий світ-2000”, 2007. 500 с.

18. Методические указания к электрической части дипломного проекта / Сост.: Буканов Н.Г, Ган М.Б., Кирпичников В.П.- М.: Московский ин-т нар.хоз-ва им. Г.В.Плеханова, 1973. 99 с.

19. Иванов А.А., Монтик П.Н. Электротехника и основы электроники. Учебное пособие. - Одесса:”Друк”, 2000. 448 с.

20. Иванов А. А. Электрооборудование пищевых предприятий.- 5-е изд., перераб. и доп.- К.: Вища школа, 1985. 287с.

21. Правила проектування та налагодження аспіраційних і пневмотранспортних установок підприємств по збереженню та переробці зерна / О.І. Гапонюк, Є.А. Дмитрук, В.І. Квітинський, О.Н. Гоф, Н.М. Опря / Зернова столиця, Одеса-Київ. 2014. 130 с.

22. Гапонюк О.І., Гончарук Г.А., Ульяницький А.В. Методичні вказівки до виконання розділу дипломного проекту «ВЕНТИЛЯЦІЙНІ УСТАНОВКИ» при проектуванні або реконструкції підприємств по збереженню і переробці зерна. Одеса : ОНАХТ, 2014. 28 с.

23. Вентиляционные установки зерноперерабатывающих предприятий (Изд. 3-е, доп.и перераб. Под ред. д-ра техн. Наук, проф. А.И. Дзядзио. М.: Колос, 1974. 400с.

24. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Технологія зберігання та сушіння зерна: Технологія елеваторної промисловості» для студентів напряму підготовки 6.051701 денної та заочної форм навчання / Укл. Станкевич Г.М., Кац А.К., Овсянникова Л.К., Дмитренко Л.Д. Одеса: ОНАХТ, 2015. 32 с.

25. СНиП 2.10.05 – 85 «Предприятия, здания и сооружения по хранению и переработке зерна Министерства Хлебопродуктов СССР (части 1, 2, 3). – Москва: ЦНИИТЭИ. – 1989.

26. Закон України "Про охорону праці" (нова редакція, зі змінами, 2004 р.) URL: <http://pravoved.in.ua/section-law/187-zuoot.html> (дата звернення: 02.11.2021).

27. ГОСТ 12.003-74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». [Чинний від 1976-01-01]. Вид. офіц. Москва, 1976. 5 с. (Інформація та документація).

28. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. [Чинний від 1999-12-01]. Вид. офіц. Київ, 1999. (Інформація та документація).

29. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. [Чинний від 1999-12-01]. Вид. офіц. Київ, 1999. (Інформація та документація).

30. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. [Чинний від 1989-01-01]. Вид. офіц. Москва, 1989. 100 с. (Інформація та документація).

31. ДСН 3.3.6.042-99. Санитарные нормы микроклимата производственных помещений. [Чинний від 1999-12-01]. Вид. офіц. Київ, 1999. (Інформація та документація).

32. ДНАОП 0.00-1.32-01. Правила устройства электроустановок. Электрооборудование специальных установок. [Чинний від 2001-06-21]. Вид. офіц. Київ, 2001. (Інформація та документація).

33. НАПБ Б.03.002-2007. Нормы определения категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности [Чинний від 2007-12-03]. Вид. офіц. Київ, 2007.

34. ДБН В.2.5-28-2018 «Природне і штучне освітлення». [Чинний від 2018-02-28]. Вид. офіц. Київ, 2017. (Інформація та документація).

35. ГОСТ 12.1.005 – 88 Система стандартов безопасности труда [Чинний від 1989-01-01]. Вид. офіц. Москва, 1989. (Інформація та документація).

36. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці» в дипломному проекті для спеціалістів та магістрів 7.05170101, 8.05170101 денної і заочної форми навчання / Укл. О.А.Нетребський, О.О.Фесенко/ Одеса: ОНАХТ, 2011.-22с.

37. Гречка. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%BA%D0%B0> (дата звернення 06.04.2023).

38. Гречка - основна круп'яна культура. URL: <https://www.rivneprod.gov.ua/2019/04/15/grechka-osnovna-kруп-yana-kultura/> (дата звернення 01.04.2023).

39. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво : Підручник. Київ : Аграрна освіта, 2001. 591 с.

40. Склад і харчова цінність гречки. URL: <https://flexi.com.ua/?p=12902> (дата звернення 26.04.2023).

41. Гречане ралі. Чи підстрибнуть цьогоріч ціни на гречку, як весною 2022 року. URL: <https://focus.ua/uk/economics/556000-grechane-rali-chi-pidstribnut-sogorich-cini-na-grechku-yak-vesnoyu-2022-roku> (дата звернення 26.04.2023).

42. Склад і харчова цінність гречаної крупи. URL: <https://flexi.com.ua/?p=12902> (дата звернення 06.10.2022)

43. Дубініна А.А., Попова Т.М., Ленерт С.О. Аналіз хімічного складу гречаної крупи з гречки різних селекційних сортів. 2014. 4/10 (70).

44. Гречка. Агрокарта посівних площ 2017 // 4SG. 2017. URL: <http://grechka-syraya-grechiha.4sg.com.ua/agromap2017.php>.

45. Типи обробки зерна // SOJAM. URL: <https://sojam.ua/tyпу-obrobky-zerna/> (дата звернення 21.05.2023).

46. Культура – гречка (особливості вирощування та зберігання)// Аграрії разом. URL: <https://agrarii-razom.com.ua/culture/grechka> (дата звернення 21.05.2023).
47. Гречка. Біологічні особливості та технологія вирощування гречки / Аграрний сектор України. URL: <http://agroua.net/plant/catalog/cg-2/c-8/info/cag-217/> (дата звернення 18.04.2023).
48. Решета (сита) Фадеева / Официальный сайт компании "Зерноколос". URL: [//www.zernokolos.ru/company/reheta.php](http://www.zernokolos.ru/company/reheta.php) (дата звернення 19.04.2023).
49. Курс денег. URL: <https://kurs.com.ua> (дата звернення 21.05.2023).
50. Торжинская, Л.Р. Технохимический контроль хлебопродуктов / Л.Р. Торжинская, В.А. Яковенко. М.: Агропромиздат, 1986. 399 с.
51. Методичні вказівки до виконання економічного розділу кваліфікаційної роботи для магістрів 8.091709 денної форми навчання / Укл. Малахова С.В., Осіпов П.В., Дубенко О.О. – Одеса: ОНАХТ, 2003. – 12 с.
52. Осіпов П.В., Басюркіна Н.Й., Дудка Т.В. Методи проведення спеціальних економічних розрахунків / П.В. Осіпов, Н.Й. Басюркіна, Т.В. Дудка [за ред. д.е.н., проф. Осіпова П.В.]. – Одеса : Друк, 2010. – 262 с.
53. Приклад розрахунку економічної частини дипломного проекту на тему «Техніко-економічне обґрунтування проекту реконструкції млина» / Укл. Попов Л.П. – Одеса: ОНАХТ, 2013. – 16 с.