

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
електротехніки, електромеханіки та
електротехнологій**

_____ К.Т.Н., ДОЦЕНТ _____ / **ОКУШКО О.В.** /
(підпис)

« _____ » _____ 2026 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему „ПРОЄКТНІ РІШЕННЯ З РОЗРОБЛЕННЯ
ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ
КАРТОПЛЕСХОВИЩА”**

Спеціальність 141 „Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”

Гарант освітньої програми

К.Т.Н., ДОЦЕНТ _____

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Синявський О.Ю.

(ПБ)

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

К.Т.Н., ДОЦЕНТ _____

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Савченко В.В.

(ПБ)

Виконав _____

(підпис)

Повстяний Є.Г.

(ПБ)

КИЇВ – 2026

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
електротехніки, електромеханіки та
електротехнологій

К.Т.Н., доцент / ОКУШКО О.В./
(підпис)

« » 2025 р

З А В Д А Н Н Я

на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту

Повстяному Євгенію Геннадійовичу

Спеціальність 141 „Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи: „Проектні рішення з розроблення електротехнологічного обладнання для картоплесховища ”

затверджена наказом ректора НУБіП України від 30.10.2025 №2607«С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 01. 06 . 2028

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи

«Правила улаштування електроустановок»; «Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів»; «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів».

Перелік питань, які необхідно розробити

1. Загальна характеристика картоплесховища.
2. Технологічна частина.
3. Електротехнічна частина.
4. Розробка системи автоматичного підтримання оптимального мікроклімату у картоплесховищі.
5. Експлуатація електрообладнання та заходи з безпеки праці.
6. Визначення економічної ефективності та доцільності електрифікації технологічних процесів у картоплесховищі

Перелік графічних матеріалів

Лист 1. Картоплесховище. Силові проводки.

Лист 2. Принципова електрична схема керування компресором ФУУ-80.

Лист 3. Схема електричних з'єднань щита керування компресором.

Лист 4. Схема установки для аероіонної обробки картоплі.

Дата видачі завдання 31.10.2026 р.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи _____ /Савченко В.В./
(підпис) (ПІБ)

Завдання прийняв до виконання _____ /Повстяний Є.Г./
(підпис) (ПІБ)

Зміст

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КАРТОПЛЕСХОВИЩА.....	6
РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	8
2.1 Обґрунтування та вибір технологічного процесу.....	8
2.2 Обґрунтування та вибір технологічного обладнання.....	9
РОЗДІЛ 3 ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА.....	13
3.1 Розрахунок і вибір електроприводів.....	13
3.2 Вибір апаратів керування та захисту.....	20
3.3 Розрахунок освітлення і вибір освітлювальних установок.....	21
3.4 Розрахунок і вибір освітлювальних електропроводок.....	23
3.5 Вибір силових електропроводок.....	26
3.6 Вибір системи підтримання оптимального мікроклімату.....	27
3.7 Розрахунок вентиляції.....	27
3.8 Розрахунок електронавантажень та вибір джерела живлення.....	30
РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО ПІДТРИМАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО МІКРОКЛІМАТУ У КАРТОПЛЕСХОВИЩІ.....	33
4.1 Обладнання для підтримання необхідного температурного режиму в картоплесховищі.....	33
4.2 Необхідність і ефективність застосування охолоджувальної установки у картоплесховищі.....	34
4.3 Розрахунок і вибір установки охолодження вентиляційного повітря.....	36
4.4 Розробка схеми керування охолоджувальною установкою.....	41
4.5 Розробка установки для магнітної обробки картоплі.....	42
РОЗДІЛ 5 ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА БЕЗПЕКИ ПРАЦІ.....	46
5.1 Енергозбереження в картоплесховищі.....	46
5.2 Заходи з безпеки праці.....	49
РОЗДІЛ 6 ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ І ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У КАРТОПЛЕСХОВИЩІ.....	51

ВСТУП

Забезпечення населення протягом всього року свіжими картоплею, овочами і плодами за науково обґрунтованими нормами харчування можливе тільки при організації їх тривалого зберігання. Нині використовують поки що далеко не досконалі технології, в результаті чого зростають втрати продукції.

Для тривалого зберігання картоплі з найменшими витратами необхідно підтримувати оптимальні параметри мікроклімату у картоплесховищі. Для цього використовують вентилятори, нагрівальні установки, кондиціонери, холодильні установки, зволожувачі тощо. При їх використанні зменшуються втрати продукції до 20 % та знижуються експлуатаційні витрати на 15 – 20 %. Однак капіталовкладення збільшуються на 40 – 65 %, які з часом окуповуються.

Впровадження нового обладнання дозволяє зменшити втрати при зберіганні картоплі.

Мета дослідження – розробка системи електрообладнання для зберігання картоплі у картоплесховищах, що забезпечує зменшення втрат шляхом автоматичного підтримання технологічних параметрів і обробки картоплі в магнітному полі..

Об'єкт дослідження – технологічний процес зберігання картоплі у картоплесховищі.

Предмет дослідження – структура автоматизованого електрообладнання для керування технологічними параметрами у картоплесховищі та параметри відповідного електрообладнання.

У бакалаврській кваліфікаційній роботі розглянуті питання вибору технології і приміщення для зберігання картоплі, вибір обладнання для завантаження і розвантаження картоплі в сховище, приведені розрахунки опалення, вентиляції, водопостачання, освітлення, розраховане електронавантаження на ввіді в картоплесховище та вибрано джерело живлення, розроблена установка для магнітної обробки картоплі, визначені заходи з безпеки праці.

					02.02.КР.2607”С”.25.10.30.008.ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КАРТОПЛЕСХОВИЩА

Сховище виконане у вигляді наземної будівлі, яка складається із трьох ангарів, двох сховищ і головного вентиляційного каналу, розміщеного між ними. В головному вентиляційному каналі розміщені випаровувачі холодильної установки (компресори), вентилятори, зволожувачі. Він обладнаний трьома шиберами, розмірами 1 x 1,2 м. Головний вентиляційний канал із сховищами сполучається через отвори з заслінками, які відкривають чи закривають доступ повітря в сховище. З протилежної сторони по колу під картоплею проходить перфорована вентиляційна труба (їх по 25 у кожному сховищі).

В картоплесховищі контролюються такі параметри, як температура та вологість. Вони підтримуються вентиляванням, охолодженням і зволоженням вентиляційного повітря. Рух повітря може здійснюватись як замкненим контуром, так із повним або частковим забором зовнішнього повітря. Приток зовнішнього повітря регулюється кількістю відкритих шиберів. Тобто притік зовнішнього повітря може бути як частковий, так і повний.

Рух повітря проходить такою схемою:

I – сховище → радіатор випаровувача → вентилятор →
→ зволожувач → вентиляційний канал → сховище.

II – сховище → радіатор випаровувача + приточне повітря →
→ вентилятор → зволожувач → вентиляційний канал
сховище → приточне повітря.

III – сховище + приточне повітря → вентилятор → зволожувач
вентиляційний канал → сховище → приточне повітря.

При русі повітря III – ою схемою компресор охолоджувальної установки не працює, бо майже весь потік повітря надходить ззовні.

Варіанти роботи обладнання показані в таблиці 1.1.

					02.02.КР.2607”С”.25.10.30.008.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Варіанти роботи обладнання

Схема руху повітря	I				II				III	
Компресор охолоджувальної установки		+	+							
Вентилятор	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Зволожувач	+		+		+		+		+	

Конструктивно сховище виконано у вигляді рами з оцинкованої в гарячому вигляді профільованої сталі й пофарбовано в гарячому вигляді листовою сталлю.

Теплоізоляція приміщень виконана поліуританованою піною товщиною не менше 60 мм. Шви та тріщини конструкції заповнені силіконовою мастикою.

Щілини між конструкціями та люками шиберів, а також дверима обладнанні ущільнювачами та підігрівачами на час морозів.

Мета бакалаврської кваліфікаційної роботи – розробка автоматизованого електричного обладнання для підтримання технологічних параметрів зберігання картоплі на заданому рівні.

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Обґрунтування та вибір технологічного процесу

Надійне зберігання картоплі залежить від цілого комплексу причин. Одним з найбільш важливих факторів в цьому комплексі є температурно – вологісний режим, що створюється в картоплі, що зберігається..

Активно змінювати температуру і вологість насипу картоплі можливо шляхом продування через нього достатньої кількості повітря, заданої температури і вологості. Це забезпечується системою активної вентиляції.

В початковий (лікувальний) період зберігання картоплі в насипу необхідно підтримувати високу температуру (14 – 18 С) і високу відносну вологість (95 – 98 % і вище, але без утворення конденсату на картоплі) повітря в міжкартоплевому просторі. При цьому повітрообмін в масі картоплі має бути зведений до мінімуму.

При температурі картоплі вище 18 градусів вмикається система активної вентиляції. Повітря, яке подається, повинне мати температуру на 3 – 4 градуси нижчу від максимальної температури міжкартоплевого простору.

Якщо ж до сховища потрапила хвора, уражена фітофторою, нематодом і т.п. картопля, то дані ділянки насипу картоплі потрібно зберігати при більш низькій температурі: 6 –8 градусів з подальшим охолодженням їх до 1,5 – 2 градусів. Таку картоплю реалізують в першу чергу.

Якщо до сховища поступила мокра картопля, то її необхідно терміново просушити. В цьому випадку вентиляція працює в форсованому режимі: вмикаються всі, або більша частина вентиляційних установок, які нагнітають повітря в ті ділянки насипу де знаходиться мокра або хвора картопля. Температуру вентиляційного повітря можна знижувати на 6 – 7 нижче максимальної температури маси картоплі, а відносна вологість повітря повинна підтримуватись на рівні 80 відсотків.

Після двотижневої витримки при високій температурі і високій відносній вологості повітря картоплю необхідно охолодити до плюс 2 – 4 градусів. Охолодження здійснюється всіма вентиляційними установками, які

					02.02.КР.2607”С”.25.10.30.008.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

повинні подавати вентиляційне повітря з температурою на 4 – 5 градусів нижче максимальної температури насипу картоплі. Відносна вологість повітря має бути 98 і навіть 100 відсотків вологості. Робота вентиляції можлива і в дощову погоду. В період охолодження 20 – 25. Охолоджувати потрібно плавно і поступово, не більше як на 0,5 – 0,6 С/добу. Цього досягають при інтенсивному вентиляванні насипу зберігаємої картоплі з максимальним використанням випарного і шляхового охолодження насипу картоплі та вентиляційного повітря. При досягненні в насипу картоплі температури 3 – 4 градуси починається основний період зберігання картоплі. В цей період зберігання вентиляційні установки вмикаються лише при підвищенні температури в насипу картоплі до чотирьох і більше градусів.

2.2 Обґрунтування та вибір технологічного обладнання

Багаторічний досвід експлуатації сховищ показав, що при одноразовому обороті сховища використовувати стаціонарні засоби механізації недоцільно, оскільки обладнання простоє 9 – 10 місяців щороку. Доцільніше використовувати мобільне обладнання.

В нашому випадку, коли переробка і сортування відбувається на спеціально відведеному для цього пункті, в сховищі проводяться лише завантажувально – розвантажувальні роботи.

Для завантажувально – розвантажувальних робіт можна застосовувати транспортер – завантажувач ТЗК – 30. Він включає в себе комплекс механізмів, об'єднаних в один агрегат. До нього входять: приймальний бункер місткістю 2 тонни, обладнаний рухомим стрічковим дном, похилий план частий транспортер, транспортер стріла. Ходова частина транспортера складається із рами, встановленої на чотирьох пневмошинах. Має привід на колеса і керування автомобільного типу. Підйом та опускання транспортера здійснюється за допомогою гідравліки, обертання навколо вертикальної осі на 180 ° за допомогою механічної передачі.

Визначимо час, за який буде завантажено ангар сховища при восьмигодинному робочому дні:

					02.02.КР.2607”С”.25.10.30.008.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t = \frac{Q_{сх}}{Q_{з.роз} \cdot t_{змін}}, \quad (2.1)$$

де $Q_{сх}$ – місткість сховища, т;

$Q_{з.роз.}$ – продуктивність завантаження за зміну з урахуванням втрат часу та маневр і вивантаження авто;

$t_{змін}$ – час зміни, год.

Таблиця 2.1

Технічна характеристика транспортера ТЗК – 30

Продуктивність, т/год	30
Габарити:	
- довжина., м	12,7
- ширина, м	2,62
- висота, м	2,7
Швидкість руху стрічки стріли, м/с	0,978
Ширина стрічки завантажувальної секції, мм	400
Максимальна висота завантаження, м	5,5
Ємність приймального бункера, т	2,0
Радіус розвороту на зовнішньому колесі, м	6,7
Сумарна потужність електродвигунів, кВт	9,5
Вага, кг	2769

$$Q_{з.роз.} = Q_z (1(t_{ман} + t_{авт})), \quad (2.2)$$

де Q_z – продуктивність завантажувача, т/год;

$t_{ман}$ і $t_{авт}$ – час, який витрачено на маневр завантажувача та автомобіля відповідно.

$$Q_{з.роз} = 30 (1 - (0,2 + 0,1)) = 21 \text{ т/год},$$

$$t = \frac{2500}{21 \cdot 8} = 14.8 \text{ днів.}$$

					02.02.КР.2607”С”.25.10.30.008.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Отже, приймаємо для кожного ангара один транспортер ТЗК – 30.

Розрахунок водопостачання

Згідно технології зберігання картоплі, вода на виробництві не використовується, а для санітарно – гігієнічної обробки приміщення в міжсезонний період використовують водні розчини, які готують поза межами картоплесховища і застосовують для виконання робіт у готовому вигляді. Водопостачання об'єкта передбачається для гасіння пожежі.

Витрати води на гасіння однієї пожежі у виробничому приміщенні, визначають, враховуючи вогнестійкість будівель, їхні розміри та категорії виробництва. Розрахунковий об'єм води для гасіння пожежі розраховуємо за формулою:

$$V = 3,6 q \cdot t_{\text{пож}}, \text{ м}^3, \quad (2.3)$$

де: $q = 10$ л/с – норма витрати для гасіння пожежі;

$t_{\text{пож}} = 2$ год – тривалість пожежі розрахункова.

$$V = 3,6 \cdot 10 \cdot 2 = 72 \text{ м}^3.$$

					02.02.КР.2607”С”.25.10.30.008.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

РОЗДІЛ 3

ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок і вибір електроприводів

Сучасні установки, машини та інше устаткування, виготовляється серійно, поставляється замовнику в комплекті з електродвигуном. Тому в даному разі ми не приводимо повний розрахунок електроприводу, а приводимо лише перевірочний.

Для прикладу розглянемо розрахунок електроприводу компресора холодильної установки ФФУ -80.

Вихідні дані:

1. Навантажувальна діаграма

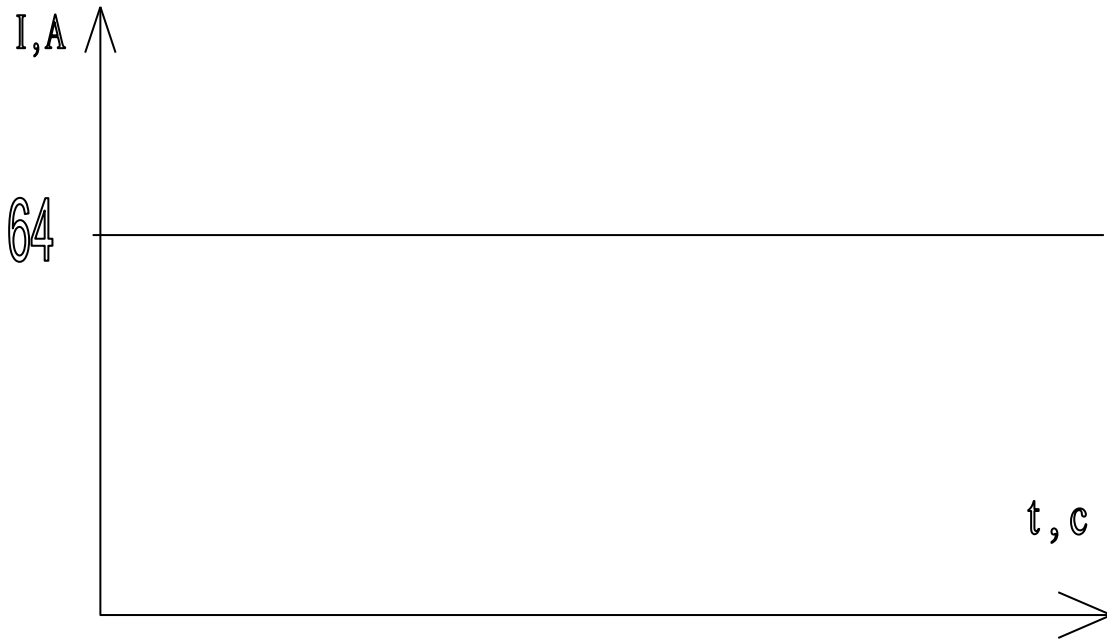


Рис. 3.1. Навантажувальна діаграма електродвигуна компресора

2. Кінематична схема :

$$\eta_{nep} = 1$$

3. Момент інерції компресора:

$$j_k = 8 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

4. Механічна характеристика робочої машини:

					02.02.КР.2607”С”.25.10.30.008.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

$$M_c = M_{ch};$$

$$M_{ch} = 9550 \frac{P}{n} = 9550 \frac{35}{1400} = 232,1 H \cdot m.$$

$$M_{zp} = 1,3 \cdot M_{ch};$$

$$M_{zp} = 1,3 \cdot 232,1 = 301,7 H \cdot m$$

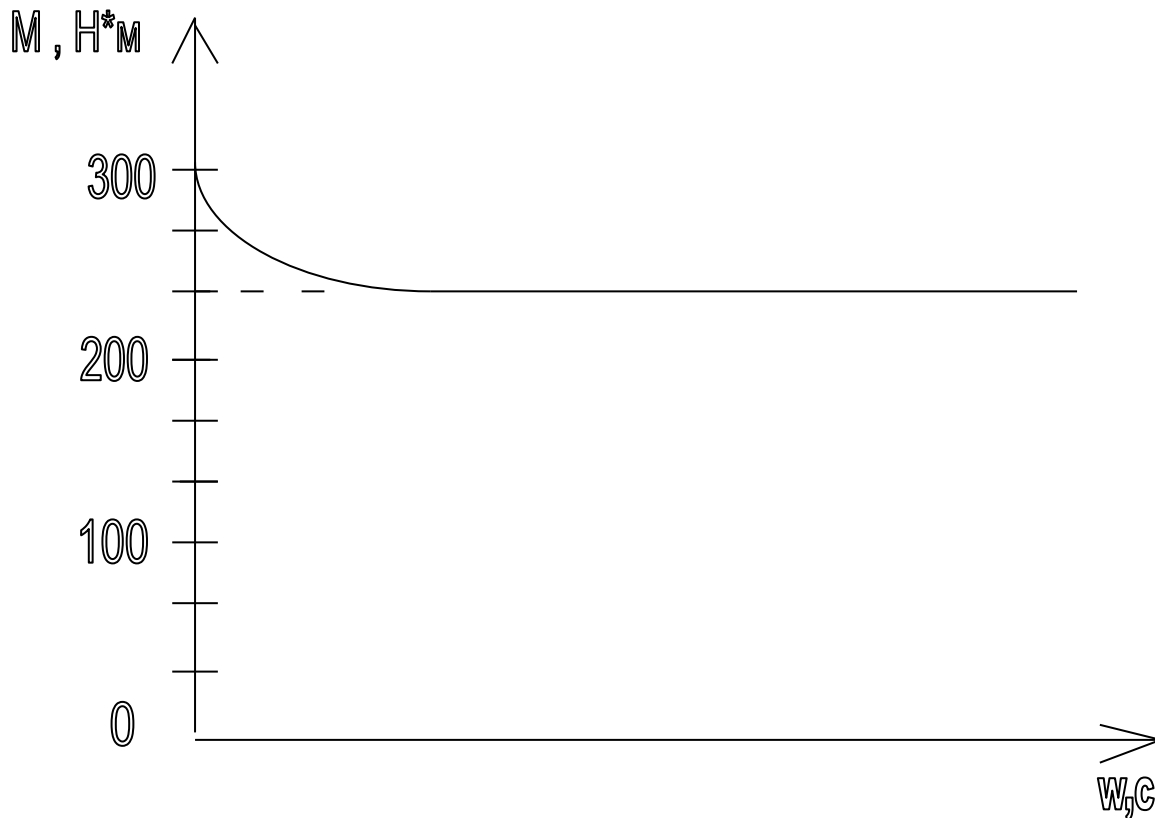


Рис. 3.2. Механічна характеристика компресора.

Для приводу даного компресора вибираємо електродвигун з короткозамкненим ротором, найближчий в сторону збільшення за потужністю. Вибираємо електродвигун за умовою:

$$I_H > I_{ce}. \quad (3.1)$$

Вибираємо електродвигун АИР200М4У2, ТУ16 – 256.541 – 84:

$$P_H = 37 \text{ кВт}; I_H = 68,3 \text{ А}$$

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.008.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

$$I_H = > I_e = 64 \text{ A};$$

$$n_H = 1470 \text{ об/хв.}$$

За електричною модифікацією приймаємо двигун основного виконання, вологоморозостійкий. За конструктивним виконанням ІМ 1081 за ГОСТ 2479 – 79. Це машина на лапах з підшипниковими щитами, з будь-яким розміщенням вала в просторі та одним циліндричним кінцем вала.

Режим роботи даного електродвигуна тривалий S1 за ГОСТ 183 – 74.

Він має такі паспортні дані:

$$P_H = 37 \text{ кВт}; \quad n_H = 1470 \text{ об/хв.};$$

$$I_H = 68,3 \text{ A}; \quad \eta = 92,5 \%;$$

$$\cos\varphi = 0.89; \quad \mu_H = 1,7;$$

$$\mu = 1,6; \quad \mu_{\max} = 2.7;$$

$$K_I = 7,5; \quad J_{\text{рот}} = 0,28 \text{ кг.м}^2;$$

$$m = 245 \text{ кг.}$$

Ступінь захисту IP54.

Перевіримо вибраний електродвигун за наступними умовами:

1. За пусковим моментом:

$$M_{\text{дв.пуск}} \geq 1,2 \cdot M_{\text{зр.р.м}} \quad (3.2)$$

2. За нагріванням під час пуску:

$$\tau_{\text{доп}} \geq \text{факт} \quad (3.3)$$

3. За перевантажувальною здатністю:

$$0,8 \cdot M_{\text{дв.мах}} \geq M_{\text{мах н.д.}} \quad (3.4)$$

Виконуємо перевірку вибраного двигуна:

1. За пусковим моментом:

$$M_{\text{дв.пуск}} = \mu_n \cdot M_{\text{дв.н}} = 9550 \frac{P_{\text{дв.н}}}{n_m} \cdot \mu_n, \text{ Н} \cdot \text{м}; \quad (3.5)$$

$$\dot{I}_{\text{а\grave{a}i\acute{o}\tilde{n}\hat{e}}} = 9550 \frac{37}{1470} \cdot 1,7 = 408,6 \text{ А} \cdot \dot{i}.$$

Оскільки $M_{\text{дв.пуск}} \geq M_{\text{зр.р.м}}$, $408,6 > 362$, то розрахунок виконано вірно.

					02.02.КР.2607”С”.25.10.30.008.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

2. За нагріванням під час пуску:

Двигун АИР200М4У2 має категорію ізоляції за нагрівостійкістю класу F. Для двигунів АИР $\tau_{\text{аіі}} = 80^{\circ}\tilde{N}$.

Для визначення фактичного перевищення температури визначаємо час пуску двигуна компресора графо – аналітичним методом. Для цього розраховуємо механічну характеристику електродвигуна за 5 характерними точками:

1) $S = 0$; $M = 0$.

$$2) S_n = \frac{n_0 - n_n}{n_0}; M_n = 9550 \frac{P_n}{P_n}, \quad (3.6)$$

де n_0 - синхронна частота обертання двигуна;

n_i - номінальна частота обертання двигуна;

P_n – номінальна потужність двигуна, кВт.

$n_0 = 1500$ об/хв.; $n_n = 1470$ об/хв.; $P_n = 37$ кВт.

$$S_i = \frac{1500 - 1470}{1500} = 0,02; \dot{I}_i = 9550 \frac{37}{1470} = 240,4 \dot{I} \cdot i.$$

$$3) S_{\hat{e}} = \frac{S_i + \sqrt{S_i \cdot \frac{\mu_{\max} - 1}{\mu_1 - 1}}}{1 + \sqrt{S_i \cdot \frac{\mu_{\max} - 1}{\mu_1 - 1}}}, \quad (3.7)$$

де $\mu_{\max}$ - кратність максимального моменту;

μ_n - кратність пускового моменту.

$$\mu_{\max} = 2,7; \mu_n = 1,7; \mu_1 = \frac{\mu_{\max}}{\mu_n} = \frac{2,7}{1,6} = 1,7.$$

					02.02.КР.2607”С”.25.10.30.008.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

$$S_k = \frac{0,02 + \sqrt{0,02 \cdot \frac{2,7-1}{1,7-1}}}{1 + \sqrt{0,02 \cdot \frac{2,7-1}{1,7-1}}} = 0,2.$$

$$M_k = \mu_{\max} \cdot M_n = 2,7 \cdot 240,4 = 649,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$4) S_{\min} = 0,8;$$

$$M_{\min} = \mu_{\min} \cdot M_n = 1,6 \cdot 240,4 = 384,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$5) S_n = 1;$$

$$M_n = \mu_n \cdot M_n = 1,7 \cdot 240,4 = 408,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Побудова механічної характеристики двигуна з урахуванням допустимого відхилення моментів

$$1) S = 0; M = 0;$$

$$2) S_H = 0,02; M_H' = M_H = 240,4 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$3) S_K = 0,2; M_K' = 0,9M_K = 0,9 \cdot 649,1 = 584,2 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$4) S_{\min} = 0,8; M'_{\min} = 0,8M_{\min} = 0,8 \cdot 384,6 = 307,7 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$5) S_n = 1; M_n' = 0,85M_n = 0,85 \cdot 408,7 = 347,4 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Побудова механічної характеристики двигуна з урахуванням допустимого відхилення напруги.

$$1) S = 0; M = 0;$$

$$2) S_H = 0,02; M_H'' = 0,95^2 \cdot M_H' = 217,0 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$3) S_K = 0,2; M_K'' = 0,95^2 \cdot M_K' = 0,95^2 \cdot 584,2 = 527,2 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$4) S_{\min} = 0,8; M''_{\min} = 0,95^2 \cdot M'_{\min} = 0,95^2 \cdot 307,7 = 278 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$5) S_n = 1; M''_n = 0,95^2 \cdot M'_n = 0,95^2 \cdot 347,4 = 313,5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Механічну характеристику електродвигуна показано на рисунку 3.3.

Для визначення часу пуску двигуна будуємо механічні характеристики двигуна і робочої машини та знаходимо динамічний момент (рис 3.3).

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.008.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Отриману залежність $\omega = f(M_d)$ динамічного моменту по осі кутової швидкості ділимо на дев'ять рівних ділянок $\Delta\omega$. На кожній із ділянок знаходимо середній динамічний момент та будуємо графік.

Таблиця 3.1

Дані розрахунку механічної характеристики електродвигуна

S	0	0,02/M _{ном}	0,2/M _{тах}	0.8/M _{мін}	1/M _{пуск}
M _д , Н·м	0	240,4	649	384,6	408,6
M' _д , Н·м	0	240,4	584	307,7	347,4
M'' _д , Н·м	0	217	527.2	278	313,5

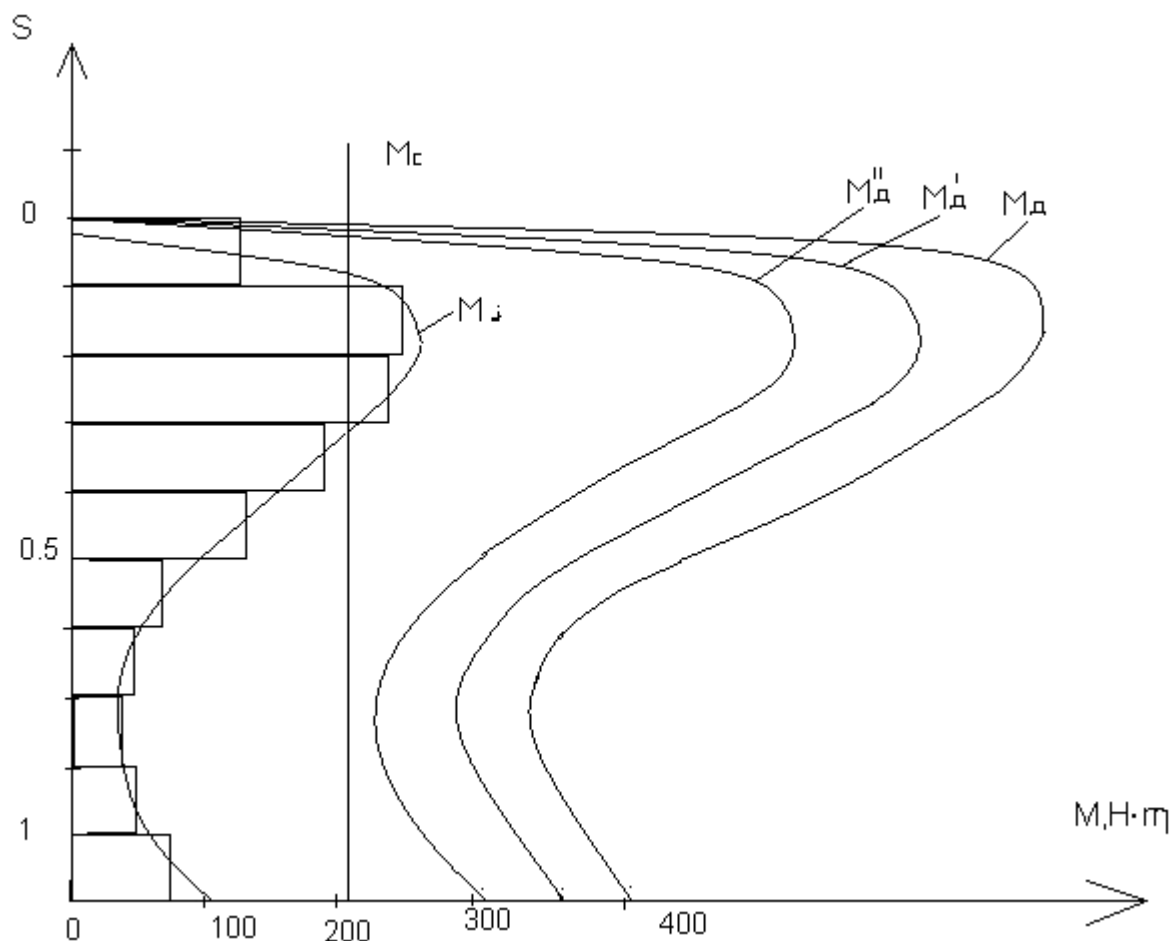


Рис.3.3. Визначення часу пуску електродвигуна

$$j_{\partial\phi} = j_{\text{рот}} + \frac{j_{\text{р.м}}}{i_{\text{заг}}^2}, \quad (3.8)$$

де $J_{\text{рот}}$ – момент інерції ротора, кг.м²;

$J_{\text{р.м.}}$ – момент інерції робочої машини ($J_{\text{р.м.}} = 8 \text{ кг.м}^2$);

$i_{\text{заг}}$ – загальне передаточне число.

$$J_{\text{зв}} = 0,28 + 8/1 = 8,28 \text{ кг.м}^2;$$

$$J_{\text{зв.доп}} = K \cdot K_{\text{м}} \cdot P^{\nu}_{\text{ном}} \cdot p^{\gamma},$$

де $K = 0,045$; $\nu = 1$; $\gamma = 2$; $K_{\text{м}} = 0,7$,

p – число пар полюсів.

$$J_{\text{зв.доп}} = 0,045 \cdot 0,7 \cdot 37 \cdot 4^2 = 18,64 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

$$J_{\text{зв}} = 8,28 < J_{\text{зв.доп}} = 18,64 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Умова перевірки виконується.

Використавши вираз

$$\Delta t_1 = J_{\text{зв}} \frac{\Delta \omega}{M_{\partial.\phi}}, \quad (3.9)$$

знаходимо час розгону двигуна на кожному з інтервалів:

$$\Delta t_1 = 8,28 \frac{17,27}{65} = 2,2 \text{ с}; \quad \Delta t_5 = \frac{143}{250} = 0,6 \text{ с};$$

$$\Delta t_2 = \frac{143}{50} = 2,8 \text{ с}; \quad \Delta t_6 = \frac{143}{195} = 0,7 \text{ с};$$

$$\Delta t_3 = \frac{143}{75} = 1,9 \text{ с}; \quad \Delta t_7 = \frac{143}{280} = 0,51 \text{ с};$$

$$\Delta t_4 = \frac{143}{134} = 1,08 \text{ с}; \quad \Delta t_8 = \frac{143}{230} = 0,62 \text{ с};$$

$$\Delta t_9 = \frac{143}{215} = 0,67 \text{ с};$$

Час пуску двигуна буде становити

					02.02.КР.2607”С” .25.10.30.008.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

$$t_{\text{іоñê}} = \sum_{i=1}^n \Delta t_i = 10,4 \text{ с.}$$

Тоді перевищення температури двигуна над температурою охолоджувального середовища під час пуску становитиме

$$\tau = 7 \cdot 10,4 = 72,8 \text{ }^{\circ}\text{C.}$$

3. На перевантажувальну здатність двигун перевірки не потребує, тому що навантаження на валу не перевищує номінального (рис 3.1).

3.2. Вибір апаратів керування та захисту

1. Вибираємо електромагнітний пускач за умовами $I_{\text{мп}} \geq I_{\text{н.дв.}}$;

$$I_{\text{мп}} \geq 68,3 \text{ А; } U_{\text{мп.н}} \geq U_{\text{мер}}; I_{\text{т.р.н}} \geq I_{\text{н.дв.}}; U_{\text{кот}} = U_{\text{кол.кер.}} \quad (3.10)$$

Вибираємо пускач з тепловим реле, IP00, без кнопок, виконання за стійкістю проти спрацювання Б, пускач 5 величини, серії ПМЛ:

ПМЛ – 5200-04Б.

2. Вибираємо теплове реле за умовою: $I_{\text{т.р.}} \geq I_{\text{н.дв.}}$

Вибираємо теплове реле серії РТЛ:

РТЛ – 2063-04.

з діапазоном регулювання струму неспрацювання 63 – 86 А.

3. Вибір запобіжників здійснюємо за умовами $U_{\text{зап}} \geq U_{\text{мер}}$;

$$I_{\text{і.їë.âñò}} \geq \frac{I_{\text{іоñê}}^2}{\alpha}, \quad (3.11)$$

$$I_{\text{і.їë.âñò}} = \frac{7,5 \cdot 68,3}{2,5};$$

$$I_{\text{н.пл.вст}} \geq 250 \text{ А.}$$

Вибираємо запобіжник ПН 2 з плавкою вставкою на 250 А.

4. Вибираємо низьковольтний комплектний пристрій для керування охолоджувальною установкою, що встановлена в картоплесховищі ФФУ – 80:

Ш5101 – 3974УХЛ4,

					02.02.КР.2607”С”.25.10.30.008.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

де Ш – шафа;

5 – НКП керування асинхронним електродвигуном з короткозамкненим ротором;

1 – прямий пуск АД з к.з. ротором;

01 – номер розробки;

39 – виконаний за силою струму головних кіл, 80 А;

7 – напруга силового кола змінного струму, 380 В;

4 – напруга кола керування, 220 В;

УХЛ4 – кліматичне виконання і категорія розміщення.

3.3 Розрахунок освітлення і вибір освітлювальних установок

Електричне освітлення в сільському господарстві використовується для створення достатньої освітленості на робочих місцях, при якій забезпечується нормальний хід технологічних процесів.

В приміщенні проектного картоплесховища використовуємо загальне рівномірне освітлення. Тип світильників для кожного приміщення вибираємо залежно від проектного світлорозподілу, висоти приміщення, умов навколишнього середовища.

Відповідно до норм освітлення у всіх приміщеннях картоплесховища крім операторської, становить 20 лк для ламп розжарювання, а для операторської 100 лк [11]. Коефіцієнт запасу для ламп розжарювання, які використовуються в картоплесховищі, становить $K_z = 1,15$ за ГОСТ13824 – 74. Використання ламп розжарювання обґрунтовано умовами навколишнього середовища у сховищі: температура +2 °С, вологість 90%.

Напруга живлення в освітлювальній мережі становить 220 В. Приймаємо загальну систему освітлення з світильниками типу НСПО1.

Розрахунок освітлення для приміщення, в якому зберігається картопля, проводимо за методом коефіцієнта використання світлового потоку.

Головна розрахункова формула цього методу:

					02.02.КР.2607”С”.25.10.30.008.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot Z}{N \cdot \eta}, \quad (3.12)$$

де F – розрахунковий світловий потік лампи, лм;

E – нормована (мінімальна) освітленість, лк;

k – коефіцієнт запасу, $k = 1,1$;

S – площа підлоги приміщення, м^2 ;

Z – відношення середньої освітленості до мінімальної, $Z = 1,15$;

N – кількість світильників, шт.;

η – коефіцієнт використання світлового потоку, відн.од.

Відстань між світильниками визначається за формулою:

$$L = \lambda \cdot H_p, \quad (3.13)$$

де L – відстань між світильниками, м;

λ – найвигідніша відносна відстань, $\lambda = 1,6$ м;

H_p – розрахункова висота підвісу, м.

Розрахункова висота підвісу світильників обумовлена особливістю конструкції приміщення і становить 3,5 м. Тоді відстань між світильниками становить:

$$L = 1,6 \cdot 3,5 = 5,6 \text{ м.}$$

Кількість світильників в ряду:

$$n_a = \frac{A}{h}, \quad (3.14)$$

де A – довжина приміщення, м

$$n_a = \frac{50}{5.6} = 8.9 \approx 9 \text{ шт.}$$

Кількість рядів:

$$n_{\hat{a}} = \frac{B}{h}, \quad (3.15)$$

де B – ширина приміщення, м;

$$n_{\hat{a}} = \frac{20}{5.6} = 3.6 \approx 4 \text{ джйәә.}$$

					02.02.КР.2607”С”.25.10.30.008.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Загальна кількість світильників:

$$N = n_a \cdot n_b = 9 \cdot 4 = 36 \text{ шт.}$$

Визначаємо індекс приміщення за формулою:

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p(A + B)} = \frac{50 \cdot 20}{35(50 + 20)} = 4.1.$$

За відомими коефіцієнтами відбиття та індексу приміщення визначаємо коефіцієнт використання світлового потоку – 90 %. Тоді світловий потік лампи становить:

$$F = \frac{20 \cdot 1.1 \cdot 1000 \cdot 1.15}{36 \cdot 0.44} = 1409 \text{ лм.}$$

Згідно ГОСТ 2239 – 79 приймаємо лампу розжарювання БК230 – 240 – 100 зі світловим потоком 1430 лм, потужністю 100 Вт, напругою живлення 230 – 240 В.

Визначаємо фактичну освітленість при використанні вибраної лампи:

$$E_\phi = \frac{E_{нф} \cdot F_\phi}{F} = \frac{20 \cdot 1430}{1405} = 20.3 \text{ лк.}$$

Відхилення фактичної освітленості від нормованої становить:

$$\Delta E = \frac{E_\phi - E_{нф}}{E_{нф}} \cdot 100\% = \frac{20,3 - 20}{20} = 0,015\%,$$

що задовольняє допустимому відхиленню – 10 ... 20 %.

Загальна потужність $P = P_n \cdot N = 0.1 \cdot 36 = 3.6 \text{ кВт.}$

Розрахунок освітлення в інших приміщеннях проводять аналогічно. Результати розрахунків заносять у світлотехнічну відомість.

3.4 Розрахунок і вибір освітлювальних електропроводок

Розрахунок освітлювальних електропроводок проводиться за умовою нагріву струмоведучих жил проводок максимальним робочим струмом до температури, що не перевищує допустимого значення.

Всі освітлювальні електропроводки розділено на 9 груп. Кожна група приходить на освітлення певних приміщень зовнішнього освітлення:

					02.02.КР.2607”С”.25.10.30.008.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

- група 1 – вуличне освітлення;
- група 2 – операторська;
- група 3 – коридор 1;
- група 4 – коридор 2;
- група 5 – вентиляційний канал;
- група 6 – 8 – ангар №1;
- група 9 – 11 – ангар №2.

Розглянемо розрахунок і вибір освітлювальної електропроводки для першої групи. Встановлена потужність лампи 0,2 кВт, групи 1,2 кВт.

					02.02.КР.2607”С”.25.10.30.008.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Таблиця 3.2 -

Світлотехнічна відомість

Назва приміщень	Площа, м ²	Висота, м	коефіцієнт відбиття			Освітлення, лк	Світильник		Лампа			Встановлена потужність, кВт
			ρ _{стл}	ρ _{ст}	ρ _{пд}		Тип	К-сть, шт	Потужність, Вт	Тип	Світловий потік, лк	
Сховище 1	1000	3,5		20	10	20	НСПО1	36	100	БК-230-240-100	1430	3,6
Сховище 2	1000	3,5		20	10	20	НСПО1	36	100	БК-230-240-100	1430	3,6
Вентиляційний канал	255	2		20	10	20	НСПО1	9	100	Б220-230-100	1350	0,9
Коридор 1	10	2,5	50	30	10	20	НСПО1	1	100	Б220-230-100	1350	0,1
Коридор 2	10	2,5	50	30	10	20	НСПО1	1	100	Б220-230-100	1350	0,1
Операторська	10	2,5	50	30	10	100	НСПО1	1	100	Б220-230-100	1350	0,1
Зовнішнє освітлення	—	—	—	—	—	—	СПО-200	4	200	Г230-240-200	3200	0,8

Визначаємо максимальний робочий струм групи:

$$I_{н.р} = \frac{10^3 \cdot P_{гр}}{U_n \cdot \cos \varphi}, \quad (3.16)$$

де $P_{гр}$ – потужність групи, кВт;

U_n – номінальна напруга мережі, В;

$\cos \varphi$ – коефіцієнт потужності.

$$I_{н.р.} = \frac{10^3 \cdot 1,2}{220 \cdot 1} = 5,45 \text{ А.}$$

Переріз струмоведучих жил і тип кабелю чи провід вибираємо за умовою:

- за струмом $I_{н.р.} \leq I_{доп}$,

де $I_{доп}$ – гранично допустимий довготривалий струм для даного перерізу, А;

- за напругою $U_{роб} \geq U_n$,

де $U_{роб}$ – робоча напруга для ізоляції проводу чи кабелю.

Приймаємо кабель АВВГ 1(2 х 2,5) за ГОСТ 192007 – 82, прокладання у лотках.

$$I_{доп} = 19 \text{ А} > 5,45 \text{ А,}$$

$$U_{роб} = 660 \text{ В} > 220 \text{ В.}$$

Ширина лотка 50 мм, кріплення через 2 м.

Аналогічно проводимо розрахунок для інших груп освітлення.

Вибираємо освітлювальний щит ЩА21 – 11.

На вводі автоматичний вимикач АЕ2056М, на фідерах АЕ1031 – 11 штук.

3.5 Вибір силових електропроводок

Розрахунок і вибір силових електропроводок виконується за аналогічними умовами, як і освітлювальні електропроводки. Але за виключенням однієї умови – силові електропроводки прокладаються в трубах, по стінах, технологічному обладнанні, конструкціях.

Проведемо вибір електропроводки для живлення електродвигуна приводу компресора охолоджувальної установки ФФУ – 80.

Електродвигун АИР200М4У2:

					02.02.КР.2607”С”.25.10.30.008.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

$$I_H = 68,3 \text{ A};$$

$$U_H = 380 \text{ В};$$

$$P_H = 37 \text{ кВт};$$

$$U = 380 \text{ В}.$$

Оскільки відомий струм електродвигуна, то приймаємо кабель АВВГ (3 х 10 + 1 х 6).

$$I_{\text{доп}} = 70 \text{ А} > 68,3 \text{ А};$$

$$U_{\text{роб}} = 380 \text{ В} < U = 660 \text{ В}.$$

Аналогічно вибираємо проводки для решти електродвигунів.

Вибрані електропроводки показані на листі 1 графічної частини.

3.6 Вибір системи підтримання оптимального мікроклімату

Вибираємо систему підтримання оптимального мікроклімату на базі обладнання Industrial Ventilation Inc., серії 100.

Дана система здійснює контроль вологості, температури, вентиляційного потоку, керування охолоджувальною установкою, вентиляторами, приводами шиберів.

До комплекту поставки входять набір датчиків температури та вологості з екранованими кабелями потрібної довжини, комплект приладів з заслінками шиберів, з блоком реле та трансформатором живлення.

Дана система здійснює контроль температури і вологості в п'яти точках: зовні та в кожному ангарі (по два датчика в кожному , які стоять по діагоналі).

3.7 Розрахунок вентиляції

Вентиляція в сховищі здійснюється не безпосередньо, а циклами: 5 – 6 циклів на добу протягом 15 – 30 хвилин.

Продуктивність вентиляційної установки визначаємо за формулою:

$$Q_{\text{уст}} = U \cdot S, \quad (3.17)$$

де U – інтенсивність вентилявання, $\frac{\text{м}^3}{\text{м}^2 \cdot \text{год}}$;

S – площа насипу картоплі, м^2 .

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.008.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

$$U = \gamma_{\text{пр}} \cdot H_{\text{пр}} \cdot g_{\text{в}},$$

де $\gamma_{\text{пр}}$ – об’ємна вага, т/м³ ;

$H_{\text{пр}}$ – висота насипу, м;

$g_{\text{в}}$ – витрати повітря, м³/год..

Визначимо необхідну кількість вентиляційних установок за формулою:

$$n_{\text{е}} = \frac{Q_{\text{уст}}}{Q_{\text{е}}}, \quad (3.18)$$

де $Q_{\text{в}}$ – продуктивність вибраного вентилятора, м³/год.

Вибираємо вентилятор з такими характеристиками:

- діаметр робочого колеса, $d_{\text{р.к}} - 1200$ мм;
- продуктивність $Q_{\text{в}} = 61000$ м³/год;
- кількість обертів $n = 1440$ об/хв..

$$n_{\text{д}} = \frac{166464}{61000} = 2,7 \approx 3 \text{ шт.}$$

Розраховуємо обмін повітря, необхідний для видалення зайвого тепла:

$$L_{\text{т}} = \frac{(q_{\text{пр}} \cdot m_{\text{пр}} - Q_{\text{о2}})(1 + \alpha t_{\text{ДН}})}{C_{\text{в}}(t_{\text{ВИ}} - t_{\text{пjd}})}, \quad (3.19)$$

де $q_{\text{пр}}$ – тепловіддача картоплі, кДж/год;

$m_{\text{пр}}$ – маса картоплі, т;

$Q_{\text{о2}}$ – витрати теплоти через зовнішні огорожі, кДж/год;

$\alpha = 1/273^{\circ}$ - температурний коефіцієнт розширення повітря, 1/С°;

$C_{\text{в}} = 1,283$ – питома об’ємна теплопровідність повітря при $t = 0$ °С і

нормальному тиску, $\frac{\text{кДж}}{\text{м}^3 \cdot ^{\circ}\text{C}}$;

$t_{\text{ви}}$, $t_{\text{зов}}$ – температура в сховищі і зовні відповідно, °С.

Розрахунок проводимо для зимового періоду зберігання:

					02.02.КР.2607”С”.25.10.30.008.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

$$L_T = \frac{(23.86 \cdot 2500 - 12474) \left(1 + \frac{1.2}{273}\right)}{1.283 \cdot (2 + 9)} = 3367 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}.$$

$$L_{T, \text{доб}} = L_T \cdot 24 = 3367 \cdot 24 = 80808 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}.$$

В зимовий період можна вмикати лише один вентилятор на ангар. Час роботи вентилятора в зимовий період за добу становить:

$$T = \frac{L_{T, \text{доб}}}{L_{\text{вент}}} = \frac{80808}{61000} = 1,33 \text{ год}. \quad (3.20)$$

Маючи ці дані, можна розрахувати хвилинну продуктивність зволожувача:

$$Q_{зв.р} = \frac{(W_{BH} - W_{зов}) \cdot L_{\text{вент}}}{60}, \quad (3.21)$$

де W_{BH} , $W_{зов}$ – вміст води в 1 м^3 відповідно внутрішнього і зовнішнього повітря, г/м^3 .

$$W_{BH} = W_{\text{нас.п}} \cdot \frac{\varphi_p}{100}; \quad (3.22)$$

$$W_{зов} = W_{\text{нас.з}} \cdot \frac{\varphi_z}{100}; \quad (3.23)$$

де $W_{\text{нас.п}}$, $W_{\text{нас.з}}$ – вміст водяної пари при повному її насиченні відповідно при оптимальній для даного приміщення температурі та при розрахунковій температурі зовнішнього повітря, г/м^3 .

φ_p , φ_z – відносна вологість повітря у приміщенні та на дворі.

$$W_{BH} = 5,6 \cdot \frac{95}{100} = 5,32 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}.$$

$$W_{зов} = 2,33 \cdot \frac{83}{100} = 1,93 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}.$$

$$Q_{зв.р} = \frac{(5,322 - 1,93) \cdot 61000}{60} = 3449 \frac{\text{г}}{\text{хв}}.$$

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.008.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Продуктивність установки становить:

$$Q_{зв} = Q_{зв.р} \cdot K_з ; \quad (3.24)$$

де $K_з$ – коефіцієнт запасу,

$$Q_{зв} = 3449 \cdot 1.15 = 3965 \text{ г/хв.}$$

Вибираємо зволожувач F56Y LEESON ELECTRIC CORPORATION з продуктивністю 4 л/хв. при частоті обертання 2850 об/хв. і потужності двигуна 0,55 кВт. Зволожувач дискового типу. Живлення водою здійснюється від централізованої мережі водопостачання.

3.8. Розрахунок електричних навантажень та вибір джерела живлення

Для визначення розрахункових навантажень використовується декілька методів. В даному випадку потрібно враховувати детальний аналіз роботи картоплесховища та досвід його експлуатації, що дає змогу використати графік електричних навантажень.

Розрахунок проведемо для періоду охолодження, як самого енергоємного процесу. В цей період працює охолоджувальна установка, час її роботи складає 18 годин на добу, частота включень – 6 разів. Разом з нею працює вентиляційна система та освітлення. Дані про енергоспоживачі наведені в таблиці 3.2.

Споживану електродвигуном потужність визначають за формулою:

$$P_{en} = \frac{P_y}{\eta} \cdot K_з . \quad (3.25)$$

Розрахункове навантаження на ввіді споживача визначаємо за найбільшим максимумом, тривалість якого більше 0,5 годин.

$$S_p = \frac{P_e}{\cos \varphi} = \frac{139.2}{1.09} = 154.6 \text{ кВА} \quad (3.24)$$

Проведемо вибір джерела живлення.

На території машинотракторного парку розташована ЗТП 10/0,4 кВ потужністю 250 кВА. Вона живила в основному механічні майстерні, які було

					02.02.КР.2607”С”.25.10.30.008.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

перенесено. Тепер завантаження існуючої ЗТП складає 8200 кВт · год за найбільш завантажений місяць (грудень).

Коефіцієнт завантаження становить:

$$B = \frac{S_{cp}}{S_i \cos \varphi \cdot 250 \cdot 30 \cdot 24} = \frac{82000}{\cos \varphi \cdot 250 \cdot 30 \cdot 24} = 0.57. \quad (3.25)$$

Тому навантаження проектного картоплесховища можна приєднати до шин 0,4 кВ існуючої ЗТП повітряною лінією.

Трансформатор ТМ – 250.

Технічні дані:

$S_M = 250$ кВА;

$U_{к.з.} = 4,5$ %;

$\Delta P_M = 3700$ Вт;

Y/Y_n – 0 – схема з'єднань.

Споживачами електроенергії від ЗТП 10/0,4 кВ потужністю 250кВА є:

- МТП;
- Картоплесховище;
- Насосна;
- Вагова.

Приймаються дві охолоджувальні установки, одна з яких є резервною.

					02.02.КР.2607”С”.25.10.30.008.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Таблиця 3.2.

Графік роботи електроприймачів

№ п/п	Назва технологічної операції	Тип електроспожива ча	К- ст, шт	P _y , кВт	η	ΣP, кВт	K _з	t, год	Час роботи електроприймачів													
									0	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23		
									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
									2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24		
1	Освітлення внутрішнє	НСП01	12	0,1		1,2	1	24	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2	Освітлення зовнішнє	СПО20	8	0,2		1,6	1	8	--	--												--
3	Охолодження	АИР200М4У2	2	37	0,93	77	0,97	18	-	--	-	--	-	--	-	--	-	--	-			--
4	Охолодження	АИР132В2У2	16	1,1	0,7	17,6	0,8	18	-	--	-	--	-	--	-	--	-	--	-			--
5	Вентиляція	АИР132S4У2	6	7,5	0,88	40,8	0,8	18	-	--	-	--	-	--	-	--	-	--	-			--

РОЗДІЛ 4

РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО ПІДТРИМАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО МІКРОКЛІМАТУ У КАРТОПЛЕСХОВИЩІ

4.1 Обладнання для підтримання необхідного температурного режиму в картоплесховищі

В сучасних агрокомплексах та окремо стоячих сховищах мікроклімат підтримують за рахунок інженерного обладнання, в склад якого входять: вентиляційно – опалювальні установки, холодильні машини, прилади охолодження та засоби автоматичного регулювання мікроклімату.

При централізованій системі активної вентиляції один або декілька вентиляторів встановлюють в одному місці. Вентиляційне повітря системою каналів подається по всьому сховищу. Через велику довжину вентиляційних каналів збільшується гідравлічний опір, погіршується рівномірний розподіл повітря по всьому перерізу маси продукції. Крім того, при проходженні в підземних каналах температура повітря може підвищуватись, а відносна вологість знижуватись, що викличе додаткові втрати ваги продукції. Тому централізовану систему рекомендують при невеликому об'ємі зберігання продукції і в тому разі, коли канали не створюють вплив на підвищення температури вентиляційного повітря.

В сучасних комплексах застосовують децентралізовану систему активної вентиляції, при якій кожную секцію обладнують самостійними припливними вентиляційними установками. Така система має велике значення, так як за звичай зберігається декілька сортів картоплі, які потребують певної температури. Крім того, якщо секція розвантажена, обслуговуючі її установки вимикаються, що призводить до скорочення витрат електроенергії. Автоматичне управління системою вентиляції при цьому не ускладнюється.

Обладнання типу ОРТХ – М призначене для регулювання температурного режиму у сховищах з активною вентиляцією і числом

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.008.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

вентиляційних камер до двох. Технологічний процес зберігання картоплі розділяють на періоди: лікувальний, охолодження, зимового та весняно - літнього зберігання.

В лікувальний період (10...15 днів) заліковуються механічні пошкодження поверхні картоплі. Вентиляція проводиться 4 ...6 разів на добу. Температура продукції підтримується в межах 15 ± 5 градусів, а відносна вологість на рівні 85...95 %.

В період охолодження (20...40 днів) температуру продукту знижують до оптимальної ($-1...+3$ °C). Вентиляція діє 4...6 разів на добу по 15, 30 хвилин, коли температура зовнішнього повітря нижче температури продукту. У сховищах із штучним охолодженням вентиляція працює безперервно, а при температурі зовнішнього повітря, більшій за температуру продукції або рівній їй, вимикаються холодильні машини.

В зимовий період вентиляція вмикається по програмі 4...6 разів на добу. При підвищенні температури продукту вище норми її знижують, подаючи суміш внутрішнього і зовнішнього повітря. Температуру підвищують з точністю до $\pm 1^\circ$. Повітрям видаляється і зайва волога.

У весняно – літній період активну вентиляцію проводять зовнішнім повітрям в найбільш холодний час доби або повітрям, охолодженим холодильними машинами.

Автоматичне управління активної вентиляції забезпечує більш високу зберігаємість картоплі знижує її втрати на 15...20% в порівнянні зі зберіганням при ручному управлінні.

4.2 Необхідність і ефективність застосування охолоджувальної установки в картоплесховищі

Багаторічний досвід зберігання картоплі як в Україні, так і за кордоном, показав, що найважливішою фазою у зберіганні картоплі у картоплесховищі є період охолодження. Він продовжується від 20 до 40 днів. За цей час

					02.02.KP.2607"С".25.10.30.008.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

температуру продукту потрібно знизити з 15 °С до 2 °С. Мінімально допустимий темп охолодження 0,25 °С, а максимальний 0,5 °С за добу.

Необхідність використання охолоджувальної уставки в картоплесховищі пояснюється великою кількістю продукту, що заповнює об'єм приміщення (до 60% об'єму) та великим тепловиділенням картоплі (близько 2135,7 ккал/т за добу). Таке відносно велике тепловиділення пояснюється застосуванням механізованих засобів збирання, перевезення, сортування, в наслідок чого картопля набуває 10 – 15 % пошкоджень, та застосування сучасного тепло – ізолюючого матеріалу пінополіуритану (коефіцієнт теплопередачі стін $K = 0,45 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{с}$). Початкова температура в цей період близько 9 °С.

Якщо у дозимовий період не використовувати охолоджувальної установки, то температура бульб підвищується до 10 °С і вище. Навіть при температурі 10 °С починається „дыхання картоплі”, тобто інтенсивний розпад сухих речовин. Крім цього відбувається інтенсивне розмноження мікроорганізмів, що призводять до захворювання бульб сухою чи мокрою гниллю. Також при високих температурах картопля проростає. З цих міркувань необхідно використовувати охолоджувальні установки в теплий період року (осінь, весна). В зимовий період використання установки недоцільне, так як регулювання температури у сховищі здійснюється надходженням холодного зовнішнього повітря.

Ефективність використання штучного охолодження відбивається в більшому терміні зберігання картоплі, близько 8 місяців (з жовтня до кінця травня). При цьому втрати зменшуються до 20 % порівняно зі сховищами, де штучне охолодження не використовується. Експлуатаційні втрат при цьому зменшуються до 30 %. Одна капіталовкладення збільшуються на 40 – 65 %.

					02.02.КР.2607”С”.25.10.30.008.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

4.3. Розрахунок і вибір установки охолодження вентиляційного повітря

Продуктивність охолоджувальної установки розраховуємо для закритого контуру циркуляції повітря за формулою:

$$\sum Q = \pm Q_{ог} + Q_{пр} + Q_{нов} + Q_{втр}, \frac{кДж}{год}, \quad (4.1)$$

де $Q_{ог}$ – втрати чи приплив теплоти через конструкцію ангару та підлогу;

$Q_{пр}$ – надходження теплоти від продукту та акумулювання продуктом тепла;

$Q_{пов}$ – витрати на охолодження повітря;

$Q_{втр}$ – втрати при закриванні чи відкриванні воріт ангару (оскільки їх немає, то цією величиною знехтуємо).

$$Q_{ог} = Q_{під.п} + Q_{АН}, \quad (4.2)$$

де $Q_{під.п}$ - витрати чи приплив тепла через підлогу;

$Q_{АН}$ – витрати чи приплив тепла через конструкцію ангара.

Для визначення теплопередачі через підлогу її умовно ділять на ділянки, які мають різні коефіцієнти теплопередачі залежно від відстані по відношенню до зовнішніх стін, як показано на рис.4.1.

$$K_1 = 0.522 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C},$$

$$K_2 = 0.245 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C},$$

$$K_3 = 0,11 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C},$$

$$K_4 = 0.0775 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}.$$

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.008.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

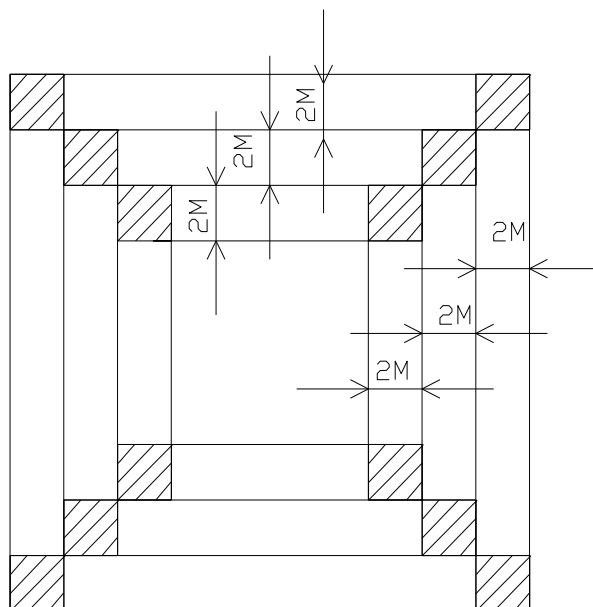


Рис 4.1. Схема теплопередачі через підлогу

$$Q_{\text{підл}} = K_{\text{ум}} \cdot F_{\text{підл}} \cdot \Delta t, \quad (4.3)$$

де $K_{\text{ум}}$ – умовний коефіцієнт для всієї підлоги, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$;

$F_{\text{підл}}$ – площа підлоги, м^2 ;

Δt – різниця між внутрішньою і зовнішньою температурами.

$$K_{\text{ум}} = \frac{\sum F_i k_i}{\sum F_i}, \quad (4.4)$$

$$F_1 = 50 \cdot 2 + 45 \cdot 2 - 16 = 174 \text{ м}^2;$$

$$F_2 = 46 \cdot 2 + 41 \cdot 2 - 16 = 158 \text{ м}^2;$$

$$F_3 = 42 \cdot 2 + 37 \cdot 2 - 16 = 142 \text{ м}^2;$$

$$F_4 = 38 \cdot 32 = 1216 \text{ м}^2.$$

$$\sum F_i = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 = 174 + 158 + 142 + 1216 = 1690 \text{ м}^2. \quad (4.5)$$

$$F_1 \cdot K_1 = 174 \cdot 0.522 = 90.828 \text{ Вт/}^\circ\text{C};$$

$$F_2 \cdot K_2 = 158 \cdot 0.245 = 38,71 \text{ Вт/}^\circ\text{C};$$

$$F_3 \cdot K_3 = 142 \cdot 0.11 = 15,62 \text{ Вт/}^\circ\text{C};$$

$$F_4 \cdot K_4 = 1216 \cdot 0.0775 = 94,24 \text{ Вт/}^\circ\text{C};$$

$$\sum F_i \cdot K_i = F_1 \cdot K_2 + F_2 \cdot K_2 + F_3 \cdot K_3 + F_4 \cdot K_4 = \\ = 90.828 + 38.74 + 15.62 + 94.24 = 239.4 \frac{Вт}{^{\circ}C}$$

$$K_{yt} = \frac{239,4}{1690} = 0,14 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^{\circ}C}.$$

Розрахунок проведемо для двох періодів охолодження і зимового.

$$\Delta t_{\text{охол}} = 2 - 2,4 = - 0,4 ^{\circ}C,$$

$$\Delta t_{\text{зим}} = 2 - (-9) = 11 ^{\circ}C,$$

$$Q_{\text{підл.охол}} = 0,14 \cdot (50 \cdot 45)(-0,4) = - 126 \text{ (Вт/год)} = - 0,035 \text{ кДж/год};;$$

$$Q_{\text{підл.зим}} = 0,14 \cdot (50 \cdot 45)11 = 3465 \text{ (Вт/год)} = 0,96 \text{ кДж/год}.$$

Розраховуємо приплив чи втрати теплоти через конструкцію ангару також для двох періодів.

Розрахунок проводимо за формулою:

$$Q_{\text{АН}} = K_n \cdot F \cdot \Delta t, \quad (4.6)$$

де K_n – коефіцієнт тепловіддачі будівлі сховища, $Вт/м^2 \cdot ^{\circ}C$,

F – площа ангару сховища, $м^2$.

Розраховуємо площу ангару сховища:

$$S_{\text{АН}} = S_g + 2 \cdot S_{\text{бічн}}, \quad (4.7)$$

де S_g – площа даху, $м^2$;

$S_{\text{бічн}}$ – площа бічної стінки, $м^2$.

$$S_{kp} = l_{cx} \cdot 2\pi R \frac{\alpha}{360}, \quad (4.8)$$

де l_{cx} – довжина ангару, м;

R – радіус даху, м;

α – кут, який утворюють кінці дуги із центром описуваного кола (рис.4.2.)

					02.02.КР.2607”С”.25.10.30.008.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

$$\alpha = 120^\circ$$

$$R = 12 \text{ м}$$

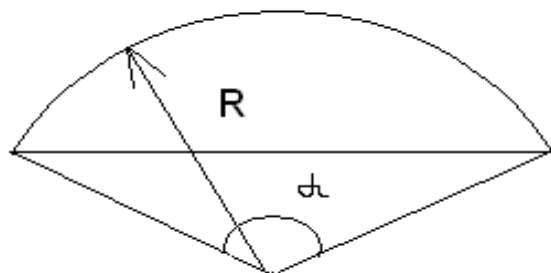


Рис.4.2. Розрахунок площі даху

$$S = 50 \cdot 2 \cdot 3.14 \cdot 12 \frac{120^\circ}{360} = 1256.6 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{бічн}} = \pi R^2 \frac{\alpha}{360} - S_{\Delta}, \quad (4.9)$$

де S_{Δ} – площа трикутника, м^2 ;

$$S_{\Delta} = \frac{1}{2} \cdot a \cdot b \cdot \sin \alpha = \frac{1}{2} \cdot 12 \cdot 12 \cdot \sin 120^\circ = 62.35 \text{ м}^2.$$

$$S_{\text{бічн}} = 3.14 \cdot 12^2 \cdot \frac{120}{360} - 62.35 = 88.5 \text{ м}^2.$$

$$S_{\text{АН}} = 1256.6 + 88.5 \cdot 2 = 1433.5 \text{ м}^2.$$

$$Q_{\text{АН.охол}} = 0.45 \cdot 1433.5 \cdot (-0.4) = -258 \text{ Вт/год} = -0.071 \text{ кДж/год},$$

$$Q_{\text{АН.зим}} = 0.45 \cdot 1433.5 \cdot 11 = 7095 \text{ Вт/год} = 1.97 \text{ кДж/год},$$

$$Q_{\text{ог.охол}} = -126 + (-256) = -384 \text{ Вт/год} = -0.107 \text{ кДж/год},$$

$$Q_{\text{ог.зим}} = 3465 + 7095 = 10560 \text{ Вт/год} = 2.93 \text{ кДж/год}.$$

Враховуємо витрати на охолодження повітря:

$$Q_{\text{пов}} = (V_{\text{сх}} - V_{\text{пр}}) \cdot g_{\text{пов}}, \quad (4.10)$$

де $V_{\text{сх}}$ – об'єм сховища, м^3 ;

$V_{\text{пр}}$ – об'єм, зайнятий продуктом (а саме картоплею), м^3 ;

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.008.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

$g_{\text{пов}}$ – теплоємність 1 м³ повітря, кДж/ м³ °С.

Розраховуємо об'єм сховища за формулою:

$$V_{cx} = \left(\pi R^2 - \left(\frac{\pi R^2}{360} \cdot \alpha + S_{\Delta} \right) \right) \cdot l_{cx} = S_{\text{бічн}} \cdot l_{cx} = 88.5 \cdot 50 = 4425 \text{ м}^2$$

$$V_{np} = \frac{m}{g}, \quad (4.11)$$

де m – маса продукту (картоплі) в ангарі, т;

g – об'ємна щільність продукту, т/ м³ .

$$V_{np} = \frac{2500}{0,69} = 3623 \text{ м}^3$$

$$Q_{\text{пов}} = (4429 - 3623) \cdot 1,283 = 1034 \text{ кДж/год.}$$

Розраховуємо кількість теплоти, яку необхідно відвести від продукту:

$$Q_{\text{пр}} = (Q_{\text{т.в.}} + Q_{\text{т.с.}}) \cdot m, \quad (4.12)$$

де $Q_{\text{т.в.}}$ – тепловиділення картоплі, кДж/год;

$Q_{\text{т.с.}}$ – теплоємність продукту, яку необхідно компенсувати за годину охолоджувального періоду. кДж/год.

Визначимо розрахункову продуктивність охолоджувальної установки:

$$\sum Q_{\text{год.}} = 384 + 62802 + 287 = 63473 \text{ (Вт/год)} = 17,63 \text{ кДж/год;}$$

$$\sum Q_{\text{год.}} = 63473 \cdot 24 = 1523352 \text{ (Вт/год)} = 423,2 \text{ кДж/год.}$$

Холодильне обладнання підбирається з таким розрахунком, щоб час роботи не перевищував 18 годин за добу.

$$Q_o = \frac{\sum Q_{\text{год}}}{18} = \frac{1523352}{18} = 84630 \left(\frac{\text{Вт}}{\text{год}} \right) = 23,5 \frac{\text{кДж}}{\text{год}}.$$

$$Q_{\text{п}} = 12769 \text{ (ккал/год)} = 53502,11 \text{ кДж/год.}$$

Отже, вибираємо вертикальну фреонову установку:

Тип	ФУУ – 80;
Холодопродуктивність	8400 ккал/год = 351960 кДж/год;
Потужність електродвигуна	37 кВт;
Частота обертання	1440 об/хв..

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.008.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

4.4 Розробка схеми керування охолоджувальною установкою

Основними вимогами, які висувалися до схеми керування охолоджувальною установкою ФФУ – 80 було забезпечення нормальної роботи системи і зупинки її в разі ненормального чи аварійного режиму роботи.

Контроль режимів роботи компресора здійснюється за допомогою реле тиску. А саме SP – 1 – реле , що контролює тиск фреону в системі і зупиняє роботу при утворенні вакууму у випаровувачі [2]. Також використовується SP – 2 – реле контролю тиску мастила у компресорі та SP – 3 – реле контролю тиску у випаровувачі.

Всі три реле підключені до світлової сигналізації , що вмикається в разі їх спрацювання.

SP – 4 – реле контролю наявності фреону в робочій системі (нормальне положення замкнене).

SP – 5 - , SP – 6 - , SP – 7 - , SP – 8 – реле, які вимикають вентилятори конденсатора при підвищенні в них тиску пари.

Схема працює в двох режимах, які задаються перемикачем SA1. Це режим, в якому керування здійснюється від регулюючого моста системи мікроклімату AP1 (автоматичний режим роботи компресора).

Також схемою передбачений підігрів мастила в картері компресора та облік мотогодин.

Установка може працювати в трьох режимах: мінімальної інтенсивності при спрацюванні YA1 та інтенсивному режимі 1 та режимі 2, YA2, YA3 відповідно. Керування соленоїдними вентилями YA1 та YA2, YA3 здійснюється мостами RP1 чи в автоматичному режимі за допомогою реле тиску SP9, SP10.

Світлова сигналізація надає інформацію світловими індикаторами за такими параметрами:

HL1 – „нестача фреону”,

HL2 – „робота компресора”,

					02.02.KP.2607”C”.25.10.30.008.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

HL3 – „немає тиску мастила”,
 HL4 – „високий тиск фреону”,
 HL5 - „схема задіяна в роботу”,
 HL6 – „живлення ввімкнено”.

Силова частина схеми передбачає захист від зміни фаз, обриву фази та зниженні напруги, коротких замикань, перевантаження двигуна.

Апарати керування і захисту вибрані за методикою, наведеною у розділі 2. Результати розрахунків наведені в таблиці (лист 2).

4.5. Розробка установки для магнітної обробки картоплі

Розроблена установка для магнітної обробки картоплі (рис. 4.3), до складу якого входять: стрічковий транспортер напільного типу, привод транспортера, пристрій для магнітної обробки, де відбувається безпосередньо обробка картоплі, завантажувальний транспортер ТЗК-30 та пульт керування.

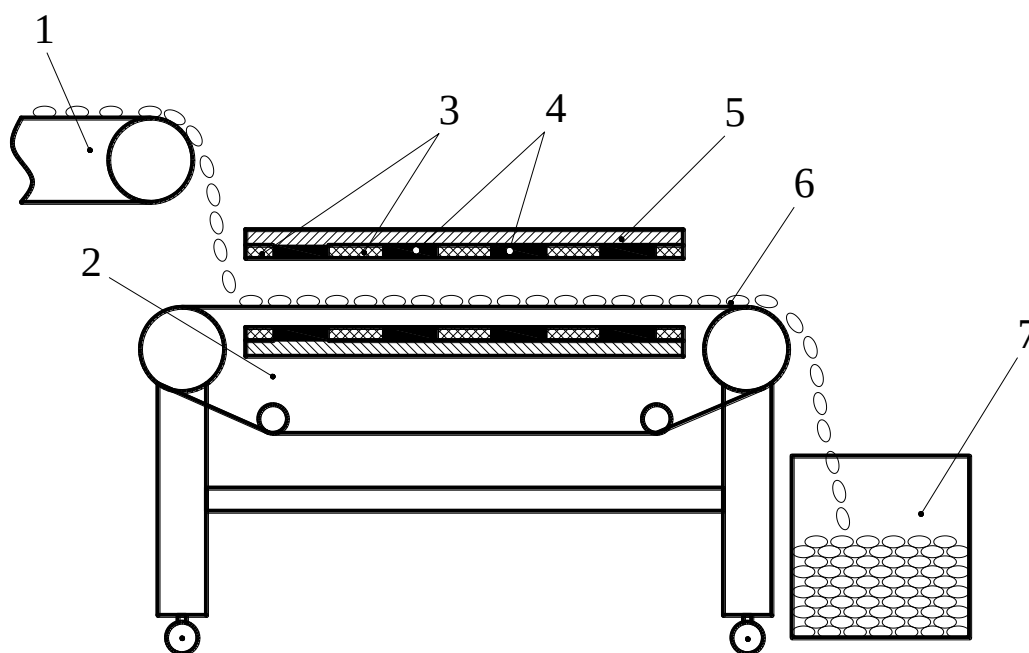


Рис. 4.3. Функціональна схема установки для магнітної обробки картоплі:
 1 – завантажувальний транспортер ТЗК-30; 2 – транспортер; 3 – текстолітові вставки; 4 – постійні магніти; 5 – плита з електротехнічної сталі; 6 – об’єкт обробки; 7 – контейнер

У програмному середовищі ELCUT був виконаний аналіз пристрою для магнітної обробки картоплі. У результаті встановлено, що магнітна індукція 30 мТл в центрі повітряного зазору забезпечується при використанні 4 пар постійних магнітів на основі NdFeB марки N38SH з розмірами 400x55x6,3 мм, які розміщені на плиті з електротехнічної сталі Ст2211 товщиною 10 мм на відстані 145 мм один від одного. Величина повітряного зазору між магнітами 190 мм (рис. 4.4).

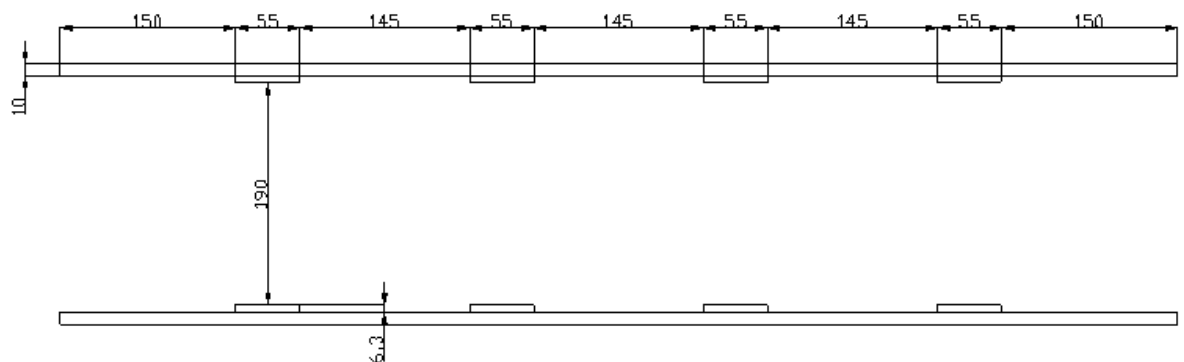


Рис. 4.4. Схема пристрою для магнітної обробки картоплі

Модель картини магнітного поля відображає напрямлення векторів магнітної індукції та її розподіл по перерізу об'єкта моделювання (рис. 4.5)

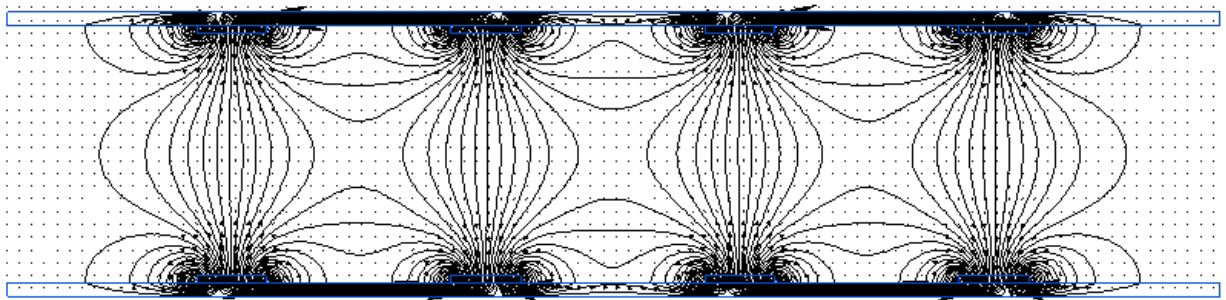


Рис. 4.5. Картина магнітного поля установки для магнітної обробки картоплі

Принципальна електрична схема керування комплексом для магнітної обробки картоплі показана на листі 4.

При вмиканні автоматичного вимикача *QF1* напруга подається в коло керування, загоряється лампа *HL1* "МЕРЕЖА". Для запуску потокової лінії

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.008.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

натискають на кнопку *SB5* "ПУСК". При цьому спрацьовує електромагнітний пускач *KM1*, який подає напругу до силового кола та іншу частину кола керування.

Напрямок руху вибирається за допомогою перемикача *SA1* "ХІД". Електродвигун переміщення вмикається кнопкою *SB9.2* "ПУСК", встановленою на завантажувачі ТЗК-30. При натисканні на кнопку *SB9.2* "ПУСК" спрацьовує електромагнітний пускач *KM2*, який вмикає електродвигун переміщення транспортера *M1*.

Зміна напрямку руху або зупинка здійснюється зміною положення рукоятки перемикача *SA1* "ХІД", зупинка машини – при відпусканні кнопки *SB9.2* "ПУСК".

Пуск електродвигуна *M2* гідропривода здійснюється кнопкою *SB10.2* "ПУСК", при цьому спрацьовує електромагнітний пускач *KM5*. Зупинка електродвигуна *M2* здійснюється при натисканні на кнопку *SB10.1* "СТОП".

Пуск електродвигуна *M8* транспортера електротехнологічного комплексу для магнітної обробки картоплі здійснюється кнопкою *SB14.2* "ПУСК". При натисканні на кнопку *SB14.2* спрацьовує електромагнітний пускач *KM9*, який також замикає допоміжний контакт у колі котушки електромагнітного пускача *KM6* електропривода стріли.

Для запуску електродвигуна *M3* стріли натискають кнопку *SB11.2* "ПУСК", при цьому спрацьовує електромагнітний пускач *KM6*, який також замикає допоміжний контакт у колі котушки електромагнітного пускача *KM7* електропривода підйомного транспортера.

Пуск електродвигуна *M4* підйомного транспортера здійснюється кнопкою *SB12.2* "ПУСК", при цьому спрацьовує електромагнітний пускач *KM7*, який також замикає допоміжний контакт у колі котушки електромагнітного пускача *KM8* електропривода бункера.

Для запуску електродвигуна *M5* бункера натискають кнопку *SB13.2* "ПУСК", при цьому спрацьовує електромагнітний пускач *KM8*.

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.008.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Зупинка потокової лінії передпосадкової обробки картоплі здійснюється натисканням кнопки *SB14.1* "СТОП". Кнопки *SB11.1*, *SB12.1*, *SB13.1* використовуються для зупинки відповідно електродвигунів *M3*, *M4*, *M5* при проведенні налагоджувальних робіт.

Керування електродвигуном висування телескопічного транспортера здійснюється натисканням кнопок *SB6* "Висування транспортера назад" та *SB7* "Висування транспортера уперед". У крайніх положеннях транспортера спрацьовують кінцеві вимикачі *SQ1*, *SQ2*, вимикаючи електродвигун транспортера *M7*.

Для керування поворотом стріли в ручному режимі перемикач *SA2* "РЕЖИМ" встановлюють у положення "РУЧНИЙ". Керування здійснюється кнопками *SB2* "Поворот стріли вліво" та *SB3* "Поворот стріли вправо". У крайніх положеннях стріли спрацьовують кінцеві вимикачі *SQ3*, *SQ4*, забезпечуючи зупинку електродвигуна *M6*. Режим керування поворотом стріли "АВТОМАТИЧНИЙ" у потоковій лінії передпосадкової обробки картоплі не використовується.

Вимикання всіх електродвигунів здійснюється кнопкою *SB8* "СТОП" або *SB9.1* "СТОП", розташованої на завантажувачі ТЗК-30.

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.008.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

РОЗДІЛ 5

ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА БЕЗПЕКИ ПРАЦІ

5.1 Заходи з енергозбереження в картоплесховищі

Зменшити споживання реактивної потужності електроприймачами, особливо електродвигунами, зварювальними трансформаторами тощо, можна без та із застосуванням компенсаторів реактивної потужності.

Цей спосіб включає в себе: забезпечення нормального завантаження електродвигунів, зменшення тривалості роботи електроприймачів на холостому ході за рахунок впорядкування технологічних процесів та використання обмежувачів холостого ходу і застосування синхронних двигунів замість асинхронних, де це можливо за умовами технологічного процесу.

Встановлення компенсуючих установок (КУ) у споживачів є найбільш ефективним способом зниження втрат електроенергії в електромережах – в середньому до 300 *кВт/год.* на 1 *кВАр* компенсуючих конденсаторів на рік. Це означає, що КУ потужністю 250 *кВАр* дозволяє щорічно економити близько 50 т. вугілля.

Важливою умовою раціонального використання електроенергії є автоматизація виробничих процесів. Часто при незначних пошкодженнях автоматичну систему вимикають і переводять установку в ручний режим керування, що призводить до перевитрат електроенергії.

Перевитрати енергії в освітлювальних установках найчастіше бувають при неправильному розрахунку потрібної потужності ламп або монтажу світильників без розрахунку; заміні перегорілих ламп розжарювання лампами більшої потужності через відсутність потрібних; підвищеній напрузі у мережі, яка крім скорочення строку служби ламп розжарювання призводить до підвищення споживаної потужності.

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.008.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Уникнути цих перевитрат електроенергії можна постійним контролем рівня напруги в мережі та із застосуванням автоматичних пристроїв.

5.2 Заходи з безпеки праці

Картоплесховище за класифікацією по електробезпеці відноситься до приміщень з підвищеною небезпекою, тому що картоплесховище - вогке приміщення з наявністю пилу при вентиляванні та струмопровідної підлоги.

При монтажу електроустановок в картоплесховищі необхідно:

- застосовувати пилонепроникні герметичні світильники з скляними ковпаками, захисною сіткою і висотою підвісу від 2,5 м;
- металеві корпуси обладнання, труб, в яких прокладена електропроводка, щитка керування, розподільчі щитки і водопровідні труби повинні бути надійно заземлені;
- на розподільчих щитках в приміщенні картоплесховища встановлюється загальний вимикач або закритий рубильник.

Проектоване картоплесховище за ступенем пожежної безпеки відноситься до класу пожежної зони П – III і вибухонебезпечної ВІ.

Для усунення небезпечних та шкідливих факторів розроблено такі технічні та організаційні заходи.

Обслуговуючий персонал забезпечується спецодягом та індивідуальними засобами захисту.

Під час ремонту або техогляду обладнання на щитах управління і шафах вивішуються плакати: „Не вмикати – працюють люди”.

Для надання первинної долікарської допомоги потерпілому в диспетчерській передбачено два комплекти медичних аптечок, які своєчасно наповнюються медикаментами.

					02.02.КР.2607”С”.25.10.30.008.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Для безпеки праці при обслуговуванні електроустановок проектом передбачено забезпечення обслуговуючого персоналу основними і додатковими засобами захисту, розрахунок яких приведений в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Засоби захисту обслуговуючого персоналу

Найменування	Марка	ГОСТ, ТУ	Од. вим.	К- сть.	приміт ка
1. Штанга оперативна універсальна	ШОУ-10У1	ТУ16538231-74	шт.	2	засоби
2. Кліщі ізоляційні	К-1000	ТУ34281706-76	шт.	2	захис-
3. Пакажчик напруги	УНН-1		шт	1	ту
4. Кліщі вимірювальні	Ц-91	ТУ2504956-26	шт.	2	збері-
5. Монтажний інструмент з ізольованими ручками		ТУ3428100Т2-			гають-
6. Рукавиці діелектричні	КСН4-2	80	ком	2	ся в спец.
7. Боти діелектричні		ТУ38106359-79	пар	2	шафі в
8. Переносні заземлення 0,4 кВ		ГОСТ13385-78	пар	3	диспе-
9. Килимок діелектричний 45х45 см		ГОСТ121018-79	шт	4	тчесь
10. Плакати і знаки безпеки		ГОСТ4997-75	шт.	3	кій
		ГОСТ124026-76	шт	5	

РОЗДІЛ 6

ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ І ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В КАРТОПЛЕСХОВИЩІ

Доцільність застосування на практиці передбаченої проектом автоматизації виробничих процесів визначається її економічною ефективністю. Електрифікація виробничих процесів дає можливість підвищити продуктивність праці, зменшити собівартість зберігаємої продукції та підвищити рентабельність зберігання.

Кількість спожитої енергії визначається за формулою:

$$W = P_{\text{ст}} \cdot T_{\text{max}}, \text{ кВт} \cdot \text{год}, \quad (6.1)$$

де T_{max} – річна кількість годин максимуму, $T_{\text{max}} = 2700$ год.

$P_{\text{вст}}$ – встановлена потужність споживача електроенергії, кВт.

$$P_{\text{вст}} = P_{\text{max}} = 139,2 \text{ кВт}$$

$$W = 139,2 \cdot 2700 = 375,84 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Вартість спожитої електроенергії за рік визначається за формулою:

$$B = a \cdot W, \text{ грн.}, \quad (6.2)$$

де a – тариф на електроенергію, $a = 1,78$ грн/кВт·год.

Тоді:

$$B = 1,78 \cdot 375840 = 631411,2 \text{ грн.}$$

Питоме споживання електроенергії знаходимо за формулою:

$$\Delta A = \frac{W}{Q_{\text{прод}}}, \text{ кВт} \cdot \text{год/т} \quad (6.3)$$

де: $Q_{\text{прод}}$ – річний відпуск продукції, т.

$$Q_{\text{прод}} = 5000 \text{ т.}$$

$$\Delta A = \frac{375,84}{5000} = 0,075 \text{ кВт} \cdot \text{год/т.}$$

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.008.ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

1. Для зменшення втрат картоплі при її зберіганні необхідно підтримувати оптимальні параметри мікроклімату у картоплесховищі. Для цього використовують технологічне обладнання: вентилятори, нагрівальні установки, кондиціонери, холодильні установки, зволожувачі тощо. При використанні цього обладнання можна досягти значного економічного ефекту: зменшення втрат продукції до 20 %, зниження експлуатаційних витрат на 15 – 20 %.

2. Вибране технологічне та електротехнічного обладнання для підтримання технологічних параметрів у картоплесховищі.

3. Обґрунтоване автоматизоване електрообладнання для підтримання оптимального мікроклімату у картоплесховищі.

4. Розроблена установка для магнітної обробки картоплі, яка дала можливість збільшити терміни його зберігання.

4. Визначене навантаження на ввіді картоплесховища та вибрана трансформаторна підстанція.

5. Розглянуті питання енергозбереження в картоплесховищі та розроблені заходи з охорони праці.

6. Наведені техніко-економічні показники показують ефективність застосування розробленого автоматизованого електрообладнання у картоплесховищах.

					02.02.КР.2607"С".25.10.30.008.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Список використаних джерел

1. Довідник сільського електрика / за редакцією В.С. Олійника. – К.: Урожай, 1989 – 264 с.
2. Механізація та автоматизація у тваринництві та птахівництві/ О.С.Марченко, О.В.Дацишин, Ю.М.Лавріненко. – К.: Урожай, 1995. – 416 с.
3. Правила улаштування електроустановок. ПУЕ. 7-ме видання, перероблене та доповнене. – К.: Міненерговугілля України, 2022. – 794 с.
4. Лут М.Т., Радько І.П., Тракай В.Г., Чміль А.І. Безпека праці в сільських електроустановках : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / Лут М.Т., Радько І.П., Тракай В.Г., Чміль А.І. – К.: Вид – во ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2012- 430 с.
5. Гончар В.Ф. Електрообладнання і автоматизація сільськогосподарських агрегатів і установок: Курсове і дипломне проектування. 2 – е вид. доповнене і перероблене. – К: „Вища школа”, 1985 – 298 с.
6. Козирський В. В. Електропостачання агропромислового комплексу: підруч. / В. В. Козирський, В. В. Каплун, С. М. Волошин. – К. : Аграрна освіта, 2011. – 448 с.
7. Електропривод і автоматизація: Підручник / О.Ю. Синявський, В.В. Савченко, В.В. Козирський, В.Я. Бунько, В.Ю. Рамш; За ред. О.Ю. Синявського. К., ЦП «Компринт», 2019.. 619 с.
8. Електропривод виробничих машин і механізмів: Навчальний посібник / О. Ю. Синявський, В. В. Савченко, Ю. М. Лавріненко, Д. Г. Войтюк, В. Я. Бунько, В. Ю. Рамш. К.:Компринт, 2020. 444 с.
9. Основи електропривода / [Лавріненко Ю. М., Марченко О. С., Савченко П. І. та ін.] ; за ред. Ю. М. Лавріненка. К. : Ліра-К, 2016. 504 с..
10. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів : ДНАОП 0.00.1.21. – 98. / Держнаглядохоронпраці України. – К. : Основа, 1998. – 380 с.

					02.02.КР.2607”С”.25.10.30.008.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

11. Зберігання і переробка продукції рослинництва / ГІ. Подпрятів, Л.Ф. Скалецька, А.М. Сеньков, В.С. Хилевич. – К.: Мета, 2002. – 495 с.
12. Кюрчева Л. М. Технологія переробки та зберігання сільськогосподарської продукції: навч. посібник: рекомендовано МОН України / Л. М. Кюрчева, О. В. Григоренко, С. В. Кюрчев. - Мелітополь: Видавничий будинок ММД, 2013. - 126 с.
13. Електропривод і автоматизація: навчальний посібник / [Синявський О.Ю., Савченко П.І., Савченко В.В. та ін.]; за ред. О.Ю. Синявського. – К.: Аграр Медіа Груп, 2015. – 604 с.
14. Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення : ДБН В.2.5.–23–2003. – К. : Держ. комітет України з буд-ва та архітектури, 2004. – 128 с.
15. Kozyrskyi V. Presowing Processing of Seeds in Magnetic Field / V. Kozyrskyi, V. Savchenko, O. Sinyavsky // Handbook of Research on Renewable Energy and Electric Resources for Sustainable Rural Development. IGI Global, 2018. P. 576 – 620. **(Scopus)**
16. Савченко В.В. Механізм дії електромагнітного поля при передпосівній обробці картоплі [Електронний ресерс] / В.В. Савченко // Енергетика і автоматика – 2010. – № 3(5).
17. Савченко В.В. Визначення ефекту електромагнітної обробки картоплі / В.В. Савченко // Науковий вісник НУБіП України. – 2010. – № 153. – С. 138–145.
18. Савченко В.В. Вплив магнітної обробки на урожайність і біометричні показники картоплі / В.В. Савченко // Енергетика і автоматика – 2011. – № 1(7).
19. Савченко В.В. Дослідження електротехнологічного комплексу для магнітної обробки картоплі [Електронний ресурс] / В.В. Савченко // Енергетика і автоматика – 2011. – № 2(8).

					02.02.KP.2607”С”.25.10.30.008.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

20. Синявський О.Ю. Зміна рН бульби картоплі при обробці у магнітному полі / О.Ю. Синявський, В.В. Савченко // Енергетика і автоматика – 2011. – № 4(10).

21. Sinyavsky A. Magnetic treatment of potato tubers / A. Sinyavsky, V. Savchenko // Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW. – Agriculture (Agricultural and Forest Engineering). – Warsaw: 2011. – № 57. – P. 57–64.

22. Пат. на корисну модель 57170 Україна МПК A01G 7/04. Пристрій для обробки сільськогосподарської продукції в магнітному полі / Савченко В.В., Петренко А.В. Синявський О.Ю., Чапний М.В.; заявник і власник Савченко В.В., Петренко А.В. Синявський О.Ю., Чапний М.В. – № u201009714; заявл. 04.08.10; опубл. 10.02.2011, Бюл. № 3/2011.

					02.02.КР.2607”С”.25.10.30.008.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52