

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

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

УДК 631.3.03

ПРЕДЧУК ДМИТРО МИХАЙЛОВИЧ

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ КОРЕНЕПЛОДІВ З МОДЕРНІЗАЦІЄЮ
КОНСТРУКЦІЇ ГРОХОТА**

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

Кваліфікаційна робота містить результати власних розробок. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Д. М. Предчук

Керівник роботи

Заєць М. Л.

кандидат технічних наук, доцент

Житомир – 2023

АНОТАЦІЯ

Предчук Дмитро Михайлович. Удосконалення технологічного процесу післязбиральної обробки коренеплодів з модернізацією конструкції грохота.

– Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

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

Під час виконання кваліфікаційної роботи було виконано обґрунтування технологічної схеми модернізації місць для зберігання харчових коренеплодів. Проведено розрахунок і удосконалення системи активної вентиляції в сховищі для зберігання овочів. Визначено параметри повітрообміну в овочесховищі та спроектовано систему вентиляційної камери. Здійснено розрахунок технологічної карти зберігання продукції.

В процесі удосконалення конструкції одновального гіраційного грохота, виконано розрахунок основних технологічних параметрів та режимів його роботи. Обґрунтовано конструкцію робочого органу вузла машини, описано будову та принцип роботи агрегату. Проведено кінематичні розрахунки та конструювання ланцюгової передачі грохота.

Здійснивши техніко-економічну оцінку проекту, отримано питомі експлуатаційні показники роботи сховища. Розрахунок собівартості зберігання доводить економічну ефективність впровадження системи активної вентиляції та ефективність її застосування при зберіганні коренеплодів.

Ключові слова: грохот гіраційний, параметри, вузол машини, зберігання овочів, коренеплоди, конструювання.

ABSTRACT

Dmytro Predchuk. Improvement of the technological process of post-harvest processing of root crops with the modernization of the screen design. -

Qualification work on manuscript rights.

Qualification work for obtaining the first bachelor's degree in specialty 208 Agricultural engineering. – Polissia National University, Zhytomyr, 2023.

During the performance of the qualification work, the substantiation of the technological scheme of modernization of places for storage of edible root crops was performed. The calculation and improvement of the active ventilation system in the warehouse for storing vegetables was carried out. The air exchange parameters in the vegetable storage were determined and the ventilation chamber system was designed. The calculation of the technological map of product storage was carried out.

In the process of improving the design of the single-turn gyratory screen, the main technological parameters and modes of its operation were calculated. The design of the working body of the machine unit is substantiated, the structure and principle of operation of the unit are described. Kinematic calculations and construction of the screen chain transmission were carried out.

After carrying out a technical and economic assessment of the project, the specific operational indicators of the storage operation were obtained. The calculation of the cost of storage proves the economic effectiveness of the introduction of the active ventilation system and the effectiveness of its use in the storage of root crops.

Key words: gyratory screen, parameters, machine unit, storage of vegetables, root crops, pruning.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗБЕРІГАННЯ	
ХАРЧОВИХ КОРЕНЕПЛОДІВ	
1.1 Обґрунтування параметрів сховища для зберігання коренеплодів.....	7
1.2. Розрахунок і удосконалення системи активної вентиляції сховища...	10
1.3 Визначення параметрів повітрообміну в овочесховищі.....	17
1.4. Обґрунтування параметрів системи вентиляції.....	21
1.5 Проектування технологічного процесу вентилявання.....	21
Висновки до розділу 1.....	23
2. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ГІРАЦІЙНОГО ГРОХОТА	
2.1 Розрахунок основних технологічних параметрів та режимів роботи агрегату.....	24
2.2 Обґрунтування параметрів робочих органів і вузлів машини.....	28
2.3 Будова та принцип роботи одновального гіраційного грохота.....	29
2.4. Кінематичні розрахунки.....	31
2.5 Розрахунок ланцюгової передачі.....	33
Висновки до розділу 2.....	38
3. ТЕХНІКО - ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ	
3.1. розрахунок техніко-економічних показників сховища.....	39
3.1.1. Розрахунок собівартості зберігання.....	40
3.2. Очікувана економічна ефективність впровадження системи активної вентиляції.....	43
Висновки до роділу 3.....	44
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	46
ДОДАТКИ.....	48

ВСТУП

Актуальність теми. Процес вирощування харчових коренеплодів таких, як столові буряки, морва та інших – є досить складною та енергозатратною справою, оскільки, вимагає досить гнучких підходів і застосування високо технологічних прийомів та сільськогосподарських агрегатів для вирощування та їх збирання. Але на цьому етапі проблема при виробництві не закінчується, з’являються нові труднощі при збереженні їх товарності та харчових якостей, тому даний процес вимагає до себе багато уваги та затрат. Першим кроком при зберіганні, на наш погляд, є правильність вибору районованих сортів продукції, стійкість до хвороб та тривалість зберігання до їх реалізації. Слідкуючими показниками є забезпечення шадливого збирання та транспортування коренеплодів до сортувальних пунктів та місць зберігання. Третій досить відповідальний крок це забезпечити умови та відповідні кліматичні режими зберігання продукції. Для реалізації цих етапів слід вирішити досить складні агротехнічні та інженерні завдання. Тому тема роботи є досить актуальною та вимагає детальної розробки заходів, якраз по третьому етапу зберігання овочів та забезпечення ощадного сортування та створення раціональних технологічних параметрів мікроклімату в сховищі. Звідки слідує мета роботи.

Мета роботи: удосконалення технологічного процесу післязбирального обробітку коренеплодів, шляхом модернізації процесу ощадного сортування гіраційним грохотом.

Для досягнення даної мети слід вирішити наступні завдання:

1. обґрунтувати технологічну схему удосконалення сховища для зберігання харчових коренеплодів;
2. виконати модернізацію конструктивної схеми оновального гіраційного грохота;
3. провести техніко-економічну оцінку прийнятих рішень в роботі.

Об'єктом удосконалення є - технологічний процес активної вентиляції місць зберігання продукції.

Предметом розробки являється – взаємозв'язок між конструктивними та технічними показниками роботи машини для післязбиральної обробки коренеплодів.

Методи, які застосовувались при виконанні. Проектування проводились із застосуванням методів механіко-технологічного та математичного розрахунку деталей машин і механізмів, цифрові, програмні способи вирішення задач.

Перелік публікацій автора за темою роботи:

1. Заєць М. Л. Розрахунок і удосконалення системи активної вентиляції сховища / М. Л. Заєць, Д. М. Предчук // Наукові читання–2023: матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики. 19 квітня 2023 р. Житомир: Поліський національний університет, 2023. С.138-143.
2. Заєць М. Л. Удосконалення конструкції одновального гіраційного грохота / М. Л. Заєць, Д. М. Предчук // Зб. Тез IX Всеукраїнської науково-практичної конференції «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь» 5 квітня 2023 р. Житомир: ЖАТФК, 2023. С.23-25.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 20 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 48 сторінок комп'ютерного тексту, 2 рисунків та 5 таблиць.

1. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗБЕРІГАННЯ ХАРЧОВИХ КОРЕНЕПЛОДІВ

1.1 Обґрунтування параметрів сховища для зберігання коренеплодів

Зберігати плоди і овочі в стаціонарних сховищах, особливо в комплексах, надійніше і економічно вигідніше. На відміну від буртів і траншей, в них легше підтримувати необхідний режим зберігання, більше можливостей для завантажування, вивантажування і товарної обробки продукції, простіше реалізувати овочі взимку.

За способом зберігання овочесховища бувають контейнерні або тарні, засічні, сховища для зберігання овочів суцільним шаром, іноді трапляються стелажні.

Тарний спосіб зберігання – найбільш прогресивний. Перевага його в полягає в тому, що овочі на плантаціях затарюють у ящики або контейнери та піддони ящикові, транспортують і завантажують у сховища без зайвих перевантажень. При такому способі зберігання є змога систематично оглядати овочі в будь-яку пору року і в разі потреби негайно видаляти ящики чи контейнери із зіпсованою продукцією.

Недоліком цього способу зберігання є значні витрати на виготовлення та придбання ящиків, піддонів ящикових і контейнерів. Але якщо дбайливо ставитись до тари, її можна використовувати більше десяти років. Додаткові витрати при використанні тари окупаються збереженням високих товарних якостей продукції. Перспективними для пакування, транспортування та зберігання овочів є складні і розбірні ящики, а також тара з шпона, полімерних матеріалів та картону.

При активному вентиляванні повітря подається через масу продукції, рівномірно омиваючи кожний її екземпляр, внаслідок чого вдається значно швидше охолодити, утеплити і осушити об'єкт зберігання, підтримувати у всіх

точках штабеля рівні умови температури, вологості і складу газового середовища, не побоюючись самозігрівання і відпотівання, збільшити висоту завантаження, подати в шар продукції екзогенні росторегулюючі речовини. В результаті з'являється можливість економніше використовувати об'єм сховища, знизити затрати і збільшити строк зберігання.[16]

Система активного вентиляювання дозволяє практично всі приміщення сховища зайняти продукцією. При цьому висота штабеля обмежується тільки механічною міцністю екземплярів продукції і необхідністю повітряного проміжку біля стін і перекриття сховища в 0,5 – 1 м. На практиці висота шару визначається можливостями механізмів завантаження. Коефіцієнт використання корисного об'єму сховища з активним вентиляюванням виходить самим високим в порівнянні з іншими системами (табл. 1.1).[17]

Таблиця 1.1 - Коефіцієнт використання об'єму овочесховищ при різних системах вентиляювання

Система вентиляції сховищ	Розміщення продукції	Коефіцієнт використання об'єму, т/м ³
Природна	В засіках	0,14 – 0,2
Примусова	В контейнерах	0,17 – 0,25
Активна	Суцільним штабелем	0,33 – 0,4

Основна перевага активного вентиляювання-можливість підтримувати вирівнянні умови, близькі до оптимальних, у всій масі продукту. Значення цих умов неоднакове, але основну роль грає швидке охолодження продукції і підтримання оптимальної температури. Один з показників системи вентиляції-кількість повітря, яке слід подавати через штабель овочів для підтримання

оптимальних умов. Розрахунок цього показника проводять поки що приблизно. Він не дозволяє врахувати всю різновидність поєднань змінюючих умов: погоди, конструктивних особливостей сховища, властивостей продукції. В результаті виявляється, що чим тепліша погода восени в період охолодження в даній зоні, тим більша повинна бути питома подача повітря(табл. 1.2)[18]

Таблиця 1.2 – Основні показники охолодження столових буряків при активному вентиляванні

Овочі	Висота шару, м	Питома подача повітря, м ³ /т*год	Середня швидкість охолодження, °С/год	Гradient температури в штабелі, °
Столовий буряк	3,0 – 5,0	60 - 80	0,06	0,7

Ще позитивна дія активного вентилявання - це можливість швидко осушити партії продукції, зібраної в дощову погоду. У великих спеціалізованих господарствах, де за короткий час поступають з поля великі об'єми продукції, обсушити їх перед зберіганням природнім шляхом не можливо. Овочі зразу завантажують в сховища, а обсушування здійснюють. Подаючи повітря з максимальною інтенсивністю в ті закутки або зони сховища, де розміщена волога продукція. Вентилювання проводять цілодобово. Незважаючи на те, що найбільш ефективно обсушування в день. Коли відносна вологість повітря найменша. Припиняють її лише в хмарну дощову погоду. Повне просушування здійснюється за 1 – 2 доби вентилявання.

Активне вентилявання запобігає відпотіванню продукції, оскільки при цьому відсутні різкі перепади температури і вологості по зонах штабелю. Необхідною умовою є надійне утеплення перекриття з тим, щоб різниця температури повітря над продукцією і в штабелі була мінімальна. Інколи з цією

метою у верхню зону сховища, над продукцією, направляють потік підігрітого повітря, температура якого на 1 – 2 °С вища, ніж в її товщі.[17]

При стабільних умовах вологість повітря в штабелях овочів достатньо великого об'єму близька до насичення. Її можна назвати рівноважною вологістю. В момент вентилявання внаслідок подачі в штабель продукції більш холодного повітря відбувається різке зниження його відносної вологості. Але таке зниження спостерігається лише в момент вентилявання, по закінченню якого початкова висока вологість - внаслідок волого виділення овочів-знову швидко оновлюється.

Восени, коли для швидкого охолодження продукції доводиться вентилювати значну частину доби, втрата маси дійсно трохи вища, ніж при природній вентиляції. В наступні періоди зберігання, коли в штабелі складаються оптимальні умови і до вентилявання проходить зрідка, втрати маси виявляються значно меншими, ніж при природній вентиляції внаслідок підтримання більш низької вирівняної температури, обмеження розвитку мікробіологічного пошкодження і більш пізнішого проростання.

Автоматизація активного вентилявання здійснюється за допомогою вимірювальних перетворювачів температур (ВП), при зміні показів яких проходить вмикання і вимикання вентиляторів і встановлення регулювальних клапанів повітропроводів в потрібному положенні. Температуру приточного повітря вимірюють з допомогою ВП, розміщеного в магістральному повітропроводі на відстані 2 – 2,5 м від вентилятора.

1.2. Розрахунок і удосконалення системи активної вентиляції сховища

Для початку потрібно визначити кількість тепла, яке необхідно видалити з приміщення. Загальна кількість такого тепла складається з втрат огорожень $Q_{ог}$, інфільтрацією $Q_{інф}$ і втрат тепла на технічні потреби Q_T [19]:

$$Q=Q_{ог}+Q_{инф}+Q_m, \quad (1.1)$$

де $Q_{ог}$, $Q_{инф}$ -враховуються в розрахунках для холодного і перехідного періодів;

Q_m -враховується у всіх випадках.

Тепло в приміщення може поступати із слідуєчи джерел: зовнішні непрозорі огороження $Q_{ог}$; внутрішні огороження $Q_{вн}$; світлові проміжки, за рахунок сонячної радіації Q_p ; виробниче обладнання і технологічні процеси Q_T ; інфільтрація повітря $Q_{инф}$; штучне освітлення $Q_{ос}$; люди Q_L ; нагрівальні прилади системи опалення $Q_{оп}$.

Подача тепла через зовнішні непрозорі огороження в теплий період визначається або за методом Шкловера, або за методом Стюарта. Метод Шкловера більш універсальний, метод Стюарта більш зручний для практичних розрахунків. Результати розрахунків за двома методами практично однакові (відхилення $\pm 5\%$).

Для покрівлі[20]:

$$Q=\kappa_1*\kappa_2*(\Delta t_1+\Delta t_3), \quad (1.2)$$

Для стін[20]:

$$Q=\kappa_2*F*(\Delta t_1+\Delta t_6), \quad (1.3)$$

де Q – кількість тепла, яке поступає через огорожу конструкції, ккал/год;

F – площа стіни або горизонтальної проекції покрівлі, м²;

κ_1 – коефіцієнт, який для без горищних покрівель становить 1,0;

κ_2 – коефіцієнт теплопередачі покрівлі або стіни, ккал/ м²*год*град, в якому прийнятті

величини $a=5,9$ ккал/ м²*год*град, $\vartheta=19,5$ ккал/ м²*год*град;

κ_3 – коефіцієнт, який враховує колір покрівліб для темних $\kappa_3=1,04$; для сірого, блакитного, червоного $\kappa_3=0,8$; для білого $\kappa_3=0,55$.

Δt_1 – еквівалент різниці температур для даної місцевості:

$$\Delta t_1 = t_m - t_e - 0,5 * \Delta t_a - 2,45,$$

Δt_3 – еквівалент різниці температур для будь-яких покрівель:

$$\Delta t_3 = \Delta t_4 + I_1/I_2 * (\Delta t_2 - \Delta t_4),$$

Δt_6 – еквівалент різниць температур для будь-яких стін.

У всіх широтах. Для будь-якого періоду року[20]

$$\Delta t_6 = \Delta t_7 + I_3/I_4 * (\Delta t_5 - \Delta t_7),$$

де t_m – розрахункова зовнішня температура для теплого періоду, $t_m=11$ °С;

t_e – розрахункова внутрішня температура приміщення, $t_e=0$ °С ;

Δt_a – середня амплітуда коливань температури для даної місцевості, $\Delta t_a=14,1$ °С;

$\Delta t_2, \Delta t_4$ – початкова еквівалентна різниця температури для покрівлі, яка обігривається сонцем, і покрівлі яка знаходиться в затінку, $\Delta t_2=14$ °С, $\Delta t_4=4,4$ °С;

$\Delta t_5, \Delta t_7$ – початковий еквівалент різниці температур для стін, які обігріваються сонцем і покрівель, які знаходяться в затінку, $\Delta t_5=5,6$ °С, $\Delta t_7=3,3$ °С;

I_1/I_2 – відношення максимальної активності сонячної радіації на горизонтальну площину для розрахункових умов до активності в серпні при $\varphi = 40$

$$I_1/I_2 = 1.1 \cos \varphi + 0.24 \sin \varphi = 0,99,$$

I_3/I_4 – те ж для вертикальних поверхонь,

$$I_3/I_4 = 0,9 + 0,35 * \cos \varphi - 0,25 * \sin \varphi = 1,$$

φ - географічна широта, град. пн. широти.

Розраховуємо максимальне постування тепла з 1 м² покриття, яке складається: залізобетонна плита (товщина 25 мм, щільність 2500 кг/м³), утеплювач – піносілікат (товщина 160 мм, щільність 600 2500 кг/м³), вирівнюючий шар (товщина 20 мм, щільність 1800 кг/м³), руберойд (товщина 10 мм, щільність 600 кг/м³). Внутрішня температура в приміщенні $t_b=0$ °С, $\kappa_1=1,0$, κ_2 визначаєм, користуючись даними ДБН – А 7-62 з врахуванням коефіцієнтів a і b [21]:

$$\kappa_2 = 1 / (1/5,9 + 0,015/0,16 + 0,16/0,16 + 0,02/0,65 + 0,01/0,15 + 1/19,5) = 0,75 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{град}$$

Визначаємо Δt_1 [21]:

$$\Delta t_1 = t_m - t_6 - 0,5 * \Delta t_a - 2,45 = 11 - 0 - 0,5 * 14,1 - 2,45 = 1,5$$

знаходимо вагу конструкції покрівлі

$$G=0,025*2500+0,16*600+0,02*1800+0,01*600=200 \text{ кг/м}^3$$

З розрахунку видно, що покриття відноситься до середньої важкості.

$$I_1/I_2=1.1\cos\varphi+0.24\sin\varphi=0,99, \Delta t_3=\Delta t_4+I_1/I_2*(\Delta t_2-\Delta t_4)=4,4+1,04*0,86(14+4,4)=20,9 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q=\kappa_1*\kappa_2*(\Delta t_1+\Delta t_3)=1,0*0,75(1,5+20,9)=16,8 \text{ ккал/ м}^2*\text{год.}$$

Надходження тепла через зовнішні огороження

$$Q=0,75*240(1,5+5,6)=1278 \text{ ккал/год}$$

Надходження тепла через внутрішні огороження[19]:

$$Q=\Sigma(\kappa*F(t_c-t_e)m), \quad (1.4)$$

де κ – коефіцієнт теплопередачі огороження, $\kappa=0,2$;

F – площа огороження, м^2

t_c – температура в суміжному приміщенні;

t_e – внутрішня температура приміщення;

m – поправочний коефіцієнт для огороження, $m=0,5$

$$Q=0,2*288*9*0,5=259,2 \text{ ккал/ м}^2*\text{год.}$$

Надходження тепла через ворота, двері[19]:

$$Q=L*n*I_m*v_n, \quad (1.5)$$

де $v_n=1,181 \text{ кг/м}^3$ – щільність повітря;

$$I_m=12,7;$$

L – коефіцієнт, який враховує вид дверей,

$$Q=3*25*12,7*1,181=1574,8 \text{ ккал/ год.}$$

Надходження тепла від штучного освітлення[19]:

$$Q=860*N_{cv}, \quad (1.6)$$

де N_{cv} – потужність освітлювальних приладів не залежно від їх типу

$$Q=860*4,5=3870 \text{ ккал/год.}$$

В теплий (перехідний) період це тепло буде виводитись на зовні, але зимою його можна направити на рециркуляцію (опалення) приміщення.

Крім того, при завантаженні сховища, тільки що привезеною продукцією, температура, яка становить $8 \text{ }^\circ\text{C}$, також буде виділятись певна кількість тепла, а саме $3,8 \text{ кДж/кг*добу}=16 \text{ ккал/кг*год}$, оскільки загальна вага продукції становить 700000 кг , то кількість тепла, яка буде виділятись становитиме $46666,7 \text{ ккал/год}$.

Підсумовуємо кількість тепла, яка присутня в приміщенні, тобто та кількість, яку необхідно видалити зі сховища[19]:

$$\Sigma Q = 16,8 * 480 + 259,2 * 288 + 1574,8 + 3870 + 1278 + 46666,7 = 136102,4$$

ккал/год.

Тепло, яке виділятиметься в приміщенні на початковому етапі зберігання столових буряків не є корисним з точки зору впливу цього тепла на якість зберігання продукції. Але в зимовий період, коли зовнішня температура значно нижча за температуру в приміщенні, потрібно економити тепло і вентилювати приміщення без забору зовнішнього повітря.

Розрахуємо, яка картина теплообміну в нас буде взимку[19]:

Втрати тепла через зовнішні стіни (2):

$$Q = 0,75 * 240 * (-24,5 + 5,6) = -3402 \text{ ккал/год,}$$

Баланс тепла через покрівлю (1.1):

$$Q = 1 * 0,75 * (-24,5 + 37,4) = 9,67 \text{ ккал/год;}$$

Баланс тепла через внутрішні стіни (1.3):

$$Q = 0,2 * 288 * (5 - 0) * 0,5 = 144 \text{ ккал/год.}$$

Надходження тепла від штучного освітлення ми не враховуємо через занадто мале його використання, так само і виділення тепла людьми.

Надходження тепла через ворота, двері (1.4):

$$Q = 3 * 5 * 7,8 * 1,181 = 138,2 \text{ ккал/год}$$

Тепловиділення продукції при зберіганні її при 0 °С становитиме 121527,8 ккал/год.

Підсумовуємо кількість тепла, яка присутня в приміщенні, тобто та кількість, яку необхідно видалити зі сховища:

$$\Sigma Q = -3402 + 9,67 + 144 + 138,2 + 121527,8 = 118417,7 \text{ ккал/год.}$$

1.3 Визначення параметрів повітрообміну в овочесховищі

Кількість повітря, яка необхідна для видалення надлишку тепла в холодний і перехідний період року визначається за формулою[20]:

$$G = Q_{над} / 0,24 * (t_{вих} - t_{пр}) - Q_{mn} / 0,24 * (t_{cp} - t_{пр}), \quad (1.7)$$

де $Q_{над}$ – надлишок тепла в приміщенні, $Q_{над} = 136102,4$ ккал/год;

$t_{вих}$ – температура повітря, яке виходить з приміщення, $t_{вих} = 9$ °С;

$t_{пр}$ – температура приточного повітря, $t_{пр} = -2$ °С;

Q_{mn} – тепловтрати через стіни і внутрішні огороження, $Q_{mn} = 3402$ ккал/год;

t_{cp} – середня температура, $t_{cp} = 5$ °С

$$G = 45838,6 \text{ кг/год.}$$

Визначаємо кількість повітря, яке поступає і яке виходить з приміщення в об'ємних одиницях:

$$L_n = 45838,6 / 1,181 = 38813,4 \text{ м}^3/\text{год},$$

$$L_{вих} = 45838,6 / 1,179 = 38879,2 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Для розрахунку розмірів повітропроводів потрібно виконати вимоги, якими потрібно керуватись, щоб витримати всі технологічні параметри в приміщенні сховища. Довжина сховища має складати 20 м, ширина – 24 м; швидкість повітря в магістральному каналі має складати близько 10 м/с, в бічних відгалужених каналах – біля 5 м/с; частота розміщення бічних каналів – 2 м.

Оскільки довжина приміщення складає 20 м, то кількість відгалужень буде 9 по одну сторону. Розрахуємо кількість повітря, яке буде проходити через кожен канал[20]:

$$X=L/m, \quad (1.8)$$

де L – кількість повітря, яке потрібно подати в приміщення, $L=39000$ м³/год

m – кількість бокових каналів, $m=18$

$$X=39000/18=2167 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Розраховуємо діаметри повітропроводів вентиляційної системи, скориставшись формулою[20]:

$$V= L/(3600* F),$$

з якої знайдемо площу поперечного перетину повітропроводу і тоді визначимо параметр, який нас цікавить[20]:

$$F= L/(3600* V), \quad (1.9)$$

де V – швидкість повітря в центральному каналі, $V=10$ м/с,

$$F=39000/(3600*10)=1,08 \text{ м}^2;$$

визначений діаметр становить $d=1170$ мм, округлимо до стандартного $d=1120$ мм.

За цією ж формулою визначимо площу і діаметр для бічних каналів[20]:

$$F=2170/(3600*6)=0,1 \text{ м}^2, d=357 \text{ мм, стандартний } d=355 \text{ мм.}$$

Магістральний канал ми не виконали у вигляді труби, яка зменшується в діаметрі відповідно до віддалення від вентилятора тому, що в нашому випадку втрати напору на всій довжині повітропроводу майже не відчутні.

Для продуву продукції в бокових каналах роблять отвори для вертикальної подачі повітря в масу[20]

Задаємося діаметром отворів $d_{om}=3$ мм ($f=7 \text{ см}^2$), швидкість витікання повітря через отвори становить 3 м/с.

Визначаємо площу отворів, яку вони будуть займати на одній гілці повітропроводу:

$$F_{om}=2170/(3600*3)=0,2 \text{ м}^2,$$

визначаємо кількість отворів діленням загальної площі отворів на площу одного отвору[20]:

$$n= F_{om}/f=0,2/0,0007=285, \quad (1.10)$$

для визначення загальної кількості отворів на всіх бокових каналах досить це число збільшити у 18 разів (5130 отворів).

Для пробивання отворів в бокових каналах потрібно пробити отвори в заготовці тобто в листах металу, з якого будуть виготовлятися повітряпроводи. Виконується ця операція на станку СТД-86, який призначений для рубання листового прокату і виконання в ньому отворів.

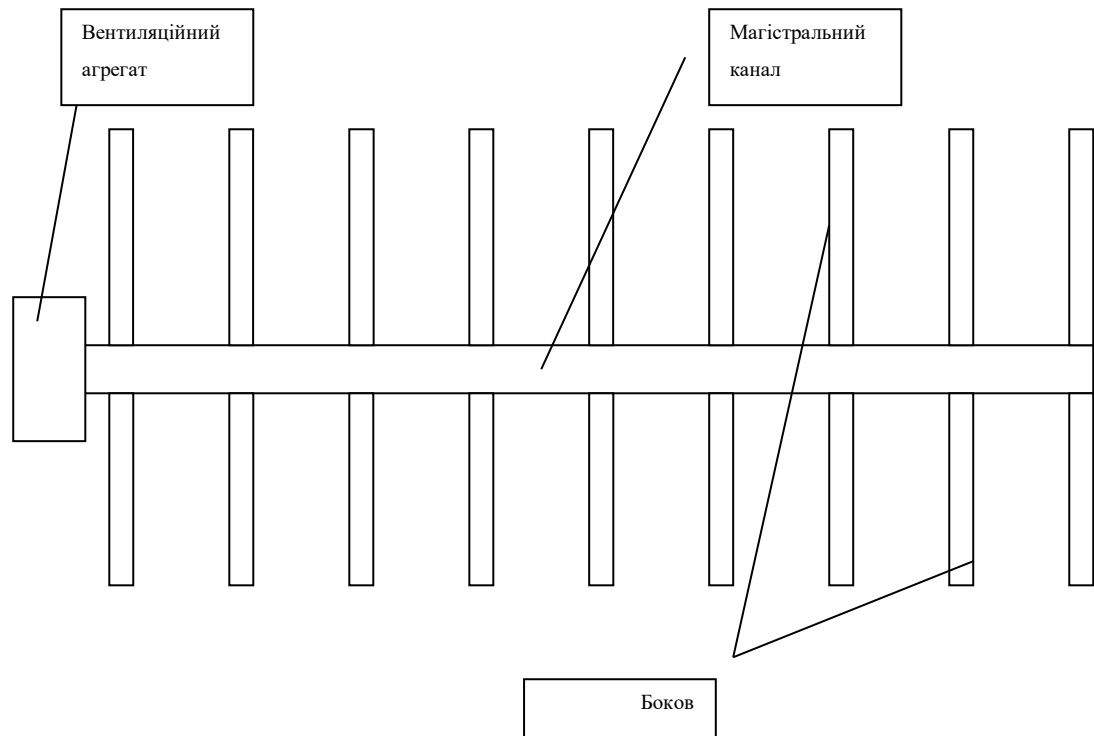


Рис. 1.1 Схема розгалужень повітропроводів в сховищі

З кількості потрібного повітря і повного тиску вибираємо вентиляційний агрегат. Для нашого випадку це Ц4-70 №12 ($n=730 \text{ хв}^{-1}$, $\eta=0,77$) [20].

Вентилятори цієї серії вирізняються високим ККД і призначаються для повітря і газів температурою не більше $100 \text{ }^\circ\text{C}$. Робоче колесо має 12 лопатів, які загнуті назад, що дещо знижує шум, який виникає при роботі вентилятора. Лопатки кріпляться на заклепках. Максимальна колова швидкість колеса 60 м/с . Шків вентилятора 6В500, шків електродвигуна 6В250; клинопас В-4250; тип електродвигуна А02-62-4, потужність 17 кВт ; число обертів 1460 хв^{-1} . [20].

1.4. Обґрунтування параметрів системи вентиляції

Камера системи вентиляції призначена для розміщення в ній систем та агрегатів та обладнання для забезпечення мікроклімату приміщення.

Місця де розміщено обладнання для забезпечення мікроклімату повинні відповідати вимогам пожежонебезпечності з дотриманням норм ДБНУ будівель, де воно працює. Висота будівлі з обладнанням для активного вентиляювання повинна бути не менше ніж на 1,0 м вище максимальної точки агрегатів, але мінімально 2,25 від поверхні кріплення, де знаходяться оператор по обслуговуванню. Відстань проходів між виступами агрегатів та поміж машинами системи і стінами повинна становити не менше 1,0 м. [20]

Агрегати та машини проточних систем мікроклімату та вентиляції монтують на нульовому горизонті підлоги вентиляційних камер. Даний метод розташування є досить розповсюдженим при проведенні монтажу вентиляційного обладнання, що знижує довжину трас повітряпроводу. Необхідно враховувати, що даний спосіб розміщення, вимагає достатньо велику площу приміщення.

Провівши розробку системи вентиляції камери для зберігання коренеплодів, проектні розміри приміщення становлять достатню висоту та ширину, що сягає 5, м на 18 м.

1.5 Проектування технологічного процесу вентиляювання

Під час розробки технологічного процесів необхідно вказати терміни виконання, фізичний об'єм проведення, обладнання та його маркування, та їх параметри. Дані значення показників необхідно, щоб встановити техніко-експлуатаційні параметри розробки, витрату маливо-мастильних та інших витратних матеріалів, а також затрат праці працівників. Оскільки для операційної технології потрібно детально прорахувати всі деталі та випадки.

Основні операції включають: поведення сантарно-зnezаражувальних, транспортно-розвантажувальні, підготовчі процеси, закладання технологічного матеріалу на зберігання, із подальшим (по вимозі чи потребі) видаленням зі зберігання.

Складність даної технології полягає у поєднанні паралельних процесів регулювання параметрів мікроклімату, операцій готування коренеплодів до відправки на реалізацію, що ускладнює дану опертехнологію, оскільки вимагає застосування однотипного обладнання та агрегатів. Наприклад: коренеплоди, деяка частина матеріалу проходить підготовку до зберігання, тобто, їм потрібно охолодити до температури $4...5^{\circ}\text{C}$, то частина може йти на транспортування до реалізації, температуру потрібно створити до $11...14^{\circ}\text{C}$, тому в даний момент ми не можемо забезпечити температурних режимів зберігання. Що призводить до повторного охолодження тієї самої продукції до зберігання та додаткових витрат енергії.

Технологічну карту розраховано на умовний та фізичний об'єм робіт.

Зпроектовано наступні операції:

Графи 1, 2, 3 - вказано загальну масу продукції на зберіганні;

Графи 4, 5 - підготовчі операції до зберігання;

Графи 6, 11- розробка операцій та регулювання режимів роботи обладнання для зберігання, підготовчі процеси до відвантаження маси, операції по навантаженню продукції до реалізації.

Нормативні терміни реалізації технологічних процесів:

Графи 1 - 5 – початок роботи та завершення процесу первинної переробки коренеплодів;

Графа 7 - 9 – забезпечення технологічного часу, що затрачається на процес підготовки до зберігання коренеплодів;

Графа 10-13 – терміни реалізації продукцію протягом часу зберігання.

Перелік обладнання та машин, які забезпечують роботі лінії для зберігання продукції оберемо відповідно до енергетичних показників та їх продуктивності.

Годинну продуктивність обладнання визначимо згідно ТТХ виробника. Визначимо потребу в кількості обладнання і машин в залежності від змінної продуктивності та загального максимального об'єму продукції для переробки та зберігання.

Встановимо сумарну потужність приводу та витрати електроенергії з метою забезпечення роботи обладнання на весь період роботи сховища. Додатково визначимо витрати ППМ для забезпечення транспортних та завантажувально-розвантажувальних робіт. Розрахуємо кількість засобів, що регламентується їхньою продуктивністю та вантажопідйомністю, а також нормативним річним завантаженням часу роботи. Необхідно визначити оптимальну кількість обслуговуючого персоналу та операторів машин і обладнання, що залежить від кількості задіяних засобів механізації та часу використання.

Необхідно визначити затрати людської праці під час виконання робіт, оскільки ці поканики впливають на прямі затрати на заробітну плату працівників.

Висновки до розділу 1.

1. Визначено, що при температурі матеріалу, яка становить $8\text{ }^{\circ}\text{C}$, також буде виділятися певна кількість тепла, а саме $3,8\text{ кДж/кг*добу}=16\text{ ккал/кг*год}$, оскільки, загальна вага продукції становить 700000 кг , то кількість тепла, яка буде виділятися становитиме $46666,7\text{ ккал/год}$. В підсумку кількість тепла, яка присутня в приміщенні становить, $\Sigma Q=136102,4\text{ ккал/год}$.
2. Кількість повітря, яка необхідна для видалення надлишку тепла $Q_{над}=136102,4\text{ ккал/год}$ в холодний і перехідний період року становить $G=45838,6\text{ кг/год}$. тобто *вхідна* $L_n=38813,4\text{ м}^3/\text{год}$, *вихідна* $L_{вих}=38879,2\text{ м}^3/\text{год}$.

2. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ГРАЦІЙНОГО ГРОХОТА

2.1 Розрахунок основних технологічних параметрів та режимів роботи агрегату

Робочі органи машини для післязбиральної обробки коренеплодів виконують основні технологічні операції: прийом, сортування, видалення домішок і некондиційних коренеплодів.

Для прийому коренеплодів з транспортних засобів. Завантажених в навалу в залежності від виду машини або обладнання використовують бункера.

Основними параметрами прийомного бункера являється його місткість V_b . Місткість V_b (в тонах) прийомного бункера повинна бути не менше середньої місткості одиничного транспортного засобу M_{cp} і в той же час забезпечувати роботу попередньої ланки (комбайнів або пунктів) на протязі, як показує практика, максимум однієї зміни, тобто повинна виконуватись умова[4]:

$$M_{cp} \leq V_b \leq Q_{зм} * (z/n), \quad (2.1)$$

де $Q_{зм}$ - продуктивність за зміну обладнання, т;

z – кількість одиниць обладнання;

n – кількість прийомних каналів.

Основними параметрами, характеризуючи ми взаємодію транспортних засобів і сортувальної лінії в умовах потоку, являється час обслуговування:

$$t_{nid} = t_{nid} + t_{on} + t_{eid}, \quad (2.2)$$

де t_{nid} – час, який затрачається на під'їзд;

t_{on} – час, який затрачається на розвантажування або спорожнення;

t_{eid} – час, який затрачується на від'їзд.

Час, на протязі якого транспортний засіб підходить до прийомного бункера і відходить від нього, і час знаходження транспортного засобу в черзі.

$$t_{нд} = 0,3 + 0,6 + 0,15 = 1,05 \text{ год.}$$

При довжині під'їзду l_n і середній швидкості під'їзду і від'їзду v_{cp} загальний час на під'їзд і від'їзд транспортних засобів може характеризуватися залежністю:[4]

$$t_{om} + t_{nod} = (1,5 \dots 1,7) l_n / v_{cp}, \quad (2.3)$$

Виходячи з неперервності потоку, можна вважати, що на другому етапі вивантаження об'єму продукту, який залишився в кузові після першого етапу вивантаження (в m^3): :[4]

$$V_{ocm} = v_{нд} \cdot S_{cp} t_b, \quad (2.4)$$

де $v_{нд}$ – швидкість рухомого дна бункера, м/с;

S_{cp} – середня площа потоку продукту, який забирається рухомим дном бункера, m^2 ;

t_b – час вивантаження, с

$$V_{ocm} = 0,28 * 2,4 * 23 = 8,44.$$

Одним з основних технологічних параметрів є довжина перебирального стола (в м):

$$l_{mn} \geq a l + l_1 + l_2, \quad (2.5)$$

де a – число робочих місць для працівників;

l – довжина робочої зони одного робітника (0,7...0,8 м);

l_1 – довжина завантажувальної ділянки полотна, м;

l_2 – не обслуговуюча відстань від кінця останньої зони до краю полотна,

м.

Таким чином загальна довжина перебирального стола становить 3,5 м.

Продуктивність перебирального стола (в т/год) визначається характером домішок, їх кількістю, а також числом і інтенсивністю роботи перебивальників[4]:

$$Q=(2,4 \dots 4,0)m_{cp} * n * a / x_n, \quad (2.6)$$

де m_{cp} – середня маса одного видаленого тіла, кг;

n – продуктивність робітника на відборі, шт./с;

$$Q=(2,4 \dots 4,0) * 0,2 * 0,9 * 0,12 / 0,1 = 8,32.$$

При умові неперервної і рівномірної роботи лінії продуктивність її визначається за формулою:

$$Q=3,6 * B * t_{cp} * v_k * \varphi * \rho, \quad (2.7)$$

де v_k – швидкість руху коренеплодів по поверхні;

φ - коефіцієнт заповнення поверхні, $\varphi = 0,7 \dots 0,8$;

ρ - густина маси коренеплодів, $\rho = 650 \dots 750$ кг/м³

$$Q=3,6 * 0,75 * 700 * 0,3 * 0,2 = 113,4 \text{ т.}$$

Довжина транспортера $l_{\text{тр}}$ різна і обумовлена компонованням машини. Звичайно $l_{\text{тр}}=1,3\dots2,5$ м. Кут нахилу транспортера $\alpha=35\dots50^\circ$. щоб коренеплоди не скочувались полотно споряджають лопатями. Крок лопатей $t=130\dots160$ мм, а їх висота повинна бути не менша 60 мм. Швидкість руху полотна завантажувального транспортера $0,4\dots0,8$ м/с.[4]

Ширина $B_{\text{п}}$ транспортерної стрічки (в м) повинна бути не менша визначеної величини, яка забезпечить розміщення на ній матеріалу для транспортування без забивання :

$$B \geq 3,3 * l_{\text{max}} + 0,2, \quad (2.8)$$

де l_{max} – максимальний розмір транспортуючих коренеплодів.

Досвід показує, що для коренеплодів $B \geq 0,5$ м.

Для вивантажувального транспортера основними параметрами являється: продуктивність $Q_{\text{т}}$; швидкість руху стрічки $v_{\text{п}}$; споживаюча потужність $N_{\text{т}}$; довжина $l_{\text{т}}$. [4]

Продуктивність транспортера (в т/год):

$$Q_m = 3,6 * F * v_n * l_m * \psi * C \alpha, \quad (2.9)$$

де F – площа поперечного перетину транспортуючого продукту на стрічці, м^2 ;

ψ - коефіцієнт заповнення стрічок;

$C \alpha$ - коефіцієнт, який враховує кут нахилу стрічки,

$$Q_m = 3,6 * 0,08 * 0,8 * 1,2 * 0,7 * 1 = 0,2 \text{ т/год}$$

Потужність, яка необхідна для приводу транспортера в рух (в кВт):

$$N_m = N / \eta, \quad (2.10)$$

де N_o – потужність на ведучому валу транспортера, кВт;

η - ККД приводу,

$$N_m = 3,3 / 0,94 = 3,51 \text{ кВт.}$$

Довжина транспортерів звичайно знаходиться в межах 2...6 м. ширина транспортера 500...800 мм, кут нахилу не більше 30°.

Прийомний бункер, який задіяний на сортувально-очисній лінії має такі параметри:

- довжина 6,0...8,0 м;
- ширина 2,0...3,0 м;
- висота до 1,2 м;
- кут нахилу стрічок до 16°.

2.2 Обґрунтування параметрів робочих органів і вузлів машини

Основні параметри гіраційного грохота: n – частота обертання ексцентричного вала, об/хв.; r – ексцентриситет, мм; b – ширина решета грохота, м; l – довжина решета грохота, м; α - кут нахилу решета, град.

Тихохідний з ковзанням режим роботи гіраційного грохота створює такі умови, при яких можливі пошкодження коренеплодів будуть мінімальними.

Частота обертання ексцентрикового вала при тихохідному режимі[4]:

$$30 \sqrt{f(\cos \alpha - \sin \alpha) / (r * f)} \leq n \leq 30 \sqrt{\cos \alpha / r}, \quad (2.11)$$

де f – коефіцієнт тертя ковзання оброблюваної маси по решету грохота.

Ексцентриситет знаходиться в межах 2 – 9 мм. Враховуючи відому аналогію в роботі коливальних і граційних грохотів, ширину решета і його довжину визначають по залежностям для коливальних грохотів.

Слід відмітити, що із збільшенням кута, підвищується продуктивність грохота в результаті збільшення швидкості руху матеріалу по решету, але при цьому ступінь виділення може знизитись. Стандартноно приймають кут 8...12°. виходячи з допустимої швидкості співудару, що лімітується рівнем пошкодження, допустима частота обертання вала грохота [2]:

$$n=30/(\pi r^2), \quad (2.12)$$

Гіраційний грохот, який застосовується для післязбиральної обробки коренеплодів при цьому може працювати на напівшвидкісних і швидкісних режимах. На цих режимах підвищується транспортна і сепаруюча здатність грохота.

Грохоти для сортування коренеплодів бажано виконувати на вертикальних підвісках. Цим досягається більш спокійна робота машини і менша її вібрація.

2.3 Будова та принцип роботи одновального гіраційного грохота

Під час роботи маса коренеплодів подається на гіраційний грохот, під дією коливань, що здійснюються завдяки ексцентриковому валу, що обертається з частотою 220...250 об/хв., проводиться механічне очищення коренеплодів від ґрунтових домішок, які в свою чергу відводяться на сторону транспортером.

Очищені коренеплоди потрапляють на виносний транспортер і подаються на інші елементи агрегату, де здійснюється доочистка столових коренеплодів.

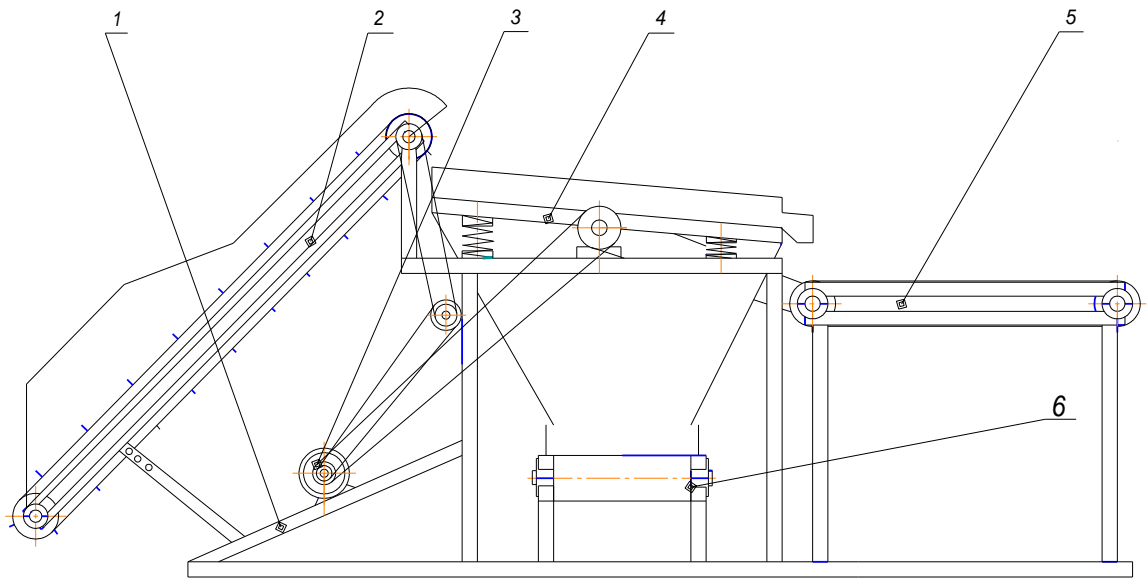


Рис. 4.1. конструкційна схема одновального гіраційного грохота
 1 – рама; 2 – елеватор завантажувальний; 3 – привід; 4 - грохот граційний; 5 –
 вносний транспортер; 6 – транспортер домішок.

Частота обертання ексцентрикового вала грохота повинна становити за розрахунком в межах 220...250 об/хв, щоб забезпечити відповідні параметри роботи не тільки грохота, але й всієї лінії.

Кут нахилу решета грохота не повинен перевищувати 12° інакше зменшиться ступінь сепарації.[4]

Гіраційний грохот здійснює вимушені колові рухи з частотою обертання ексцентричного вала, об/хв.; амплітуда; ширина і довжина грохоту.

Амплітуда коливань:

$$r \leq v^2(\omega^2 r), \quad (2.13)$$

де v - допустима швидкість падіння коренеплоду на решето, $v=1$ м/с;

$$r=25...30 \text{ мм}$$

Частота обертання вала грохота:

$$n=30/(\pi r^2), \quad (2.14)$$

Довжина полотна становить 2,2 м, ширина 0,65 м. Ці дані вибираються відповідно до продуктивності лінії.[4][1]

2.4. Кінематичні розрахунки

Розрахунок будемо проводити для гіраційного грохота, а саме для його ланцюгової передачі.

Вихідні дані для розрахунку:

- $F_t=2000$ Н – пружна сила на барабані грохота;
- $\omega=10$ рад/с – кутова швидкість ведучого вала транспортера;
- $D=0,30$ м – діаметр вала (барабана);
- $t=10000$ год – строк служби приводу.

Визначаємо крутний момент на валу грохота[3]:

$$T=F_t*D/2=2000*0,3/2=300\text{Нм}, \quad (2.15)$$

Визначаємо потужність, яка необхідна для виконання технологічного процесу[3]:

$$P=T*\omega=300*10=3000\text{Вт}=3,0\text{ кВт}, \quad (2.16)$$

Визначаємо потрібну потужність електродвигуна за формулою[3]:

$$P_{\text{дв}}=P/\eta_{\text{заг}}, \quad (2.17)$$

де $\eta_{\text{заг}}$ – загальний ККД приводу.

Визначимо [3]:

$$\eta_{\text{заг}} = \eta_1 * \eta_2, \quad (2.18)$$

$\eta_1 = 0,99 \dots 0,995$ – ККД підшипників кочення вала; [4]

$\eta_2 = 0,92 \dots 0,940$ – ККД відкритої ланцюгової передачі. [4]

До розрахунку приймемо мінімальні значення ККД одиниць.

тоді отримаємо:

$$\eta_{\text{заг}} = 0,99 * 0,92 = 0,91,$$

а потрібна потужність двигуна

$$P_{\text{дв}} = 3,0 / 0,91 = 3,29 \text{ кВт.}$$

Беремо двигун з номінальною потужністю $P_{\text{ном}} = 1,1$ кВт, який буде перевантажений на [3]:

$$\lambda = P_{\text{ном}} - P_{\text{дв}} / P_{\text{ном}} = 3,3 - 3,29 / 3,3 = 0,3\%, \quad (2.19)$$

Перевантаження становить $\lambda = 0,3\%$.

Розрахуємо режим мінімального та максимального значення кутової швидкості електродвигуна, за формулою [3]:

$$\omega_{\text{двмін}} = i_{\text{мін}} \cdot \omega; \omega_{\text{двмакс}} = i_{\text{макс}} \cdot \omega, \quad (2.20)$$

Встановимо максимальне та мінімальне передаточне число:

$$i_{\min} = i_{\text{лп}\min} = 3; i_{\max} = i_{\text{лп}\max} = 5, \quad (2.21)$$

де $i_{\text{лп}\min}$, $i_{\text{лп}\max}$ – мінімальне і максимальне передаточне число ланцюгової передачі.

Кутова мінімальна швидкість вала приводу становить[3]:

$$\omega_{\text{ов}\min} = 3 \cdot 10 = 30 \text{ рад/с}$$

Максимальне значення кутової швидкості вала електродвигуна буде становити:

$$\omega_{\text{ов}\max} = 5 \cdot 10 = 50 \text{ рад/с}$$

Оберемо електродвигун типу АИР-814, потужністю $P_{\text{ном}}=3,3$ кВт; частота обертання ротора $n_{\text{овном}}=1500$ об⁻¹, з швидкістю кутового обертання $\omega_{\text{овном}}=81$ рад/с.

2.5 Розрахунок ланцюгової передачі

Вхідні параметри: потужність на привідному валу $P=3,3$ кВт, кутова швидкість ведучої зірочки $\omega=80$ рад/с, передаточне відношення ланцюгової передачі $i=2$.

Визначаємо число зубів ведучої зірочки[3]:

$$Z_1 = 19 \cdot 2 \cdot i = 19 \cdot 2 \cdot 2 = 25, \quad (2.22)$$

Визначаємо коефіцієнт експлуатації, який являє собою добуток окремих коефіцієнтів, значення яких вибирається з таблиці 3.4 [3].

$$K_e = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (2.23)$$

де K_1 – коефіцієнт динамічності роботи, $K_1=1,2$;

K_2 – коефіцієнт, враховуючий спосіб регулювання натягу ланцюга, $K_2=1,25$;

K_3 – коефіцієнт кута нахилу гілок передачі, $K_3=1,25$;

K_4 – коефіцієнт способу змащування ланцюга, $K_4=1,5$;

K_5 – коефіцієнт режиму роботи, $K_5=1,25$;

K_6 – коефіцієнт міжосьової відстані, $K_6=1,25$.

Обчислюємо коефіцієнт експлуатації: [4]

$$K_e = 1,2 * 1,25 * 1,25 * 1,5 * 1,25 * 1,25 = 4,39.$$

З таблиці 3.5[3] вибираємо допустимий тиск в шарнірах $[p]=21$ МПа ($\omega = 80$ рад/с, $t=19,05 \dots 25,4$ мм).

Крок ланцюга визначається за формулою[3]:

$$t_{\text{л}} = 28 * 3 \sqrt{(P * K_e / Z_1 * \omega * [p] * \kappa_p)}, \quad (2.24)$$

де κ_p – коефіцієнт, який враховує число рядів ланцюга, $\kappa_p=1$ – для однорядного ланцюга.

Після підстановки $t_{\text{л}}=16,14$ мм.

Остаточно приймається крок ланцюга 19,05 мм.

Визначаємо число зубів веденої зірочки[3]:

$$Z_2 = Z_1 * i = 25 * 2 = 50, \quad (2.25)$$

приймаємо число зубів $Z_2=50$.

Уточнене значення передаточного відношення:

$$i=Z_2/Z_1=50/25=2. \quad (2.26)$$

Оскільки величина уточненого передаточного відношення співпадає з розрахунковою, то додаткова перевірка не потрібна. Приймаємо величину міжосьової відстані з кроком рівної $a_p=40$.

Тоді число ланок ланцюга дорівнюватиме:[3]

$$L_p = \frac{2a_p + (Z_1 + Z_2)}{2} + \frac{(Z_2 - Z_1)^2}{2\pi a_p}, \quad (2.27)$$

де a_p – міжосьова відстань ланцюгової передачі в кроках

$$L_p=2*40+38,5+0,14=118,64$$

приймаємо число ланок ланцюга рівним $L_p=120$.

Уточнюємо міжосьову відстань в кроках:

$$a_p=1/8*(L_p-0,5(Z_1+Z_2)+\sqrt{(L_p-0,5(Z_2+Z_1))^2-8*((Z_2-Z_1)/2\pi)^2}), \quad (2.28)$$

$$a_p=1/8(103-0,5(25+50)+\sqrt{(120-0,5(50+25))^2-8((50-25)/(2*3,14))^2})=40.$$

Фактична міжосьова відстань дорівнює[3]:

$$a=(30\dots 50)t_n=40*19,05=762,5\text{мм}. \quad (2.29)$$

Монтажна міжосьова відстань становитиме [3]:

$$a_m = 0,995 * a = 0,995 * 762,5 = 758,6 \text{ м} \quad (2.30)$$

Довжина ланцюга визначиться як[3]:

$$L = 103 * 19,05 = 1962,15 \text{ мм}$$

На останній стадії проектного розрахунку визначимо ділильні діаметри ведучої D_1 і веденої D_2 зірочок[3]:

$$D_1 = (t_l * Z_1) / (\sin \pi / Z_1) = 151,9 \text{ мм}, \quad D_2 = (t_l * Z_2) / (\sin \pi / Z_2) = 303,4 \text{ мм}, \quad (4.31)$$

2.6 Конструювання зірочок ланцюгової передачі

Профілювання зірочок роликкових ланцюгів рекомендують виробляти по ГОСТ 591-69, який передбачає зносостійкі профілі без зміщення і зі зміщенням для нереверсивних передач.[3]

Шарніри ланок ланцюга, які знаходяться в зачепленні із зірочкою, розміщуються на ділильній окружності зірочки.

Діаметр ділильної окружності[3]:

$$d_d = t / \sin(180/Z), \quad (2.32)$$

для ведучої зірочки[3]:

$$d_d = 19,05 / \sin(180/25) = 151,9 \text{ мм},$$

для веденої зірочки[3]:

$$d_d = 19,05 / \sin(180/30) = 182 \text{ мм.}$$

Визначаємо діаметр округлості виступів[3]:

$$D_e = t(0,5 + \text{ctg}180/Z), \quad (2.33)$$

для ведучої зірочки[3]:

$$D_e = 19,05(0,5 + \text{ctg}180/15) = 100 \text{ мм,}$$

для веденої зірочки[3]:

$$D_e = 19,05(0,5 + \text{ctg}180/30) = 200 \text{ мм.}$$

Профілі зуба складаються з[3]:

- западини, яка описується радіусом

$$r = 0,5025 * D + 0,05 = 0,5025 * 11,91 + 0,05 = 6 \text{ мм,} \quad (2.34)$$

де D – діаметр ролика ланцюга;

- дуги, яка окреслюється радіусом

$$r_1 = 0,8 * D + r = 0,8 * 11,91 + 6 = 16 \text{ мм,} \quad (2.35)$$

Визначаємо ширину зубчатого вінця зірочки однорядного ланцюга[3]:

$$e = 0,93 * B_{en} - 0,15 = 0,93 * 30 - 0,15 = 28 \text{ мм,} \quad (2.36)$$

де B_{en} – відстань між внутрішніми пластинками.

Висновки до розділу 2.

1. Визначено параметри прийомного бункера об'єм становить $V_{\sigma} = V_{ocm} = 8,44 \text{ м}^3$.
За умови неперервної і рівномірної роботи лінії продуктивність становить $Q = 113,4 \text{ т/год}$.
2. Довжина транспортера l_{tp} обумовлена компонованням машини, складе $l_{tp} = 1,3 \dots 2,5 \text{ м}$. Кут нахилу транспортера $\alpha = 35 \dots 50^\circ$. щоб уникнути скочування на полотно встановили лопаті, з кроком $t = 130 \dots 160 \text{ мм}$, а їх висота повинна бути не менша 60 мм. Швидкість руху полотна завантажувального транспортера $0,4 \dots 0,8 \text{ м/с}$.
3. Запропоновано матеріали для виготовлення зірочок: середньо вуглецеві або леговані Сталі 45, 40Х, 50Г2, 35ХГСА, 40ХН з поверхневою або загальним закалюванням до твердості HRC 45 – 55 або цементуючі сталі 15, 20Х, 12ХНЗА з цементациєю на 1 – 1,5 мм і закалюванням до HRC 55 – 60.
4. При необхідності безшумної і плавної роботи при малих потужностях і швидкостях можна виготовляти вінці зірочок з пластмас – склопластів і поліамідів, що призводить до значного зниження шуму і до підвищення довговічності ланцюгів (в зв'язку із зниженням динамічних навантажень).

3. ТЕХНІКО - ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ

3.1. розрахунок техніко-економічних показників сховища

Вартість основних виробничих фондів сховища, грн [12]:

$$C_{осн} = C_{зд} + C_{об} + C_{инт}, \quad (3.1)$$

де $C_{зд} = 1350000$ грн - вартість будівлі сховища, середня вартість для сховища;

$C_{об}$ - вартість встановленого обладнання, установок і приборів; $C_{инт}$ - вартість навантажувальних засобів, тари і інструментів. Вартість встановленого обладнання, установок і приборів, грн:

$$C_{об} = C_{конд} + C_{т.обр} + C_{дод} + C_{монт}, \quad (3.2)$$

де $C_{конд}$ - вартість установки вентиляювання;

$C_{т.обр}$ - вартість обладнання для товарної обробки і контейнерів;

$C_{дод} = 11000$ грн - вартість додаткового обладнання;

$C_{монт}$ - вартість монтажних робіт по встановлені всього обладнання.

Вартість установки вентиляювання, грн:

$$C_{конд} = C_{вент} + C_{тов}, \quad (3.3)$$

де $C_{вент} = 450000$ грн - вартість вентиляторної установки;

$C_{тов} = 215000$ грн - вартість повітропроводів системи активної вентиляції;

Вартість обладнання для товарної обробки, грн;

$$C_{т.обр} = C_{лін}, \quad (3.4)$$

де $C_{лін} = 3500000$ грн - вартість лінії товарної обробки ПСК-6 (за даними заводу);

Вартість монтажних робіт по встановлені всього обладнання, грн;

$$C_{монт} = k_{монт} (C_{конд} + C_{т.обр} + C_{дод}), \quad (3.5)$$

$$C_{\text{МОНТ}} = 0,25 * (26000+35000+100000) = 161000 \text{ грн.}$$

Звідси

$$C_{\text{обл}} = 26000+35000+100000+161000=322000 \text{ грн.}$$

Вартість навантажувальних засобів, тари і інструментів, грн:

$$C_{\text{икг}} = C_{\text{ен}} + C_{\text{конг}} * n_{\text{Конт}} + C_{\text{i.инс}}, \quad (6.6)$$

$C_{\text{ен}} = 80000$ грн - вартість електронавантажувача;

$C_{\text{конт}} = 400$ грн - вартість контейнера;

$n_{\text{конт}} = 400$ шт - кількість контейнерів;

$C_{\text{i.инс}} = 50000$ грн - вартість інших інструментів,

$C_{\text{инт}} = 80000+400*400 + 50000= 290000$ грн. Звідси

$C_{\text{осн}} = 120000+322000+290000=732000$ грн.

Вартість основних виробничих фондів $C_{\text{осн}} = 732000$ грн

3.1.1. Розрахунок собівартості зберігання

Вартість зберігання продукції і товарної обробки, грн:

$$C_{\text{зб}} = C_{\text{нзн}} + C_{\text{утр}} + C_{\text{зв}}, \quad (3.7)$$

де $C_{\text{нзн}}$ - повна заробітна плата виробничих працівників; $C_{\text{утр}}$ - вартість утримання основних виробничих фондів;

$C_{\text{зв}}$ - загальновиробничі прямі затрати.

Витрати на оплату праці роїтників, грн [19, с. 169]:

$$C_{пзн} = C_{зн} + C_{доп.зн} + C_{вир}, \quad (3.8)$$

де $C_{зн}$ - основна заробітна плата робітників;

$C_{допзн}$ - додаткова заробітна плата;

$C_{вир}$ - відрахування від оплати праці.

Основна заробітна плата операторів та робітників сховища на основі технологічної карти наведена в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Заробітна плата робітників та операторів

Назва	Виграга робочого часу, год	Тарифна ставка, грн./год	Основна заробітна плата, грн
Водій електронавантажувача	350	18	16800
Оператор вент. установки	870	16	13920
Сортувальник лінії ПСК-6	540	14	21480
Підсобні	460	13	27460
Разом	2220		79660

Додаткова зар. плата робітників, грн:

$$C_{доп.зн} = K_{допзн} \cdot C_{зн}, \quad (3.9)$$

де $K_{допзн} = 0,08$ - коефіцієнт надбавки до основної оплати праці:

$$C_{допзн} = 79660 \cdot 0,08 = 6372,8 \text{ грн.}$$

Відрахування від заробітної плати, грн:

$$C_{\text{відр}} = 0,35 (C_{\text{пр}} + C_{\text{д}}), \quad (3.10)$$

$$C_{\text{відр}} = 0,35 * (79660 + 6372,8) = 34253,8 \text{ грн.}$$

Звідси

$$C_{\text{зн}} = 79660 + 6372,8 + 34253,8 = 120286,6 \text{ грн.}$$

Вартість утримання основних виробничих фондів $C_{\text{утр}}$ наведені в табл. 3.2.

Загальновиробничі накладні витрати, грн:

$$C_{\text{зв}} = k_{\text{зв}} * C_{\text{зн}}, \quad (3.11)$$

$k_{\text{зв}} = 0,8$ - коефіцієнт відрахувань загальновиробничих накладних витрат,

$$C_{\text{зв}} = 0,8 * 79660 = 63728 \text{ грн}$$

Звідси

$$C_{\text{зб}} = 79660 + 468425 + 63728 = 611813 \text{ грн}$$

Таблиця 3.2 Вартість утримання основних виробничих фондів

Показники	Витрати , грн.
Амортизація будівлі	33750
Амортизація обладнання	62300
Ремонт будівлі	20025
Ремонт обладнання	115000
Силова витрата електроенергія	320000
Витрата енергії на освітлення і вентиляцію	5900

Вода для виробничих і побутових потреб	13600
Охорона праці	1350
Загальна сума	468425

Вартість очищення і зберігання столових буряків за сезон буде становити 611813 грн.

3.2. Очікувана економічна ефективність впровадження системи активної вентиляції

Річний економічний ефект від застосування системи активної вентиляції, грн:

$$E_p = C_{np} - C'_{np} - C_{ексгс}, \quad (3.12)$$

C_{np} - вартість товарної продукції після зберігання при застосуванні системи активної вентиляції в сховищі;

C'_{np} - вартість товарної продукції після зберігання без застосування системи активної вентиляції в сховищі;

$C_{ексгс} = 9800$ грн - витрати на електроенергію, заробітну плату працівникам, загальновиробничі витрати і вартість утримання системи активної вентиляції;

Вартість товарної продукції після зберігання з застосуванням і без застосування системи активної вентиляції дані в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 - вартість товарної продукції після зберігання з застосуванням і без застосування системи активної вентиляції

Показники	Проектний	Базовий
Маса стандартних коренеплодів після зберігання, т	640	470,9
Ринкова ціна стандартних коренеплодів, грн./т	20000	
Маса нестандартних коренеплодів після зберігання, т	88,2	71,2
Ринкова ціна нестандартних коренеплодів, грн./т	15000	
Товарна продукція після зберігання, млн.грн	12,8	9,418

Звідси

$$E_p = 12,8 - 9,418 = 3,3 \text{ млн. грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень, років [12]:

$$O_p = C_{pzc} / E_p, \quad (3.13)$$

$$O_p = 0,33$$

Висновки до розділу 3.

Провівши техніко-економічну оцінку запропонованих рішень в роботі, отримали наступні показники, вартість зберігання продукції і товарної обробки $C_{зб} = 611813$ грн; річний економічний ефект від застосування системи активної вентиляції становить $E_p = 3,3$ млн. грн. Термін окупності капітальних вкладень, $O_p = 0,33$ років.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. В процесі розрахунку основних технологічних параметрів технологічного процесу зберігання коренеплодів, визначено, кількість тепла, яка буде вивільнятися з матеріалу, а саме $3,8 \text{ кДж/кг*добу} = 16 \text{ ккал/кг*год}$, оскільки, загальна вага продукції становить 700000 кг , то кількість тепла, яка буде виділятися становитиме $46666,7 \text{ ккал/год}$. В підсумку кількість тепла, яка присутня в приміщенні становить, $\Sigma Q = 136102,4 \text{ ккал/год}$.
2. Отримано числові значення кількості повітря, що необхідна для видалення надлишку тепла $Q_{над} = 136102,4 \text{ ккал/год}$ в холодний і перехідний період року становить $G = 45838,6 \text{ кг/год}$. тобто *вхідна* $L_n = 38813,4 \text{ м}^3/\text{год}$, *вихідна* $L_{вих} = 38879,2 \text{ м}^3/\text{год}$.
3. Визначено параметри прийомного бункера об'єм становить $V_б = V_{ост} = 8,44 \text{ м}^3$. За умови неперервної і рівномірної роботи лінії продуктивність становить $Q = 113,4 \text{ т/год}$. Довжину транспортера $l_{тр} = 1,3 \dots 2,5 \text{ м}$. Кут нахилу транспортера $\alpha = 35 \dots 50^\circ$. щоб уникнути скочування на полотно встановили лопаті, з кроком $t = 130 \dots 160 \text{ мм}$, а їх висота повинна бути не менша 60 мм .
4. Запропоновано матеріали для виготовлення зірочок: середньо вуглецеві або леговані Сталі 45, 40Х, 50Г2, 35ХГСА, 40ХН з поверхневою або загальним закалюванням до твердості HRC 45 – 55 або цементуючі сталі 15, 20Х, 12ХНЗА з цементациєю на $1 - 1,5 \text{ мм}$ і закалюванням до HRC 55 – 60.
5. Провівши техніко-економічну оцінку запропонованих рішень в роботі, отримали наступні показники, вартість зберігання продукції і товарної обробки $C_{зб} = 611813 \text{ грн}$; річний економічний ефект від застосування системи активної вентиляції становить $E_p = 3,3 \text{ млн. грн}$. Термін окупності капітальних вкладень, $O_p = 0,33 \text{ років}$.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Уніфікована лінія для післязбиральної обробки столових коренеплодів ЛСК-20 - К, 1992 - 20с.
2. Стан та перспективи відокремлювачів домішок для післязбиральної обробки картоплі та овочів: Оглядова інформація №4/ЦНДІТЕІ. - К., 1983. - 64 с.
3. Пастушенко С. І., Гольдшмідт О. В., Ярошенко В. Ф. Курсове проектування деталей машин – К., Видавництво «Аграрна освіта», 2003, - 291 с.
4. Машини для сортування та післязбиральної обробки картоплі. Конструкція, основи теорії, розрахунок. М., "Машинобудування", 1966, - 247 с.,
5. Комплекси машин та обладнання для післязбиральної обробки картоплі та овочів. - М.: Машинобудування, 1982 - 268 с.
6. Паньків М. Р. Експериментальні дослідження сепарації вороху коренеплодів кулачково-вальцьовим очисником/. Науковий вісник НАУ – К., 2002. – с. 255 - 262.
7. Найданов С. А. Сухий спосіб очищення коренів буряків [розробка конструкцій машин] Технік у сільському господарстві, 1995 № 10 с.57
8. Нємков Н. А. Модернізація сортувального пункту ПСК-6, картопля та овочі 1980 № 8,с. 16 - 17.
9. Дюртеєв Р. П., Устинов М. М. Переобладнання лінії ПСК-6 для буряків// картопля та овочі. - 1986. - № 4 - с. 32 – 33.
10. Технологія зберігання та переробки плодів та овочів з основами стандартизації. - К.: Агропромвидат, 1988. - 319 с.
11. Широков Є. П. Практикум з технології зберігання та переробки плодів та овочів. 3-тє видання, перероб. і доп., М: Агропромиздат, 1985, 192 с. з іл.
12. Механізація переробки та зберігання плодоовочевої продукції: Навч. посібник / О. В. Дацишин, О. В. Гвоздєв, Ф. Ю. Ялпачик, Ю. П. Рогач; За ред. О. В. Дацишина - К.: Мета, 2003. - 288 с.: іл.

13. Жемела Г. П., Шемавньов В. І., Олексюк О. М. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва. Підручник. Вінниця. 2003 – 420 с.
14. Луганський В. І., Третьяков О. Н. Проектування та будівництво сховищ картоплі та овочів. - К.: Будвидав, 1981. - 120 с.
15. Петрова В. П. Збереження якості картоплі та коренеплодів при транспортуванні та зберіганні. - К.: 1987. - 56 с.
16. Шагін А. Л. та ін. Нові типи сільськогосподарських сховищ / О. Л. Шагін, В. Б. Гончаров, Н. В. Криженко. - К.: Урожай, 1990. - 200 с.
17. Яблоков Ю. А. Наш помічник-мікроклімат: Модернізування та оптимізація (Повітряно-тепловий режим с/г приміщення), - К, 1990. - 76 с.
18. Зберігання овочів та плодів баштанних культур / М. М. Івакін, Г. Л. Бондаренко, М. О. Склярєвський та ін.; За ред. М. М. Івакіна. - 2-ге вид., Перероб. і дод. - К.: Урожай, 1983. - 104 с., Іл.
19. Скрєбницький. Приклади розрахунку систем кондиціювання повітря, Київ, „Будівельник” 1970.
20. Проектування промислової вентиляції: Довідник/Торгівників Б. М., Табачник В. Є., Єфанов Є. М. - Київ: Будівельник, 1983. - 256 с. 26. Коган А. Д., Шепотько А. П. Виготовлення та монтаж вентиляційних систем: Довідник робітника. - К.: Будівельник, 1990. - 192 с.: іл.

ДОДАТКИ