

НУБІП України

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

02.02 – МКР. 324 “С” 2023.03.06. 005 ПЗ

**ГРИПА ДМИТРО ВОЛОДИМИРОВИЧ**

**2023 р.**

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
ННІ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

УДК 631.171:621.311

**ПОГОДЖЕНО**  
Директор ННІ енергетики,  
автоматики і енергозбереження

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

проф., д.т.н. /КАПЛУН В.В./  
вчене звання, науковий ступінь підпис

доц., к.т.н. /ОКУШКО О.В./  
вчене звання, науковий ступінь підпис

”                    ”                    2023 р.  
число                    місяць                    рік

”                    ”                    2023 р.  
число                    місяць                    рік

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему: «УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ  
ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯМ ЛННІ ПЕРВИННОЇ ПЕРЕРОБКИ ГРЕЧКИ»

Спеціальність 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»  
(код і назва)

Освітня програма «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»  
(назва)  
(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

**Гарант освітньої програми**

К.Т.Н., доцент  
(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Усенко С.М.  
(ПІБ)

**Керівник магістерської роботи**

Д.Т.Н., професор  
(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Червінський Л.С.  
(ПІБ)

**Виконав**

(підпис)

Грипа Д.В.  
(ПІБ)

КИЇВ – 2023

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
ННІ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

**З А Т В Е Р Д Ж У Ю**  
Завідувач кафедри  
електротехніки, електромеханіки  
та електротехнологій

К.Т.Н., доцент / **ОКУШКО О.В.** /  
науковий ступінь, вчене звання підпис ПБ

” \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 р.  
число місяць рік

**З А В Д А Н Н Я**

**ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
СТУДЕНТУ**

***Грипі Дмитру Володимировичу***

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Спеціальність 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітня програма «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: «Удосконалення системи керування електрообладнанням лінії первинної переробки гречки»

затверджена наказом ректора НУБіП України від 06.03.2023 р. № 324 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2023.11.15  
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської роботи:

- а) Результати науково-дослідницької роботи кафедри ЕЕЕ.
- в) Система ПЗР і ТО електрообладнання сільськогосподарських підприємств.
- г) Нормативні документи: ПУЕ, ПТЕЕС та ПБЕЕС, ДСТУ, ДБН тощо.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

**Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно**

**розробити):** Вступ. 1. Аналіз господарської діяльності ТОВ «Гостинне» 2. Аналіз технології та електрифікації процесів виробництва гречаної крупи. 3. Обґрунтування та вибір силового електрообладнання і освітлення цеху переробки гречки. 4. Розробка системи автоматизованого керування лінією виробництва гречаної крупи. 5. Охорона праці. Висновки

Перелік графічного матеріалу (за потреби)

Дата видачі завдання 07.03.2023р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи Червінський

Д.С.

(підпи)

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_

Грипа Д.В

(підпис)

(прізвище та ініціали студента)

## РЕФЕРАТ

*Актуальність.* Серед круп'яних культур в Україні гречка є найпоширенішою культурою. Це обумовлено високими харчовими і лікувально-дієтичними властивостями її крупи та порівняно не складним виробництвом. Проте рівень виробництва та якість гречаної крупи не задовольняє потреб держави. Одним з шляхів збільшення обсягів виробництва цієї продукції є впровадження у виробництво високоефективної технології, яка б забезпечила максимальну ефективність та реалізацію потенціалу сучасних сортів гречки.

Виходячи з вищезазначеного постає проблема розвитку та впровадження в дію новітніх технологій виробництва гречаної крупи. Одним із найважливіших процесів у виробництві гречаної крупи, від якого залежить якість крупи та відсоток виходу цілого не дробленого ядра, є процес гідротермічної обробки зерна.

*Метою дослідження* є удосконалення технологічної лінії первинної переробки гречки, для зниження подрібнення ядер і поліпшення поживчих якостей крупи, підвищення ефективності технологічних процесів, збільшення продуктивності праці, зменшення собівартості та енергоємності продукції.

*Об'єктом дослідження* є технологічні процеси первинної переробки гречки на основі електротехнологій.

*Предметом досліджень* є номенклатура, структура і параметри електрообладнання цеху, розробка системи автоматизованого керування лінією виробництва гречаної крупи.

*Методи дослідження та апаратура.* аналіз, моделювання, методи математичної статистики; застосування сучасних приладів та методів вимірювання і обробки їх результатів за допомогою ПЕОМ у програмному середовищі "Mathcad", амперметри, вольтметри.

*Теоретична цінність* отриманих результатів полягає в обґрунтуванні структури та параметрів системи електричного обладнання цеху і розробка системи автоматизованого керування лінією виробництва гречаної крупи.

*Практична цінність* отриманих результатів полягає у розробці системи електрообладнання для цеху виробництва гречаної крупи.

На захист дипломної магістерської роботи вносяться:

1. Аналіз технології та електрифікації процесів виробництва гречаної крупи.

2. Система технологічного обладнання цеху первинної переробки гречки.

3. Система електрообладнання для технологічних процесів цеху первинної переробки гречки.

4. Система освітлення цеху.

5. Результати досліджень системи автоматичного керування лінією виробництва гречаної крупи.

6. Розробка функціональної та електричної принципальної схем автоматизації технологічного процесу виробництва гречаної крупи.

7. Заходи з експлуатації електрообладнання, охорони праці, енергозбереження в цеху первинної переробки гречки.

В дипломній магістерській роботі вибрано технологічне та електротехнічне обладнання цеху первинної переробки гречки, розглянуто

питання електропостачання, експлуатації електрообладнання та охорони праці, проведені дослідження системи автоматичного регулювання завантаження лінії виробництва гречаної крупи.

Робота пройшла апробацію на науково-технічних семінарах кафедри електротехніки, електромеханіки та електротехнологій НУБІП України та 2

міжнародних конференціях. Пояснювальна записка виконана на 81 аркуші друкованого тексту і містить 16 таблиць, 8 рисунків. При виконанні роботи було використано 27 літературних джерел.

Ключові слова: гречана крупа, процес гідротермічної обробки, електросилове та освітлювальне обладнання, надійність схеми керування.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ГОСПОДАРЕБКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТОВ «ГОСТИННЕ» ...	11
1.1. Організаційно-економічна характеристика ТОВ «Гостинне» ....	11
1.2. Стан електрифікації ТОВ «Гостинне» .....	18
Висновки та постановка загальної задачі роботи.....	19
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА ГРЕЧАНОЇ КРУПИ.....	20
2.1. Характеристика гречаної крупи та її переваги .....	20
2.2. Обґрунтування та вибір технології виробництва гречаної крупи	21
2.3. Опис прийнятої за базову технології виробництва гречаної крупи.....	24
2.4. Аналіз процесу гідротермічної обробки гречки.....	26
Висновки по розділу 2.....	29
РОЗДІЛ 3. ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СИЛОВОГО ЕЛЕКТРО- ОБЛАДНАННЯ І ОСВІТЛЕННЯ ЦЕХУ ПЕРЕРОБКИ ГРЕЧКИ .....	30
3.1. Вибір силового електрообладнання для технологічної лінії первинної переробки гречки .....	30
3.2. Перевірка електродвигуна приводу воріт .....	33
3.3. Перевірка основних параметрів двигуна електроприводу втяжного вентилятора .....	38
3.4. Обґрунтування і вибір джерел освітлення цеху переробки гречки .....	46
3.5. Розрахунок мережі освітлення з світлодіодними лампами...	48
3.5.1 Розрахунок освітлення для першого приміщення.....	48
3.5.2. Розрахунок освітлення для другого приміщення.....	52
Висновки по розділу 3.....	54

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ЛІНІЄЮ ВИРОБНИЦТВА ГРЕЧАНОЇ КРУПИ.....	56
---	----

4.1. Розробка вимог до процесу автоматизації виробництва та вибір технічних засобів автоматизації .....	56
--	----

4.2. Розробка функціональної та електричної принципіальної схем автоматизації технологічного процесу виробництва гречаної крупи .....	59
---	----

4.3. Складання специфікації на матеріали та обладнання системи автоматизованого керування лінією первинної обробки гречки .....	63
--	----

4.4. Визначення надійності і якості роботи автоматизованої системи керування лінією первинної обробки гречки .....	65
---	----

Висновки по розділу 4 .....	67
-----------------------------	----

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ .....	68
-------------------------------	----

5.1. Аналіз стану та розробка заходів з охорони праці .....	68
---	----

5.2. Розробка заходів з охорони праці в цеху переробки гречки .....	70
---	----

5.3. Блискавкозахист цеху переробки гречки .....	72
--	----

Висновки по розділу 5 .....	75
-----------------------------	----

ВИСНОВКИ .....	76
----------------	----

СПИСОК ЛІТВРАТУРИ.....	78
------------------------	----

ДОДАТКИ.....	81
--------------	----

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,  
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

**НУБІП України**

$g$  – прискорення вільного падіння;

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії;

$M$  – момент;

**НУБІП України**

$\omega$  – кутова швидкість;

$J$  – момент інерції;

$t$  – час;

$V$  – об'єм;

**НУБІП України**

$P$  – тиск;

$\gamma$  – щільність повітря;

$\lambda$  – коефіцієнт тертя;

$d$  – діаметр повітропроводу;

$E$  – освітленість;

**НУБІП України**

$K_z$  – коефіцієнт запасу;

$z$  – коефіцієнт запасу;

$S$  – площа;

$v$  – швидкість руху;

**НУБІП України**

$\rho$  – питома густина;

$h_p$  – висота підвісу світильника;

$\Phi$  – світловий потік лампи;

$K_0$  – коефіцієнт одночасності;

**НУБІП України**

$I$  – електричний струм;

$i_n$  – кратність пускового струму;

$r$  – активний питомий опір;

$x$  – індуктивний питомий опір;

$P$  – потужність;

**НУБІП України**

$U$  – напруга;

ПЗА – пускозахисна апаратура;

ККД – коефіцієнт корисної дії.



$W$  – кутова швидкість машини, рад/с;

$W_{н}$  – номінальне значення кутової швидкості;

$P$  – потужність приведена до машини;

$n$  – частота обертання двигуна;

$\mu_{кр}$  – кратність максимального моменту;

$\Delta t$  – час розгону електродвигуна;

$\Delta t$  – час розгону електродвигуна;

$U$  – напруга мережі, В;

$\cos \varphi$  – коефіцієнт потужності;

$K_1$  – кратність пускового струму;

$P_{в}$  – встановлена потужність електродвигуна, кВт;

$\eta$  – К. К. Д двигуна, %;

$K_3$  – коефіцієнт завантаження;

$P_{сп}$  – споживана активна потужність, кВт;

$t_{\varphi}$  – кут між повною і активною потужністю;

$P$  – максимальна активна потужність, кВт;

$Q$  – максимальна реактивна потужність, кВАр;

$r_0$  і  $x_0$  – активний і реактивний опір провідів, Ом/км;

ЛЕП – лінія електропередачі;

ТО – технічне обслуговування;

ПР – поточний ремонт;

ПЛ – повітряна лінія;

ПВЕ – правила влаштування електроустановок.

НУБІП України

## ВСТУП

# НУБІП України

Необхідність розвитку сільського господарства на викликає сумніву.

Окрім того, що сільське господарство має дуже велике значення для економіки України в цілому, воно також забезпечує населення самим головним їжею. Розвиток та підвищення ефективності зернового господарства є необхідна умова не тільки забезпечення населення

# НУБІП України

продуктами харчування, а й підвищення ефективності виробництва інших видів продукції сільського господарства.

# НУБІП України

Одним з найбільш поширених продуктів виробництва є крупи. При сучасному круп'яному виробництві поряд з механічною обробкою зерна застосовують гідротермічну обробку — водою і паром. У цьому разі

# НУБІП України

полегшується відокремлення оболонок при луценні, знижується подрібнення ядер, поліпшуються споживчі якості крупи, скорочується тривалість її варіння і каша стає більш розсипчастою, підвищується стійкість крупи при зберіганні в результаті інактиваци ферментів, які викликають псування крупи.

# НУБІП України

Серед круп'яних культур в Україні гречка є найпоширенішою культурою. Це обумовлено високими харчовими і лікувально-дієтичними властивостями її крупи та порівняно не складним виробництвом. Проте рівень виробництва та якість гречаної крупи не задовольняє потреб держави. Одним з шляхів збільшення обсягів виробництва цієї продукції є впровадження у

# НУБІП України

виробництво високоефективної технології, яка б забезпечила максимальну ефективність та реалізацію потенціалу сучасних сортів гречки.

# НУБІП України

Виходячи з вищезазначеного постає проблема у розвитку та впровадження в дію новітніх технологій виробництва гречаної крупи. Одним із найважливіших процесів у виробництві гречаної крупи, від якого залежить якість крупи та відсоток виходу цілого не дробленого ядра, є процес гідротермічної обробки зерна. Тому було прийнято рішення проаналізувати та запропонувати шляхи удосконалення вищезазначеного процесу.

*Метою дослідження є удосконалення технологічної лінії первинної переробки гречки, для зниження подрібнення ядер і поліпшення споживчих якостей крупи, підвищення ефективності технологічних процесів, збільшення продуктивності праці, зменшення собівартості та енергоємності продукції.*

*Об'єктом дослідження є технологічні процеси первинної переробки гречки на основі електротехнологій.*

*Предметом досліджень є номенклатура, структура і параметри електрообладнання цеху, розробка системи автоматизованого керування лінією виробництва гречаної крупи.*

*Методи дослідження та апаратура: аналіз, моделювання, методи математичної статистики; застосування сучасних приладів та методів вимірювання і обробки їх результатів за допомогою ПЕОМ у програмному середовищі "Mathcad", амперметри, вольтметри.*

*Теоретична цінність* отриманих результатів полягає в обґрунтуванні структури та параметрів системи електричного обладнання цеху і розробка системи автоматизованого керування лінією виробництва гречаної крупи.

*Практична цінність* отриманих результатів полягає у розробці системи електрообладнання для цеху виробництва гречаної крупи.

На захист дипломної магістерської роботи виносяться:

1. Аналіз технології та електрифікації процесів виробництва гречаної крупи.
2. Система технологічного обладнання цеху первинної переробки гречки.
3. Система електрообладнання для технологічних процесів цеху первинної переробки гречки.
4. Система освітлення цеху.
5. Результати досліджень системи автоматичного керування лінією виробництва гречаної крупи.
6. Розробка функціональної та електричної принципіальної схеми автоматизації технологічного процесу виробництва гречаної крупи.

7. Заходи з експлуатації електрообладнання, охорони праці, енергозбереження в цеху первинної переробки гречки.

В дипломній магістерській роботі вибрано технологічне та електротехнічне обладнання цеху первинної переробки гречки, розглянуто питання електропостачання, експлуатації електрообладнання та охорони праці, проведені дослідження системи автоматичного регулювання завантаження лінії виробництва гречаної крупи.

Робота пройшла апробацію на науково-технічних семінарах кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Пояснювальна записка виконана на 81 аркуші друкованого тексту і містить 16 таблиць, 8 рисунків. При виконанні роботи було використано 27 літературних джерел.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТОВ

### «ГОСТИННЕ»

#### 1.1. Організаційно-економічна характеристика ТОВ «Гостинне»

Повне найменування товариства: товариство з обмеженою відповідальністю «Гостинне», Немирівського району, Вінницької області.

Товариство розташоване у центральній частині лісостепу, в селі Гостинне.

Основний напрямок розвитку – зерновий з розвинутим тваринництвом.

Земельні ресурси: площа сільськогосподарських угідь становить 3731,9 га, в т.ч рілля - 3722,6 га. Середньооблікова чисельність працівників - 148 осіб. В господарстві нараховується 20 чоловік адміністративно-управлінського персоналу.

Економічний стан підприємства з кожним роком стабілізується, розмір валової продукції і валового та чистого доходу кожного року зростає. Рівень рентабельності по господарству становить 22,4%. ТОВ «Гостинне» має зерно-молочний виробничий напрямок.

Учасниками Товариства є фізичні особи, громадяни України.

Предметом діяльності Товариства є:

- вирощування зернових та технічних культур,
- виробництво та реалізація цукру та продуктів переробки цукрових буряків; оптова торгівля зерном, насінням та кормами для тварин;
- роздрібна торгівля в неспеціалізованих магазинах з перевагою продовольчого асортименту;
- тваринництво (розведення та відгодівля і реалізація свиней, великої рогатої худоби м'ясного та молочного напрямку, птиці тощо);
- інші види діяльності, що не суперечать чинному законодавству.

Узагальнююча інформація про досліджуване підприємство наведено в таблиці 1.1, яка висвітлює відомості про його правову форму, місце

розташування тощо.

Таблиця 1.1 - Загальна інформація про досліджуване підприємство

Назва підприємства	Товариство з обмеженою відповідальністю «Гостинне»
Юридична адреса підприємства	с. Гостинне, Немирівського району, Вінницької області
Код за ЄДРНОУ	30067478
Код за КОАТУУ	523085402
Код за СПОДУ	7774
Розмір статутного фонду, грн.	34373
Середньооблікова чисельність робітників, осіб	142
Площа с/г угідь, га	3590,7
у т.ч. рілля	3584,5

На основі даних фінансової звітності ТОВ «Гостинне» проаналізуємо динаміку зміни чистого прибутку підприємства за останній рік (табл. 1.2).

З таблиці видно, що результатом діяльності ТОВ «Гостинне» поточному році був прибуток. При цьому підприємство значно покращило свою діяльність, адже чистий прибуток зріс на 36043,0 тис. грн.

Підприємство у поточному році отримало виручку від реалізації продукції в розмірі 198799,0 тис. грн. проти 159738,0 тис. грн. у попередньому, а це на 39061,0 тис. грн. або 24,45% більше.

Збільшення обсягів діяльності вплинуло і на збільшення собівартості реалізованої продукції в поточному році, а саме на 531,0 тис. грн. порівняно з попереднім. Це, у свою чергу, й вплинуло на величину валового прибутку, який зріс на 38530,0 тис. грн.

Загалом, підприємство отримало фінансовий результат від звичайної діяльності: прибуток, величина якого у поточному році становила 41403,0 тис. грн. проти 5128,0 тис. грн. у попередньому. Негативним є збільшення

адміністративних витрат та витрат на збут.

За результатами аналізу можна зробити висновки, що таке збільшення суми чистого прибутку є вкрай позитивним. Але, разом з тим, слід зробити все можливе, для того, щоб зменшити витрати, звести їх до мінімуму.

Таблиця 1.2 - Аналіз фінансових результатів діяльності ТОВ

«Гостинне»

№ з/п	Показники	попередній	поточний	Зміни за період	
		рік	рік	(+; -)	%
1	Чистий дохід (виручка) від реалізації	159738	198799	39061	24,45
2	Собівартість реалізованої продукції	148233	148764	531	0,36
3	Валовий прибуток	11505	50035	38530	334,90
4	Інші операційні доходи	17478	20157	2679	15,33
5	Адміністративні витрати	4722	7272	2550	54,00
6	Витрати на збут	777	1574	797	102,57
7	Інші операційні витрати	2676	2075	-601	-22,46
8	Фінансові результати від операційної діяльності	59271	20808	-38463	-64,89
9	Інші фінансові доходи	-	6	6	-
10	Інші доходи	-	1316	1316	-
11	Фінансові витрати	15680	18855	3175	20,25
12	Інші витрати	-	335	335	-
13	Фінансові результати від звичайної діяльності до оподаткування	5128	41403	36275	707,39
14	Фінансові результати від звичайної діяльності	5128	41403	36275	707,39
15	Надзвичайні витрати	700	932	232	33,14

16	Чистий прибуток	4428	40471	36043	813,98
----	-----------------	------	-------	-------	--------

На сьогодні особливого значення набуває своєчасна та об'єктивна оцінка фінансового стану підприємств, оскільки жодний власник не повинен нехтувати потенційними можливостями збільшення прибутку (доходу) фірми, які можна виявити лише на підставі своєчасного й об'єктивного аналізу фінансового стану підприємств.

Фінансовий стан підприємства залежить від результатів його виробничої, комерційної та фінансово-господарської діяльності. Основними напрямками фінансового аналізу є обґрунтування та інформаційне забезпечення прийняття підприємством адекватних рішень за такими трьома основними видами його діяльності:

операційна діяльність (управління фінансовими результатами діяльності, поточна прибуткова політика, ефективне використання фінансових ресурсів);

фінансова діяльність (управління джерелами формування фінансових ресурсів та їх розподілом, управління пасивами тощо);

інвестиційна діяльність (управління структурою, обсягами та складом активів підприємства, вибір і реалізація інвестиційних проектів).

За сучасних умов функціонування кожне підприємство має забезпечувати такий стан своїх фінансових ресурсів, за якого воно стабільно зберігало б здатність безперервно виконувати свої фінансові зобов'язання перед діловими партнерами, державою, власниками, найманими працівниками.

Як відомо, фінансовий стан підприємства визначають як міру забезпеченості підприємства необхідними фінансовими ресурсами і ступінь раціональності їх розміщення для здійснення ефективної господарської діяльності та своєчасного проведення грошових розрахунків за своїми зобов'язаннями.

Якщо параметри діяльності підприємства і розміщення його фінансових



ресурсів відповідають критеріям позитивної характеристики фінансового стану, то це свідчить про фінансову стійкість підприємства.

Фінансова стабільність підприємства пов'язана з рівнем залежності від кредиторів та інвесторів і характеризується співвідношенням власних і залучених коштів. У світовій і вітчизняній обліково-аналітичній практиці розроблено систему показників, що характеризують фінансову стабільність підприємства.

Ці показники поділяють на два класи: 1) показники зі встановленими нормативними значеннями (показники ліквідності та платоспроможності); 2) показники без установлених нормативних значень (рентабельності, ефективності управління, ділової активності).

Розрахунок показників фінансової стабільності та платоспроможності здійснено на основі балансу та звіту про фінансові результати за досліджуваній період і наведено в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 - Фінансова стабільність та платоспроможність ТОВ «Гостинне»

№ з/п	Показники	Роки		Відхилення (+; -)
		попередній	останній	
1.	Власні оборотні кошти, тис. грн.	5039	1861	-3178
2.	Маневреність робочого капіталу	1,09	0,86	-0,23
3.	Маневреність власних оборотних коштів	0,001	0,03	0,029
4.	Коефіцієнт фінансової незалежності (автономії)	0,43	0,46	0,03
5.	Коефіцієнт фінансової залежності	1,27	1,72	0,45
6.	Коефіцієнт маневреності власного капіталу	0,47	0,39	-0,08
7.	Коефіцієнт фінансової стабільності	1,32	1,17	-0,15

(фінансування, фінансово ризику)				
8.	Коефіцієнт поточної ліквідності (покриття)	0,96	1,2	0,24
9.	Коефіцієнт швидкої ліквідності	0,23	0,3	0,07
10.	Коефіцієнт абсолютної ліквідності	0,0002	0,001	0,0008

За наведеними даними, спостерігаємо досить нестабільну ситуацію на підприємстві, про що свідчать коефіцієнти фінансової залежності, фінансування і стійкості протягом досліджуваного періоду.

Показник маневреності робочого капіталу зменшився на 0,23, що є негативним в діяльності ТОВ «Гостинне», оскільки збільшення запасів призводить до уповільнення оборотності обігових коштів, в умовах інфляції – до залучення дорогих кредитів, що зменшує платоспроможність підприємства.

За аналізований період такі показники, як маневреність власних обігових коштів, коефіцієнт фінансової залежності, коефіцієнт автономії зросли, що свідчить про стабільніші джерела фінансування підприємства.

Позитивним явищем є те, що коефіцієнти ліквідності збільшились, тому ТОВ «Гостинне» за рахунок своїх активів може погасити зобов'язання.

Коефіцієнт покриття розраховується як відношення обігових активів до поточних зобов'язань підприємства та показує достатність ресурсів підприємства, які можуть бути використанні для погашення його поточних зобов'язань.

Для нормального функціонування підприємства цей показник має бути більше 1, що підтверджується в поточному році. Коефіцієнт швидкої ліквідності розраховується як відношення найбільш ліквідних обігових засобів до поточних зобов'язань підприємства. На досліджуваному підприємстві цей показник є нижчим за нормативне значення (0,6-0,8).

Коефіцієнт абсолютної ліквідності (платоспроможності) обчислюється як відношення грошових коштів та їх еквівалентів і поточних фінансових

інвестицій до поточних зобов'язань. Коefіцієнт показує яка частина боргів підприємства може бути сплачена негайно. На досліджуваному підприємстві цей показник є значно нижчим за рекомендовані значення ( $>0,2$ ), але позитивним є його зростання.

Наступним етапом дослідження фінансового стану ПСП «Перемога» виступатиме оцінка його ділової активності. Показники ділової активності (ресурсовіддачі, оборотності капіталу, трансформації активів) підприємства характеризують позитивні результати його діяльності, якщо оборотність активів, запасів, операційного циклу, кредиторської заборгованості зростає, а їх тривалість – зменшується [1].

Оцінку ділової активності досліджуваного підприємства представимо в табл. 1.4.

Таблиця 1.4 - Оцінка ділової активності ТОВ «Гостинне»

№ з/п	Показники	Роки		Відхилення (+; -)
		попередній	останній	
1.	Загальна оборотність активів, оборотів	0,82	1,23	0,41
2.	Оборотність готової продукції, оборотів	8,07	209,97	201,90
3.	Оборотність дебіторської заборгованості, оборотів	16,87	58,43	41,57
4.	Період погашення дебіторської заборгованості, днів	21,34	6,16	-15,18
5.	Оборотність кредиторської заборгованості, оборотів	84,45	2,85	-81,30
6.	Період погашення кредиторської заборгованості, днів	4,28	126,36	122,08
7.	Фондовіддача, грн.	2,19	3,09	0,90

Слід зазначити, що показники оборотності активів (ресурсовіддача), готової продукції, дебіторської заборгованості збільшилися в поточному році порівняно з попереднім. Відповідно період погашення дебіторської заборгованості зменшився на 15,18 днів. Період погашення кредиторської заборгованості зріс на 122,08 дні, а її оборотність скоротилась на 81,3 обороти, що негативно вплинуло на фінансовий стан ТОВ «Гостинне» і характеризує його діяльність з негативної сторони з точки зору саме сплати підприємством короткострокової заборгованості. Фондовіддача зросла на 0,9, що є позитивним явищем для досліджуваного підприємства, оскільки вказаний показник показує ефективність використання ним основних засобів в процесі своєї діяльності.

Отже, загалом діяльність ТОВ «Гостинне» є задовільною, прибутковою. Проведене дослідження ліквідності балансу підприємства свідчить про те, що він є не зовсім ліквідним через невелику кількість високоліквідних активів і порівняно дуже велику кількість активів, що важко реалізуються. Є також деякі проблеми з погашенням термінових зобов'язань та іншими винятками, що потребують швидкого розрахунку.

## 1.2. Стан електрифікації ТОВ «Гостинне»

ТОВ «Гостинне» отримує живлення від трансформаторної підстанції 35/10 кВ. На території господарства розташовані дві трансформаторні підстанції 10/0.4 кВ, які обладнані контуром повторного заземлення та блискавкозахистом.

Повітряні лінії електропередач 0.4 кВ розміщені на залізобетонних опорах з алюмінієвими проводами А16, А25, А35, А50, А70. Всі ТП 10/0.4 кВ, ЛЕП 0.4 кВ знаходяться на балансі РЕМ. В господарстві нараховується: 45 електродвигунів загальною потужністю 250 кВт, дві нагрівальні установки потужністю 40 кВт, електроосвітлювальні установки та інше обладнання потужністю 40 кВт.

Протяжність високовольтних ліній 10 кВ становить 10 км, а 0.4 кВ – 15 км.

Стан електрифікації підприємства можна вважати задовільним. Проте, було виявлено ряд суттєвих недоліків. В господарстві використовується велика кількість застарілого електрообладнання, що призводить до надлишкових втрат електроенергії та передчасному виходу з ладу технологічного обладнання.

Багато електрообладнання працює в холостому режимі, що також негативно впливає на економічні показники господарювання. В силових і електроосвітловальних мережах застосовується застаріле електрообладнання, яке не задовольняє сучасним вимогам щодо якості освітлення та енергозбереження. Крім того, в низці електроустановок не усунута небезпека враження електричним струмом. Відсутній також відповідний захист персоналу, що пов'язано з нестачею коштів у господарства.

#### Висновки та постановка задач для вирішення в роботі

На підставі приведеного аналізу господарчої діяльності ТОВ «Гостинне» і стану електрифікації та автоматизації, а також вивчення технологічних процесів було прийняте рішення по розробці проекту:

в господарстві необхідно провести часткову реконструкцію технологічного обладнання, провести реновацію силового електрообладнання;

- встановити сучасне обладнання, яке б забезпечило можливість впровадження запропонованої технології;

- проаналізувати процес гідротермічної обробки гречки та запропонувати оптимальний варіант впровадження цього процесу в технологічну лінію з урахуванням властивостей гречки;

- розробити рекомендації по впровадженню заходів що до охорони праці та довкілля цеху переробки гречки.

## РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА ГРЕЧАНОЇ КРУПИ

# НУВБІП України

### 2.1. Характеристика гречаної крупи та її переваги

Гречка - основна круп'яна культура. З її зерна виробляють ядрицю, пластівці, проділ, крупку та борошно, які використовуються у харчовій галузі (в т.ч. в суміші з пшеничною крупкою та борошном). Продовольча цінність гречки зумовлена високими поживними властивостями.

Гречана крупа багата білками, які добре засвоюються організмом людини. За вмістом і співвідношенням амінокислот її білки більш повноцінні за білки інших круп'яних культур, оскільки містять незамінні амінокислоти, такі як лізин, лейцин і валін. До складу ліпідів гречаної крупи в значній кількості входить лецитин, який сприяє виведенню з організму людини холестерину та служить постачальником вітамінів В1, В2, В6 і Р [5, 24].

Основні переваги круп з гречки - це стійкість жирів до окислення, що сприяє довготривалому їх зберіганню із мінімальними втратами харчових властивостей та безвідходність виробництва.

Гречану крупу підрозділяють на ядрицю і проділ звичайні і такі, що швидко розварюються.

Якість крупи визначається вмістом в ній доброякісного ядра. Відносний у відсотках вміст доброякісного ядра визначається як 100 мінус вміст домішок. Чим більше доброякісного ядра, тим вище сорт.

За якісними показниками в крупі кожного сорту обмежується вміст домішок, їх окремих видів, а в цілій крупі - роздробленої крупи та не лущених зерен (табл. 2.1).

Звичайну гречану крупу виробляють з не пропареного зерна гречки. Ця крупа має світлий колір, в незмінному вигляді містить всі складові речовини зерна. Ядриця є цілим ядром гречки, звільненим від плідової оболонки. Проділ виходить в невеликих кількостях під час лущення гречки і є

# НУВБІП України

роздробленим ядром. Більш високими кулінарними перевагами володіє ядриця. Каші з неї виходять розсипчастими, доброго смаку, об'єм крупи при варінні збільшується в 5—6 разів. Проділ при варінні дає в'язкі каші, але розварюється швидше. За якістю ядриця звичайна і швидко розварювана ділиться на 1-й і 2-й сорти, проділ на сорти не підрозділяється [5, 24].

Таблиця 2.1 – Показники якості гречаної крупи [3, 4]

Показники	Вміст, %		
	1-й сорт	2-й сорт	3-й сорт
Ядро:			
доброякісне	99,2	98,4	97,5
бите	3,0	4,0	5,0
Смітна домішка:			
у тому числі мінеральна	0,4	0,5	0,6
Зіпсовані ядра	0,2	0,4	1,2
Не луцнені зерна	0,3	0,4	0,7
Металломагнітні домішки, мг/кг	3	3	3
Вологість	14	14	14

Швидко розварювані гречані крупи готують з пропареного зерна. Вони мають темний колір, швидко варяться, крохмаль їх частково клейстеризований.

Крупи з гречки, це цінний харчовий продукт. Вони містять: 63—64% крохмалю; 9—13% білків; 2—2,6% жирів; 2% цукру; 1,1% клітковини; 1,3—1,7% мінеральних речовин, багаті на солі калію, натрію, кальцію, заліза, мають високий вміст вітамінів.

## 2.2. Обґрунтування та вибір технології виробництва гречаної крупи

Процес переробки гречки на крупорушках сільськогосподарського типу полягає в очищенні партії зерна від домішок, сортуванні за крупністю,

лущенні та відокремленні ядра від плівок, обробці ядра, сортуванні готової продукції.

Для очищення зерна від домішок застосовують зерноочисні машини, робота яких ґрунтується на використанні різних властивостей зерна і домішок.

До таких машин належать: повітряні сепаратори (для виділення домішок, які відрізняються від зерна аеродинамічними властивостями); повітряно-решітні сепаратори (для виділення домішок, які відрізняються від зерна розмірами та аеродинамічними властивостями); трієри (установки для виділення домішок, які відрізняються від зерна за довжиною); камене відбірні машини; магнітні колонки; оббивальні машини.

У технологічному процесі істотне значення має сортування зерна після очищення перед лушенням. Партію очищеного зерна розділяють на фракції за крупністю, що полегшує відокремлення від зерна зовнішніх оболонок в лушильних машинах. Чим краще розсортоване зерно, тим вищий ефект роботи машин, оскільки за крупністю зерна встановлюють режим лушення.

Крім того, попереднє сортування зерна на фракції підвищує ефективність процесу лушення, зокрема виділення ядра.

До ефективних процесів сепарації зерна відносяться електронно-іонні технології. В електричних сепараторах зерна використовується властивість його і різних домішок одержувати заряд в електричному полі [20].

Величина заряду залежить від діелектричної проникності, провідності, наповненості, форми та розмірів зерна гречки. Діелектрична проникність зерна гречки, зі збільшенням його густини і вологості збільшується. В результаті зерно та домішки розділяються залежно від їх фізичних властивостей. У порівнянні з механічними зерноочисними машинами електричні сепаратори дозволяють краще сортувати зерно на фракції за менших витрат електроенергії.

Електросепаратори зерна розрізняють за способом зарядження частинок (електростатичні, електрокоронні, діелектричні) та за конструктивним виготовленням (камерні, барабанні, транспортерні, решітні).



На сьогодні в сфері сепарації зерна знайшли застосування електрокоронні (з іонною зарядкою), електростатичні (з контактною або індукційною зарядкою), комбіновані та діелектричні сепаратори.

По характеру руху зерна в робочій зоні електросепаратори бувають: з криволінійним транспортуючим електродом; з плоским транспортуючим електродом; сепаратори з вільним падінням.

Кількість фракцій, на які сортують зернову суміш, залежить від характеру і форми робочої зони лушильних машин та умов сортування [5].

Лущення зерна в круп'яному виробництві є основною технологічною операцією виробництва крупи, від ефективності якої залежать вихід і якість виробленої крупи. Основним завданням лушення зерна є максимальне руйнування його зовнішнього покриття з ядром у лушильній машині при збереженні цілісності ядра.

Фізико-механічні властивості круп'яного зерна неоднакові, тому дія на нього робочих органів має бути різною, чим і пояснюється різноманітність конструкцій лушильних машин. Існує три способи дії робочих органів на зерно, внаслідок яких руйнуються і виділяються зернові оболонки, проте найбільш придатним в круп'яному виробництві для гречки є лише один з методів.

Спосіб лушення для гречаної крупи полягає у стисканні зерна та наступному сколюванні квіткових плівок. Це відбувається між двома досить жорсткими робочими поверхнями, відстань між якими менша за розміри зернин, що забезпечує їх стискання. Коловий рух робочих поверхонь, одна з яких нерухома, а друга рухома або обидві поверхні рухомі, але рухаються з різними швидкостями, приводить до сколювання оболонок та вивільнення ядра.

Такий спосіб ефективний для лушення зерна, оболонки якого не зрощені з ядром (рис. 1.10, овес, гречка). До основних машин такого лушення відносяться лушильні посади або вальцьово-декові верстати.

Після лушення зерна на виході отримують суміш різних продуктів, які

умовно поділяють на п'ять фракцій: перша (основна) — лущене зерно, або ядро; друга — зерно, що залишається не лущеним; третя — відокремлені зовнішні плівки; четверта — подрібнене ядро; п'ята — мучка, тобто подрібнені часточки ядер і плівок.

«Мучка» і подрібнене ядро розділяють при сортуванні на решетах, а лущиння відвіюють за допомогою аспіраторів. Важливою технологічною операцією у виробництві крупи є розділення суміші лущеного і не лущеного зерна — крупо-відокремлення. В крупо-відокремлювальних машинах використовують різницю в масі лущених і не лущених зерен, що забезпечує сортування суміші, за якого лущене зерно опускається в нижні шари суміші, а не лущене залишається на поверхні [5].

На сучасних круп'яних підприємствах поряд з механічною обробкою зерна застосовують гідротермічну обробку водою і парою. У цьому разі полегшується відокремлення оболонок при лущенні, знижується подрібнення ядер, поліпшуються споживчі якості крупи, скорочується тривалість її варіння і каша стає більш розсипчастою, підвищується стійкість крупи при зберіганні в результаті інактивації ферментів, які викликають псування крупи.

### 2.3. Опис прийнятої за базову технології виробництва гречаної крупи

Типова лінія включає технічні рішення для вирішення всіх завдань: підготовки, перероблювання та пакування зерна.

#### Лінія підготовки

Ситоповітряний сепаратор;

Магнітний сепаратор;

Каменевідбірник;

Трієр;

Іллектовий транспортер;

Вентилятори;

Циклон зі шлюзовим затвором та приводом;

Аспіраційні повітропроводи;  
Самопливні матеріалопроводи.

# НУБІП України

Лінія гідротермічної обробки

Пропарювач;

Вертикальна сушарка з охолоджувальною секцією;

Магнітний сепаратор;

Шнековий транспортер;

Вентилятори;

Самопливні матеріалопроводи;

Аспіраційні димарі.

Шелушительне відділення

Розсів;

Верстат вальцедековий;

Аспіратор;

Падд-машина;

Магнітний сепаратор;

Вентилятори;

Розвантажувач відцентровий;

Циклон зі шлюзовим затвором та приводом;

Пневмотранспортні матеріалопроводи;

Аспіраційні повітропроводи;

Самопливні матеріалопроводи.

Додаткове обладнання

Електрична частина та автоматика;

Комунікації для забезпечення парою та водою;

Вагове обладнання, ваги середнього класу.

Ситоповітряний сепаратор використовується для очищення та сортування сировини. Пристрій легко видаляє домішки різних розмірів. Обладнання встановлюється на заводах та млинах. Ситоповітряний сепаратор

# НУБІП України

– це кузов з декількома ярусами сит, що здійснює кругові рухи. Для очищення сит встановлено інерційний очисник. На виході із сепаратора розташована повітряна колонка для видалення домішок.

Пропарювач застосовується для гідротермічної обробки гречки. Через війну технологічні особливості зерна змінюються. Пристрій дозволяє покращувати харчові властивості, збільшувати термін зберігання. Зазвичай він має циліндричну форму, а всередині встановлено змійовик. Отвори в ньому розташовані рівномірно для підтримання правильного тиску пари.

Круп'яний розсів призначений для збирання лушпиння, грудок землі та інших домішок. Він дозволяє контролювати чистоту та якість продукції. Провідні елементи виготовлені з нержавіючої сталі чи алюмінію – це знижує масу машини. Як правило, це розбірні установки, прості в монтажі та перевезенні.

Циклони-розвантажувачі необхідні для відокремлення матеріалу від повітря, що його транспортує.

Парові душарки використовуються для зниження вологості зерна. У процесі обробки зерно зазнає біохімічних змін. Структурні та механічні характеристики покращуються, що позитивно позначається на харчових та смакових якостях крупи.

Проаналізувавши основні процеси, що застосовуються при виробництві гречаної крупи, була прийнята технологічна послідовність операцій для виробництва гречаної крупи в нашому господарстві. З прийомного бункеру крупа через порційний дозатор транспортується за допомогою ковшових елеваторів до аспіраційної колонки.

Продукт, проходячи через аспіраційну колонку, продувається повітряним потоком, який зносить в осадову камеру легкі домішки. Також в колонці влаштовано магнітний пристрій за допомогою якого крупа очищується від металевих предметів. Після сепарування, очищене зерно гречки через ковшовий елеватор потрапляє до апарату для гідротермічної

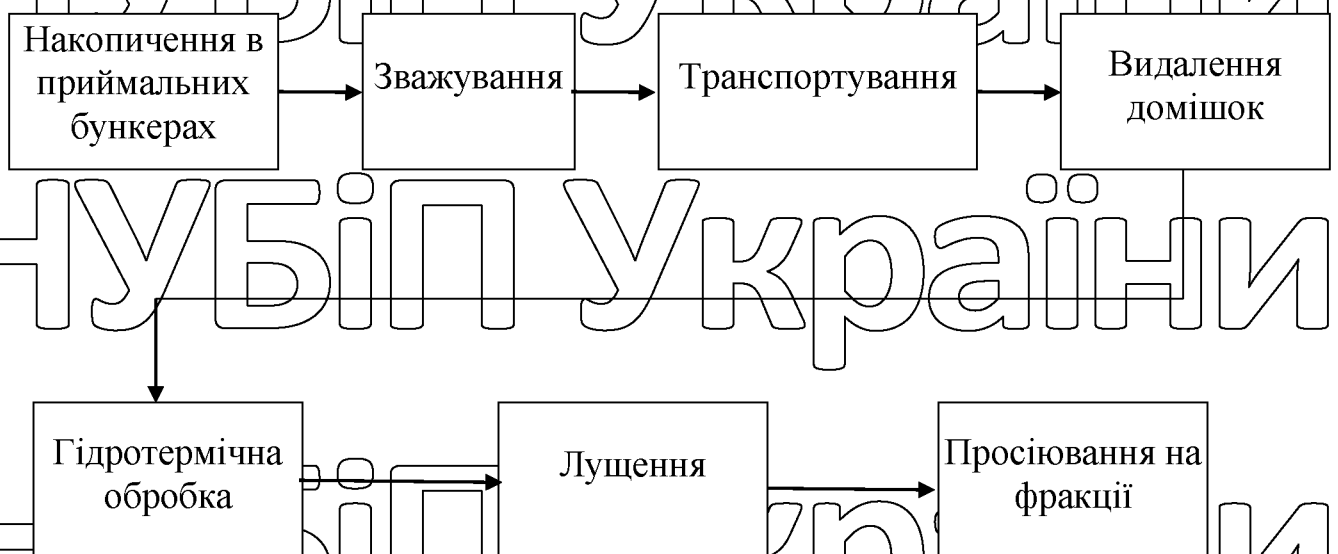
обробки. Зерно пропарюється 4 хвилини і вивантажується через засувку до лущильної машини.

Апарат для гідротермічної обробки гречки оснащений змієвиком для рівномірного розподілення пари, трьома клапанами для подачі, збору пари та клапану тиску, який знаходиться на пароутворювачі. В апараті змонтовано вивантажувальний циліндр, який і забезпечує рівномірне перемішування гречки, а отже якісне пропарювання.

Після пропарення гречка поступає в сушильно-охолоджувальну установку де підсушується сухим паром та охолоджується і надходить у лущильну машину. Після лущильної машини, гречку просіюють через ситові та повітряні сепаратори. Зерно розміром  $\varnothing 4,2 \dots 3,4$  мм має назву не обрушене зерно, проходячи через сепаратор повертається на повторну обробку.

Ядриця розміром  $\varnothing 3,0$  мм після просіювання фасується та йде на зберігання. Крупа розміром  $\varnothing 1,7 \dots 2$  мм – проділ, продувається повітряним сепаратором. Потік повітря спрямовується вентилятором, примушуючи лузгу осідати на стінках збірника побічних продуктів. «Мучка» збирається окремо в спеціальні піддони.

Структурна схема лінії переробки гречки на крупу з гідротермічною обробкою представлена на рис. 2.1



# НУВБІП УКРАЇНИ

Рисунок 2.1. Структурна схема лінії переробки гречки на крупу з гідротермічною обробкою

## 2.4. Аналіз процесу гідротермічної обробки гречки

Гідротермічна обробка застосовується при виробництві круп із гречки, вівса, гороху, кукурудзи. Сутність цього процесу полягає в пропарюванні і просушуванні зерна. При цьому руйнуються клейкі речовини, що знаходяться в плівках і оболонках зерна. Крохмаль клейстеризується, білки денатурують, ендосперм стає більш міцним. Гідротермічна обробка збільшує вихід цілого ядра. Підвищуються живильна цінність крупи і її стійкість при збереженні. Сортування зерна за розміром зменшує вихід дробленого ядра при видаленні оболонок.

Класифікація способів гідротермічної обробки приведена на рис. 2.2.

Найпоширенішими способами гідротермічної обробки є:

- 1) пропарювання — сушіння — охолодження;
- 2) зволоження — відволоження.

Першим способом обробляють зерно гречки, вівса і гороху при високій температурі ( $>100^{\circ}\text{C}$ ). Зерно зволожується і прогрівається, відбувається часткова клейстеризація деякої частини крохмалю, а також пластифікація ядра, яке стає менш крихким і менше подрібнюється при лущенні та шліфуванні [10].

При наступному після пропарювання сушінні зневоднюються переважно зовнішні оболонки зерна, які, втрачаючи вологу, стають більш крихкими і легше розколюються при лущенні. Крім того, відбуваються диференційні зміни в зерні, які сприяють відокремлюванню оболонок.

Охолодження після сушіння додатково знижує вологість зерна, тому слід враховувати, що холодні оболонки стають більш крихкими.

Другий спосіб (зволоження — відволоження) застосовують переважно для обробки зерна пшениці й кукурудзи. Зерно зволожують до вологості 15 —

15% в спеціальних апаратах, або в пропарниках безперервної дії при низькому тиску пари. Зволоженне зерно відволожують у бункерах протягом восьми годин.

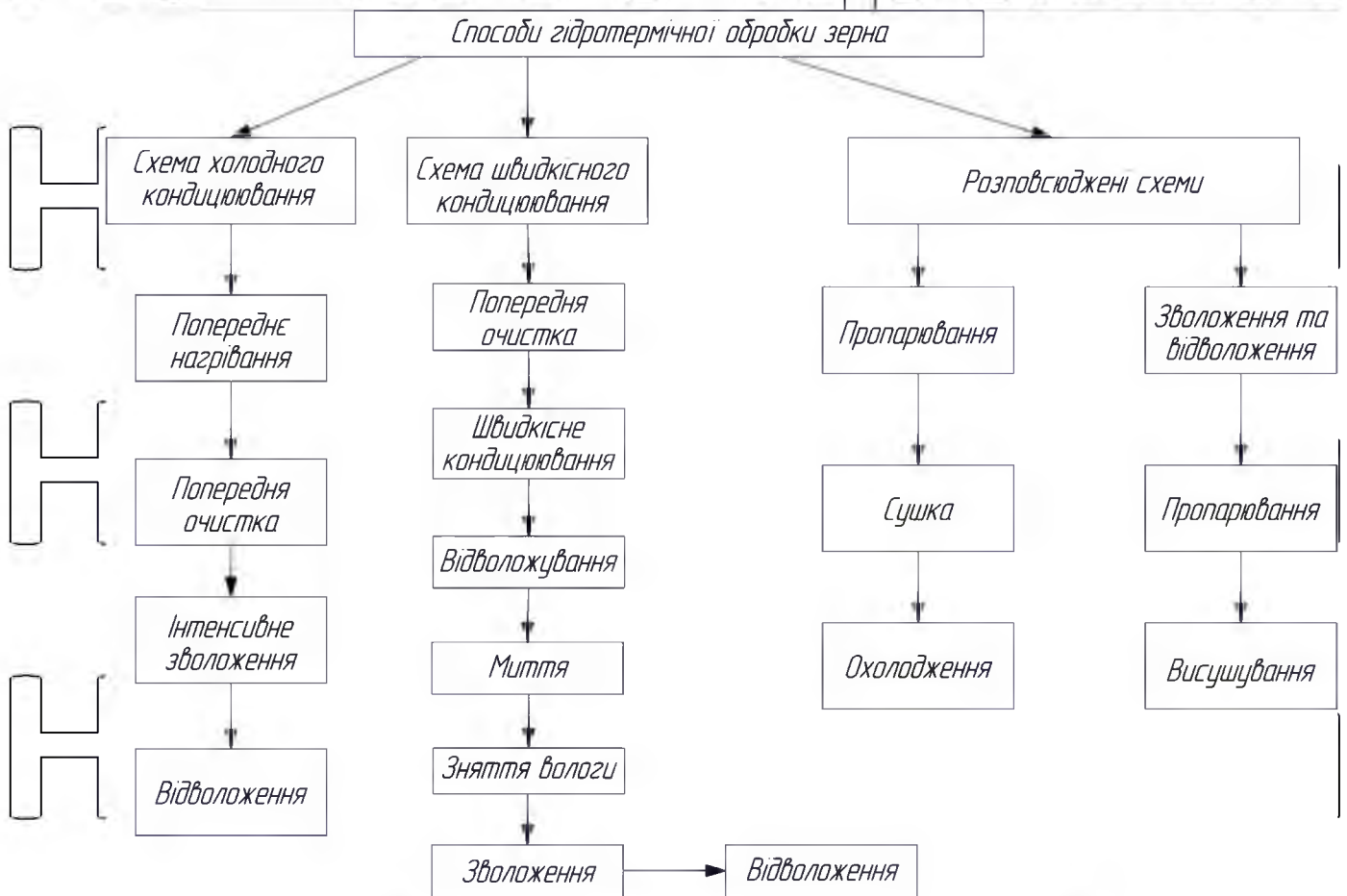


Рис. 2.2. Способи гідротермічної обробки зерна

Розглянувши можливі способи гідротермічної обробки зерна круп'яних культур для гречки приймаємо перший спосіб – «пропарювання — сушіння — околорджування».

Проаналізувавши процес гідротермічної обробки гречаного зерна перед його лущенням нами були побудовані графічні залежності динаміки температури та вологості зерна в процесі. Графічні залежності температури та вологості гречки від часу гідротермічної обробки приведені на рис. 2.3.

При побудові графічних залежностей процес гідротермічної обробки було розбито на три частини пропарювання, сушка та охолодження.

Етапи гідротермічної обробки гречки приведені на рис. 2.3.

# НУБІП України

1 - Динаміка температури гречки в процесі ГТО  
2 - Динаміка вологості гречки в процесі ГТО

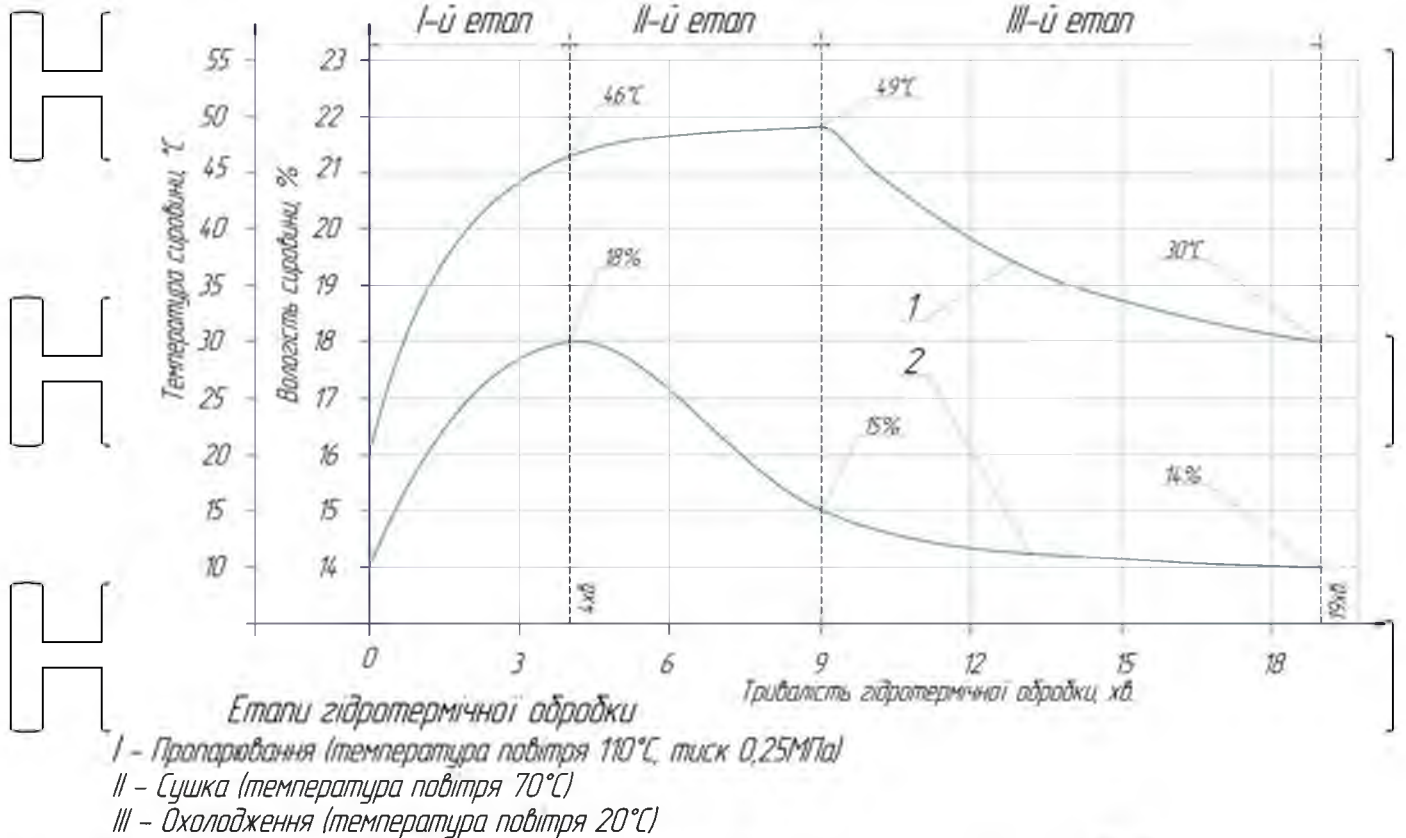


Рис. 2.3. Етапи гідротермічної обробки гречки

# НУБІП України

Кожному етапу розгляданого процесу відповідали свої параметри

тиску в камері та температури вентилязованого повітря. На першій стадії – пропарювання за 4 хвилини вологість гречки повинна зрости від 14 до 18%.

На другій стадії – сушки вологість за 5 хвилин повинна знизитись до 15%. Температура гречки на перших двох етапах не повинна перевищувати

50°C. На третій стадії – охолодження протягом 9-ти хвилин вологість гречки доводиться до 14%, при цьому її температура знижується до 30°C. Вибрана

нами схема сушіння гречки дозволяє найкращим чином зневоднісвати

# НУБІП України



зовнішні оболонки зерна, які стають більш крихкими і легше розколюються при луценні.

### Висновки по розділу 2

Таким чином, на основі аналізу процесу гідротермічної обробки гречки запропоновано оптимальну послідовність операцій для первинної обробки гречки: пропарювання – сушіння – охолодження.

На основі проведеного аналізу процесу гідротермічної обробки гречки було побудовано графічні залежності вологості та температури від тривалості обробки і прийнято, що вологість гречки після пропарювання повинна становити 18%, після сушки - 15%, після охолодження – 14%. Температура гречки в процесі обробки не повинна перевищувати 50°C. Для забезпечення вище зазначених показників прийнята температура пропарювання 110°C (0,25МПа) тривалістю 4 хвилини. Процес сушки здійснюється сухим повітрям температурою 70°C з тривалістю 5 хвилин. Процес охолодження повинен тривати не менше 10 хвилин сухим повітрям температурою 20°C.

Запропонована схема сушіння гречки дозволяє найефективніше зневоднювати зовнішні оболонки зерна, які стають більш крихкими і легше розколюються при луценні.

## РОЗДІЛ 3. ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СИЛОВОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ І ОСВІТЛЕННЯ ЦЕХУ ПЕРЕРОБКИ ГРЕЧКИ

### 3.1. Вибір силового електрообладнання для технологічної лінії первинної переробки гречки

До силового електрообладнання цеху по первинній переробці гречки відносять привідні електродвигуни робочих машин та устаткування, які комплексно поставляються зі стандартним технологічним обладнанням. Потужність та виконання електродвигунів приводу даного обладнання приведені в паспорті електродвигунів. У залежності від особливостей прийнятої технології переробки гречки вони можуть відрізнятися від нормальних умов, що зазначені в технічному паспорті обладнання [14].

Функціональна схема цеху по переробці гречки приведена на рис. 3.1. Відповідно до функціональної схеми цех з переробки гречки включає наступне основне обладнання: приймальний бункер, ваговий дозатор, два ковшових елеватори, аспіраційну колонку, апарат для гідротермічної обробки, лущильно-шліфувальну машину, ситовий сепаратор, повітряний сепаратор, збірник побічних продуктів обробки, вентилятор, пароутворювач.

У зв'язку з цим задача вибору та обґрунтування електродвигунів приводу серійного технологічного обладнання зводиться до вирішення наступних питань [5]:

- вибір електродвигунів з урахуванням умов навколишнього середовища експлуатації;
- перевірочний розрахунок потужності електродвигуна на відповідність дійсному режиму роботи та реальному завантаженню технологічного обладнання;
- перевірка вибраних електродвигунів за умовами пуску,

перевантажувальної здатності та іншими показниками.

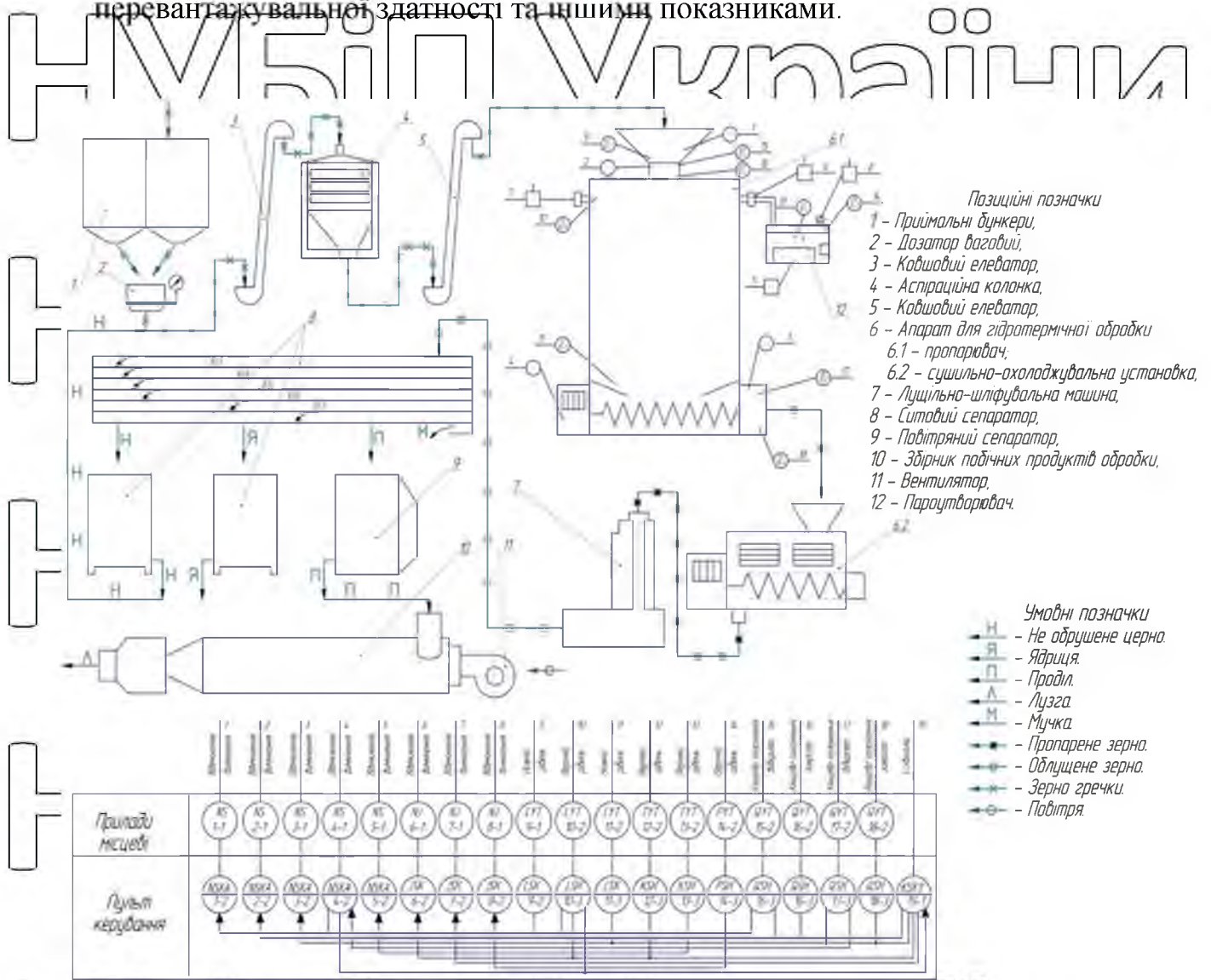


Рис. 3.1. Структурно-функціональна схема цеху переробки гречки

Електричні вироби сільськогосподарського призначення повинні бути

виконані в кліматичному виконанні У (для кліматичного району) з помірним кліматом).

В даній роботі пропонується застосування найбільш поширених в агропромисловому комплексі трьохфазних електродвигунів з

короткозамкненим ротором на напругу 380В, частоту 50Гц, серії АИР, за ступенем захисту IP54, сільськогосподарського призначення категорії

розміщення У3

Перевірочний розрахунок проводимо на прикладі електродвигуна приводу ковшового елеватора.

Розрахункова потужність електродвигуна  $P_{розр.}$ , кВт, для приводу ковшового елеватора знаходиться за формулою [14]:

$$P_{розр.} = \frac{G \cdot H}{1000 \cdot \eta} \quad (3.1)$$

де  $G$  – продуктивність елеватора, кг/с;

$H$  – висота підйому гречки,  $H=2,5$ м [3];

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії, що враховує втрати потужності на тертя, подолання опору ланцюга та при зачерпуванні матеріалу,  $\eta=0,5$ .

Продуктивність ковшового елеватора  $G$ , кг/с:

$$G = \frac{v \cdot q \cdot \phi \cdot \rho}{a} \quad (3.2)$$

де  $v$  – швидкість руху ланцюга,  $v=0,65$  м/с [5];

$q$  – ємність ковша;  $q = 0,001$  м<sup>3</sup> [3];

$\phi$  – коефіцієнт заповнення ковша;  $\phi = 0,8 \dots 0,9$ ;

$\rho$  – насипна питома маса матеріалу, кг/м<sup>3</sup> [2];

$a$  – відстань між ковшами;  $a=0,4$  м;

Таким чином, продуктивність ковшового елеватора становитиме:

$$G = \frac{0,65 \cdot 0,001 \cdot 0,8 \cdot 5300}{0,4} = 68,9 \text{ кг/с.}$$

Тоді розрахункова потужність електродвигуна становитиме:

$$P = \frac{68,9 \cdot 2,5}{1000 \cdot 0,5} = 0,34 \text{ кВт.}$$

Вибираємо електродвигун приводу ковшового елеватора за умовою номінальної потужності привідного електродвигуна,  $P_{н.} = 0,55$  кВт, тобто

виходячи з умови:

$$P_n > P_{розр} \quad (3.3)$$

$$0,55 > 0,34.$$

Вибираємо трифазний електродвигун з короткозамкненим ротором типу АИР71А4У3, ступенем захисту IP54, у якого висота осі обертання становить 71 мм, чотирьох полюсний, призначений для роботи в помірному кліматі. Повні паспортні дані якого приведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Повні паспортні дані електродвигуна ковшового елеватора

Тип	$P_n$ , кВт	$n_n$ , об/хв.	$\cos\phi_n$	$\eta_n$ , %	$I_n$ , А	$K_i$	$\mu_n$	$P_{min}$	$\mu_{max}$
АИР71А4У3	0,55	1360	0,7	70,5	1,69	5	2,3	1,8	2,2

Вибір решти електродвигунів приводу технологічного обладнання здійснюється аналогічно.

### 3.2. Перевірка електродвигуна приводу норії

Перевірка обраного електродвигуна за величиною пускового моменту здійснюється за умовою [14].

$$M'_{пдв} \geq 1,25 \cdot M_{трм}, \quad (3.4)$$

де  $M'_{пдв}$  – значення пускового моменту електродвигуна з урахуванням можливого зниження напруги живильної мережі, Н·м;

$M_{трм}$  – статичний момент зрушення робочої машини, Н·м;

1,25 – коефіцієнт, що враховує кратність надлишкового моменту, який необхідний для розгону робочої машини [24].

При цьому значення пускового моменту електродвигуна  $M'_{пдв}$

визначається за формулою:

$$M'_{\text{ПДВ}} = M_H \cdot \mu_{\text{П}} \cdot k_U^2, \quad (3.5)$$

де  $M_H$  – номінальний момент електродвигуна;

$\mu_{\text{П}}$  – кратність пускового моменту електродвигуна,  $\mu_{\text{П}} = 2,3$ ;

$k_U$  – коефіцієнт, що враховує зниження напруги мережі,  $k_U = 0,9$ .

$$M_H = \frac{P_{\text{НДВ}}}{\omega_H}, \quad (3.6)$$

$$\omega_i = \frac{\pi \cdot n_H}{30}, \quad (3.7)$$

де  $\omega_H$  – кутова швидкість обертання електродвигуна, рад/с;

$n_H$  – номінальна частота обертання двигуна,  $n_H = 1360$  об/хв.

Проводимо відповідні розрахунки.

$$\omega_H = \frac{3,14 \cdot 1360}{30} = 142,3 \text{ рад/с},$$

$$M_H = \frac{0,55 \cdot 10^3}{142,3} = 3,8 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$M'_{\text{ПДВ}} = 3,8 \cdot 2,3 \cdot 0,9^2 = 7 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Статичний момент зрушення робочої машини  $M_{\text{зр}}$ , [19]

$$M_{\text{зр}} = 0,3 \cdot M_{\text{СН}}, \quad (3.8)$$

де  $M_{\text{СН}}$  – статичний момент опору робочої машини, який відповідає номінальній швидкості обертання, Н·м;

$$M_{\text{СН}} = M_H, \quad (3.9)$$

$M_{CH} = 3,8 \text{ Н} \cdot \text{м},$   
 $M_{зр} = 0,3 \cdot 3,8 = 1,14 \text{ Н} \cdot \text{м}.$

Згідно до умови (3.4), в кінцевому результаті маємо:

$7 \text{ Н} \cdot \text{м} > 1,25 \cdot 1,14 = 1,42 \text{ Н} \cdot \text{м},$   
 тобто умова (3.4) виконується, а вибраний двигун задовольняє умові пуску.

Перевірка електродвигуна за величиною мінімального моменту здійснюється за умовою [6]:

$M'_{MIN} \geq M_{CMIN}, \quad (3.10)$

де  $M'_{MIN}$  – значення мінімального моменту електродвигуна з

урахуванням можливого зниження напруги живильної мережі (3.11), Н·м;

$M_{CMIN}$  – статичний момент опору робочої машини, Н·м.

При цьому

$M'_{MIN} = M_H \cdot \mu_{MIN} \cdot k^2, \quad (3.11)$   
 де  $\mu_{MIN}$  – кратність мінімального моменту електродвигуна,  $\mu_{MIN} = 1,8$ ;

$$M'_{MIN} = 3,8 \cdot 1,8 \cdot 0,9^2 = 6,96 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Статичний момент опору  $M_{CMIN}$ , Н·м, визначається з рівняння механічної характеристики робочої машини [5]:

$M_{CMIN} = M_{TPM} + (M_{CH} - M_{TPM}) \cdot \left( \frac{\omega_{MIN}}{\omega_H} \right)^x, \quad (3.12)$   
 де  $\omega_{MIN}$  – мінімальна кутова швидкість (3.12), рад/с;

$\chi$  – показник степені, який характеризує зміну статичного моменту опору робочої машини; для норії  $\chi = 0$  [14],

$$\omega_{MIN} = 0,15 \cdot \omega_1, \quad (3.13)$$

де  $\omega_1$  – синхронна кутова швидкість обертання магнітного поля електродвигуна, рад/с:

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30}, \quad (3.14)$$

де  $n_1$  – синхронна частота обертання магнітного поля асинхронного електродвигуна,  $n_1 = 1500$  об/хв.;

$$\omega_1 = \frac{3,14 \cdot 1500}{30} = 157 \text{ рад/с},$$

$$\omega_{MIN} = 0,15 \cdot 157 = 23,55 \text{ рад/с},$$

$$M_{CMIN} = 1,14 + (7 - 1,14) \cdot \left( \frac{23,55}{142,3} \right)^6 = 7 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Згідно з умовою (3.10), в кінцевому результаті маємо:

$$7 \text{ Н} \cdot \text{м} = 7 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

тобто умова (3.10) виконується, а вибраний електродвигун задовольняє умові мінімального моменту.

Перевірка електродвигуна за величиною перевантажувальної здатності здійснюється за умовою [4]:

$$M_{MAX} \leq (1,1 \dots 1,2) \cdot M_{CMAX}, \quad (3.15)$$



де  $M'_{MAX}$  – значення максимального моменту електродвигуна з урахуванням можливого зниження напруги мережі, Н·м,  
 $M_{CMAX}$  – максимальне значення статичного моменту опору робочої машини, Н·м;

1,1...1,2 – коефіцієнт, що враховує можливі розходження величини моменту опору робочої машини.

При цьому  $M'_{MAX}$  визначаємо за формулою:

$$M'_{MAX} = M_H \cdot \mu_{MAX} \cdot k^2, \quad (3.16)$$

де  $\mu_{MAX}$  – кратність максимального моменту електродвигуна,  $\mu_{MAX}=2,2$ .  
 $M'_{MAX} = 3,8 \cdot 2,2 \cdot 0,9^2 = 6,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$ .

Максимальне значення статичного моменту опору робочої машини  $M_{CMAX}$  визначаємо за формулою [5]:

$$M_{CMAX} = K_{CM} \cdot M_{CM}, \quad (3.17)$$

де  $K_{CM}$  – кратність максимального моменту опору елеватора,  $K_{CM}=1,8$  [24].

$$M_{CMAX} = 1,8 \cdot 7 = 19,4 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Згідно з умовою (3.14), в кінцевому результаті маємо:

$$6,7 \text{ Н} \cdot \text{м} < 1,8 \cdot 7 = 19,4 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

тобто умова (3.15) не виконується, а вибраний двигун не задовольняє умові на перевантажувальну здатність. Підвищуємо на ступінь потужність електродвигуна та виконуємо перерахунок згідно вище наведеної методики.

### 3.3. Перевірка основних параметрів двигуна електроприводу витяжного вентилятора

Проведемо перевірку основних параметрів електродвигуна вентиляційного обладнання, а саме електродвигуна приводу вентилятора Ц4-70 N2,5 (див. рис. 3-1). Технічні дані вентилятора:

- подача  $L = 1760 \text{ м}^3/\text{год} = 0,488 \text{ м}^3/\text{с}$ ;

- напір  $p = 48 \text{ кг/м}^2 = 470,4 \text{ Па}$ ;

- частота обертання 2780 об/хв.

Для відзначеної частоти обертання вентилятора слід вибрати електродвигун з синхронною частотою обертання  $n_s = 3000$  об/хв. Навантаження на електродвигун стає, режим роботи електродвигуна тривалий - S1. Конструктивне виконання електродвигуна згідно з ГОСТ 2479-79 приймаємо ІМ. 1081 - двигун на лапах з двома підшипниками, з одним циліндричним кінцем валу, положення в просторі будь-яке. Ступінь захисту електродвигуна від впливу навколишнього середовища IP54.

Потужність  $P_B$  [кВт] споживана вентилятором, визначається за формулою:

$$P_B = L \cdot p / (1000 \cdot \eta_B) \quad (3.18)$$

де  $L$  - подача вентилятора,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

$p$  - напір вентилятора, Па;

$\eta_B$  - ККД вентилятора,  $\eta_B = 0,8$ .

Звідси:

$$P_B = 0,488 \cdot 470,4 / (1000 \cdot 0,8) = 0,29 \text{ кВт.}$$

Потужність  $P_{\text{ном}}$  [кВт] електродвигуна для приводу вентилятора визначається за формулою:

$$P_{\text{ном}} \geq K_{\text{зап}} \cdot P_B / \eta_{\text{пер}} \quad (3.19)$$

де  $K_{\text{зап}}$  - коефіцієнт запасу, який залежить від типу і потужності електродвигуна,  $K_{\text{зап}} = 1,5$ ;  
 $\eta_{\text{пер}}$  - ККД передачі; оскільки вал електродвигуна і вал вентилятора з'єднані жорстко, то  $\eta_{\text{пер}} = 1$ . Отже

$$P_{\text{ном}} \geq 1,5 \cdot 0,29 / 1 = 0,435 \text{ кВт.}$$

Вибираємо електродвигун загальнопромислового виконання з найближчою більшою номінальною потужністю - АИР63В2У3 згідно ТУ 16-51.649-85. Паспортні дані електродвигуна:

$$P_{\text{н. дв}} = 0,55 \text{ кВт, } I_{\text{н}} = 1,31 \text{ А; } \eta = 75\%, \cos \varphi = 0,85; n_{\text{н}} = 2730 \text{ об/хв.};$$

$$M_{\text{пуск}}/M_{\text{н}} = 2,2; M_{\text{шпін}}/M_{\text{н}} = 1,8; \mu_{\text{к}} = M_{\text{макс}}/M_{\text{н}} = 2,2; J_{\text{р}} = 0,9 \cdot 10^{-3} \text{ кг}\cdot\text{м}^2.$$

Виконаємо перевірку вибраного електродвигуна на відповідність робочій машині, тобто відцентровому вентилятору Ц 4-70-К 2.5.

Використовуючи каталожні дані електродвигуна [14], побудуємо його механічну характеристику  $M_{\text{дв.}} = f(n)$  за п'ятьма характерними точками.

1) - неробочий хід:

$$M_1 = 0; \quad S_1 = 0;$$

2) - номінальний режим роботи:

$$M_2 = M_{\text{н}}; \quad S_2 = S_{\text{н}};$$

$$M_{\text{н}} = 9550 \cdot P_{\text{ном}} / n_{\text{н}}, \quad (3.20)$$

де  $M_{\text{н}}$  - номінальний обертовий момент електродвигуна, Н·м;

$P_{\text{ном}}$  - номінальна потужність електродвигуна, кВт;

$n_{\text{н}}$  - номінальна частота обертання електродвигуна, об/хв.

$$S_{\text{н}} = (n_{\text{с}} - n_{\text{н}}) / n_{\text{с}}, \quad (3.21)$$

де  $S_{\text{н}}$  - номінальне ковзання двигуна;

$n_{\text{с}}$  - синхронна частота обертання, об/хв.

Підставивши дані в (3.20) і (3.21), отримаємо:

$$M_{\text{н}} = 9550 \cdot 0,55 / 2730 = 1,92 \text{ Н}\cdot\text{м}; \quad S_{\text{н}} = (3000 - 2730) / 3000 = 0,09.$$

3) - точка - точка максимального моменту:

$$M_3 = M_{\max}; \quad S_3 = S_{\max} = S_{\text{кр}};$$

$$M_{\max} = \mu_k \cdot M_H = 2,2 \cdot 1,92 = 4,22 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$S_{\text{кр}} = \frac{S_{\text{ном}} + \sqrt{S_{\text{ном}} \cdot \frac{m_k - 1}{\mu_1 - 1}}}{1 + \sqrt{S_{\text{ном}} \cdot \frac{m_k + 1}{\mu_1 + 1}}} \quad (3.22)$$

де  $\mu_1 = M_{\max}/M_{\text{пуск}}$ , визначається як  $\mu_1 = (M_{\max}/M_H)/(M_{\text{пуск}}/M_H) =$   
 $= 2,2/2,2 = 1$

Оскільки  $\mu_1 = 1$ , то формула (3.22) для розрахунку не підходить.

Знаходимо  $S_{\text{кр}}$  за довідковими даними.

Таким чином,  $M_{\max} = 4,22 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ;  $S_{\text{кр}} = 0,54$ .

4) - точка мінімального моменту:

$$M_4 = M_{\min}; \quad S_4 = 0,8;$$

$$M_{\min} = 1,8 \cdot M_H = 1,8 \cdot 1,92 = 3,456 \text{ Н}\cdot\text{м}, \quad (3.23)$$

5) - точка пускового моменту:

$$M_5 = M_{\text{пуск}}; \quad S_5 = 1;$$

$$M_{\text{пуск}} = \mu_H \cdot M_H = 2,2 \cdot 1,92 = 4,22 \text{ Н}\cdot\text{м}. \quad (3.24)$$

Визначимо дані для побудови штучної механічної характеристики

$M_{\text{дв}} = f(n)$  при зниженні напруги у споживача на  $5\% U_{\text{ном}}$  згідно зі стандартом.

При цьому використовується формула:

$$M' = (0,95)^2 \cdot M, \quad (3.25)$$

де  $M$  - відповідні значення моментів електродвигуна,  $\text{Н}\cdot\text{м}$ .

Отримуємо:

$$M'_{\text{ном}} = (0,95)^2 \cdot 1,92 = 1,73 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M'_{\max} = (0,95)^2 \cdot 4,22 = 3,81 \text{ Нм};$$

$$M'_{\min} = (0,95)^2 \cdot 3,456 = 3,12 \text{ Нм};$$

$$M'_{\text{пуск}} = (0,95)^2 \cdot 4,22 = 3,81 \text{ Нм}.$$

Другу штучну механічну характеристику  $M''_{\text{дв}} = f(n)$  визначаємо з урахуванням відхилення моментів. Згідно із ГОСТ 183-74:

$$\Delta M_{\text{кр}(\max)} = -10\%; \Delta M_{\text{min}} = -20\%; \Delta M_{\text{пуск}} = -15\%.$$

Тоді

$$M''_{\max} = 0,9 \cdot M_{\max} = 0,9 \cdot 4,22 = 3,798 \text{ Нм};$$

$$M''_{\min} = 0,8 \cdot M_{\min} = 0,8 \cdot 3,456 = 2,76 \text{ Нм};$$

$$M''_{\text{пуск}} = 0,85 \cdot M_{\text{пуск}} = 0,85 \cdot 4,03 = 3,43 \text{ Нм};$$

$$M''_{\text{н}} = M_{\text{н}} = 1,92 \text{ Нм}.$$

Розрахункові дані для побудови механічних характеристик електродвигуна АИР 63В2У3 зводимо в табл. 3.2.

Таблиця 3.2. Розрахункові дані для побудови механічних характеристик електродвигуна АИР 63В2У3

S	0	0,09	0,54	0,8	1	Найменування характеристики
M, Нм	0	1,92	4,22	3,456	4,22	природна $M=f(w)$
M', Нм	0	1,73	3,81	3,12	3,64	штучна, при $\Delta U = -5\%$
M'', Нм	0	1,92	3,798	2,76	3,43	штучна, при відхиленні моментів $\Delta M$

Механічну характеристику (рис. 3.2) вентилятора, будемо використовувати рівняння:

$$M_c = M_{\text{пот}} + (M_{c,\text{ном}} - M_{\text{пот}}) \left( \frac{w}{w_{\text{н}}} \right)^x, \quad (3.26)$$

де  $M_c$  - момент статичних опорів вентилятора при частоті обертання  $n$ ,  
 $N_m$ ,  $M_{пoc}$  - момент статичних опорів тертя, Нм;  
 $M_{c,ном}$  - момент статичних опорів при номінальній частоті обертання  
 вентилятора  $n_{ном}$ , Нм;

$x$  - показник степеню, що характеризує групу машин. Для  
 вентилятора  $x = 2$ ,  $M_{c,ном} = M_{н.дв} = 1,92$  Нм.

$$M_{пoc} = 0,1 \cdot M_{c,ном} = 0,1 \cdot 1,92 = 0,192 \text{ Нм.} \quad (3.27)$$

Тоді:

$$\omega_{н} = \pi \cdot n_{н} / 30 = 3,14 \cdot 2780 / 30 = 290,98 \text{ рад/с.} \quad (3.28)$$

Підставимо різні значення частоти обертання  $n$  в формулу (3.26) і  
 зведемо в табл. 3.3.

На основі даних табл. 3.2 та табл. 3.3 будемо механічні характеристики  
 електродвигуна і вентилятора. Характеристики зображені на рис. 3.2.

Таблиця 3.3 - Розрахункові дані для побудови механічної характеристики  
 вентилятора Ц 4-70 N2,5

рад/с	31,4	62,8	94,2	125,6	157,0	188,4	219,8	251,2	282,6	314,0
Нм	0,21	0,27	0,37	0,51	0,69	0,91	1,18	1,48	1,82	2,20

На основі цих характеристик будемо динамічну характеристику  
 $M_{дин} = f(\omega)$ ,  $M_{дин} = M_{дв} - M_c$ . (вона також представлена рис. 3.2).

Використовуючи динамічну характеристику  $M_{дин} = f(\omega)$ , визначаємо  
 тривалість пуску електродвигуна  $t_n$ .

Для цього розбиваємо характеристику по осі ординат на рівні ділянки  
 і для кожної ділянки графічно визначаємо середнє значення динамічного  
 моменту. Тривалість пуску електродвигуна в цьому випадку:

$$t_n = \sum_{i=1}^n \Delta t_i \quad (3.29)$$

де  $\Delta t_i$  - час пуску двигуна на  $i$ -тій ділянці, с

$$\Delta t_i = J_{пр} \frac{\Delta \omega_i}{\Delta M_{ісер}} \quad (3.30)$$

де  $J_{пр}$  - приведений до валу електродвигуна момент інерції,  $\text{кг}\cdot\text{м}^2$ ;  $\Delta \omega$  - частота обертання на  $i$ -тій ділянці, рад/с;

$$\Delta M_{ісер} = \text{середній динамічний момент на } i\text{-тій ділянці (за рис. 3.2).}$$

$$J_{пр} = J_{р.м} + J_{дв} \quad (3.31)$$

де  $J_{р.м}$  - момент інерції робочої машини,  $\text{кг}\cdot\text{м}^2$ ;

$J_{дв}$  - момент інерції ротора двигуна,  $\text{кг}\cdot\text{м}^2$ .

$$J_{дв} = 0,9 \cdot 10^{-3}, \text{ кг}\cdot\text{м}^2.$$

Момент інерції  $J_{р.м}$  [ $\text{кг}\cdot\text{м}^2$ ] системи робоча машина - вентилятор визначається за формулою:

$$J_{р.м} = m \cdot \rho^2, \quad (3.32)$$

де  $m$  - маса робочого колеса вентилятора, кг;

$\rho$  - радіус інерції робочого колеса вентилятора, м:

$$\rho^2 = R^2/2, \quad (3.33)$$

де  $R$  - радіус робочого колеса вентилятора, м;  $R = 0,125$  м.

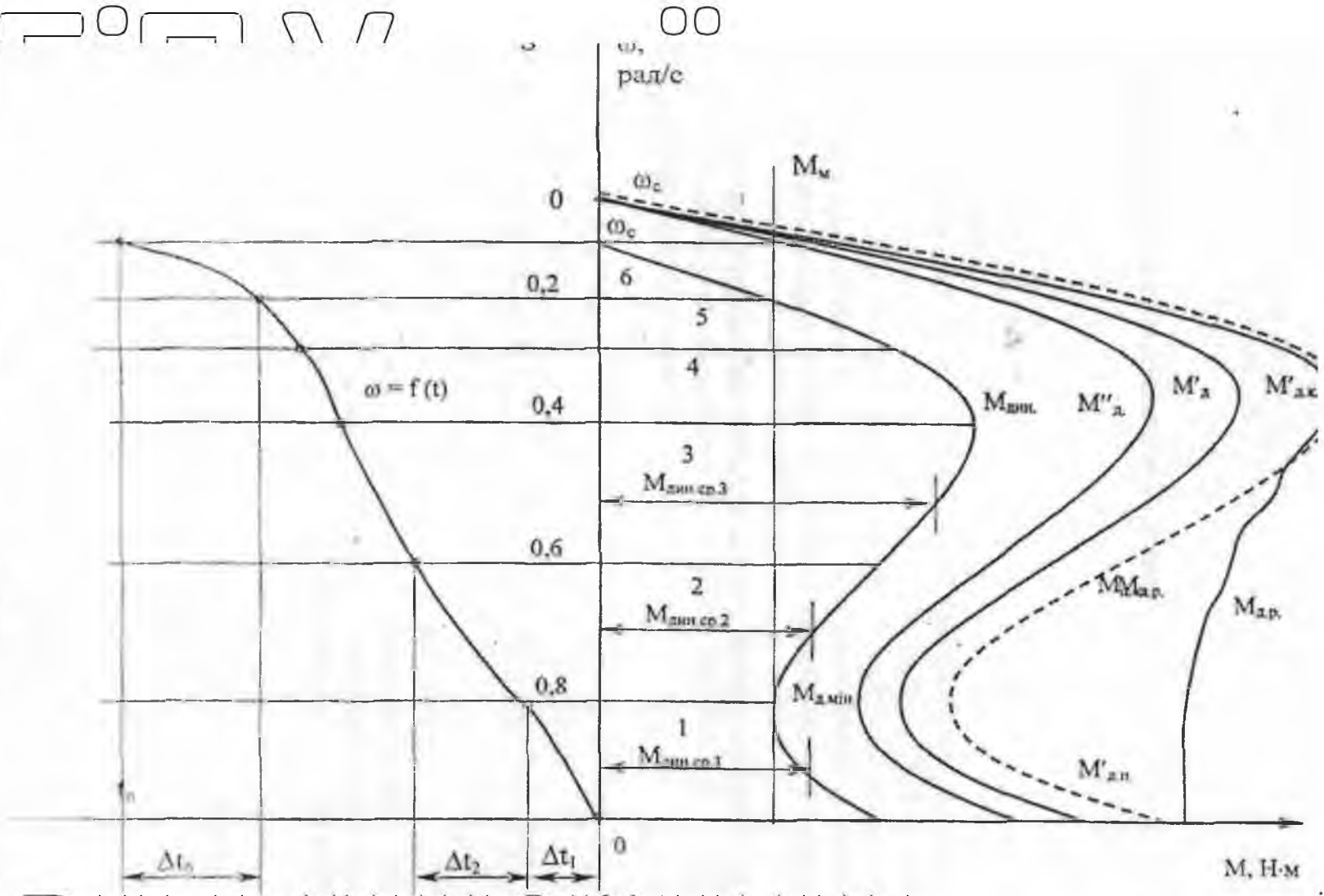
Тоді, підставивши в (3.33), отримаємо:

$$\rho^2 = 0,125^2/2 = 0,0078 \text{ м}^2.$$

Далі за формулами (3.31) і (3.32) отримуємо:

$$J_{р.м} = 0,3 \cdot 0,0078 = 2,34 \cdot 10^{-3} \text{ кг}\cdot\text{м}^2.$$

$$J_{пр} = 2,34 \cdot 10^{-3} + 0,9 \cdot 10^{-3} = 3,24 \cdot 10^{-3} \text{ кг}\cdot\text{м}^2.$$



Вис. 3.2 - Механічні характеристики електродвигуна АІР 63В2У3. Визначення тривалості пуску електропривода



Знаючи, що  $\Delta\omega_1/\Delta\omega_0 = 31,4$  рад/с та підставляємо дані в формулу (3.29), результати розрахунків заносимо до табл. 3.4.

Таблиця 3.4 - Розрахунок тривалості пуску електродвигуна

$\omega, \text{с}^{-1}$	$M_{иср}, \text{Н}\cdot\text{м}$	$\Delta t, \text{с}$	$t_n, \text{с}$
31,4	3,74	0,027	
31,4	3,28	0,031	
31,4	3,19	0,031	
31,4	3,38	0,030	
31,4	3,57	0,028	
31,4	3,3	0,030	
31,4	2,74	0,037	
31,4	1,93	0,052	
31,4	0,88	0,115	0,381

Отже, тривалість пуску електродвигуна складає  $t_n = 0,381 \text{с}$ .

Визначимо збільшення температури обмотки статора протягом одного пуску,  $\theta_{\text{пуск}} [^{\circ}\text{C}]$  за формулою:

$$\theta_{\text{пуск}} = V_t \cdot t_n, \quad (3.34)$$

де  $V_t$  - швидкість нагрівання обмотки статора,  $^{\circ}\text{C}/\text{с}$ ;  $V_t = 8,1^{\circ}\text{C}/\text{с}$ .

Тоді:

$$\theta_{\text{пуск}} = 8,1 \cdot 0,381 = 3,09^{\circ}\text{C}.$$

Клас нагрівостійкості ізоляції двигуна В, що відповідає допустимій температурі нагрівання обмотки статора становить  $130^{\circ}\text{C}$ .

Температура обмотки під час пуску збільшиться на  $3,09^{\circ}\text{C}$ , отже двигун не буде перегріватись.

Виходячи з того, що механічна характеристика вентилятора знаходиться в межах механічної характеристики двигуна, двигун вибраний правильний.

### 3.4. Обґрунтування і вибір джерел освітлення цеху переробки гречки

Проведемо світлотехнічний розрахунок для двох приміщень цеху:

Перше приміщення: довжина  $A=10$  м, ширина  $B=6$  м, висота  $H=3,8$  м.

Друге приміщення: довжина  $A=13$  м, ширина  $B=4$  м, висота  $H=3,8$  м.

Для освітлення виберемо найбільш економічно обґрунтовані світлодіодні лампи — світлотехнічні вироби для побутового, промислового та вуличного освітлення, у яких джерелом світла є світлодіоди. Світлодіодна лампа — це набір світлодіодів і схеми живлення для перетворення мережевої енергії на постійний струм низької напруги.

На рис. 3.3 приведено загальний вигляд світлодіодних ламп.

Термін служби та електричний ККД в них у разі крапці, ніж у звичайних ламп розжарювання і більшості люмінесцентних ламп.



Рис. 3.3. Рефлекторні світлодіодні лампи а), світлодіодні лампи б)

На відміну від люмінесцентних ламп, світлодіоди набирають повної яскравості без потреби часу на прогрівання; окрім цього, строк їх служби не знижується частими вмиканнями та вимиканнями.

Освітлення загального призначення потребує білого світла. Світлодіоди випромінюють світло у дуже вузькому діапазоні довжини хвиль, тобто з колірною характеристикою енергії напівпровідникового матеріалу, який використовується для їх виготовлення. Для випромінювання білого світла від світлодіодної лампи змішують випромінювання від червоного, зеленого і синього світлодіодів або використовують люмінофор для перетворення частини світла в інші кольори.

Світлодіодні лампи мають більш тривалий термін служби (до 50000 годин) та вищу ефективність (світлова віддача 100 Лм/Вт), ніж більшість інших відомих ламп (у лампи розжарення - 12 Лм/Вт). Світлодіодні джерела компактні, що дає гнучкість у проектуванні світильників і хороший контроль над розподілом світла з малими відбивачами або лінзами. Через невеликий розмір світлодіодів управління просторовим розподілом освітленості є надзвичайно гнучким,

Світлодіодні лампи не містять шкідливих речовин (ртуті, свинцю тощо) та утилізуються як побутові відходи, що також розширює практику їх застосування.

#### Обмеження.

Передавання кольору світлодіодних ламп, не співвідносне з лампами розжарювання, які створюють близьке до ідеального (сонячного). Одиниця виміру, що називається CRI, використовується для вираження здатності джерела світла, передавати кольори (шкала від 0 до 100). Світлодіодні лампи, які мають CRI нижче 75, не радять для використання у кімнатному освітленні.

Світлодіодні лампи можуть мерехтіти при недостатній якості джерела живлення постійного струму, вбудованого у структуру лампи. Довге спостереження мерехтливого світла, сприяє головним болям та утомі очей.

Світлодіодні лампи мають високу яскравість тому дивитися прямо на них, руйнівню для очей. Вони чутливі до впливу високих температур і електричних розрядів. Їм притаманна також є екологічна вада: алюмінієвий радіатор, що охолоджує компоненти світлодіодних лампочок.

Не зважаючи на відзначені обмеження, в силу своїх визначних переваг та здешевлення у результаті відлагоджування технологічних процесів їх виготовлення, вони знаходять все більше поширене використання в світлотехніці.

### 3.5. Розрахунок мережі освітлення з світлодіодними лампами

#### 3.5.1 Розрахунок освітлення для першого приміщення

Розміри першого приміщення  $10 \times 6 \times 3,8$  м.

Вибираємо загальну рівномірну систему освітлення. Вибираємо світильник НСП 17.

Обчислюємо розрахункову висоту підвісу світильників за формулою [13]:

$$H_p = H - (h_z + h_p), \quad (3.35)$$

де  $H$  – висота приміщення, м;

$h_z$  – висота звисання.

Приймаємо  $h_z = 0,2$  м;

$h_p$  – рівень робочої поверхні від підлоги. Приймаємо  $h_p = 0,8$ .

$$H_p = 3,8 - (0,2 + 0,8) = 2,8 \text{ м.}$$

Вибираємо значення найвигіднішої відносної відстані між світильниками для кривої К  $\lambda = 0,7 \dots 0,8$ . Приймаємо  $\lambda = 0,7$  [2].

Розраховуємо оптимальну відстань між світильниками в сусідніх рядах за формулою:

$$L = \lambda \cdot H_p \quad (3.36)$$

$$L = 0,7 \cdot 2,8 = 1,96 \text{ м.}$$

Обчислюємо кількість рядів світильників за формулою:

$$n_p = \frac{B}{L}, \quad (3.37)$$

де  $B$  – ширина приміщення, м.

$$n_p = \frac{6}{1,96} \approx 3,06.$$

Приймаємо  $n_p = 3$ .

Визначаємо відстань від крайніх світильників до стін за формулою:

$$L_c = k_p \cdot L, \quad (3.38)$$

де  $k_p$  – коефіцієнт, який враховує відстань світильників від стін. Згідно [27], якщо робочі місця розташовані біля стін, то  $k_p = 0,25 \dots 0,3$ , якщо не біля стін – то  $k_p = 0,4 \dots 0,5$ .

Вибираємо  $k_p = 0,3$ .

$$L_c = 0,3 \cdot 1,96 = 0,58 \text{ м.}$$

Відстань між рядами визначаємо за формулою:

$$L_B = \frac{B - 2L_c}{n_p - 1}, \quad (3.39)$$

$$L_B = \frac{6 - 2 \cdot 0,58}{3 - 1} = 2,42 \text{ м.}$$

Оптимальну відстань між світильниками в ряду визначаємо за формулою:

$$L_a = \frac{L^2}{L_B} \quad (3.40)$$

$$L_a = \frac{1,96^2}{2,42} = 1,58 \text{ м.}$$

Обчислюємо кількість світильників у ряду:

$$n_a = \frac{A - 2 \cdot L_c}{L_a} \quad (3.41)$$

де  $A$  – довжина приміщення, м

$$n_a = \frac{10 - 2 \cdot 0,58}{1,58} = 5,59.$$

Приймаємо  $n_a = 6$ .

Розрахункову відстань між світильниками в ряду визначаємо за формулою:

$$L_A = \frac{A - 2L_c}{n_a - 1} = \frac{10 - 2 \cdot 0,58}{6 - 1} = 1,76 \text{ м.} \quad (3.42)$$

Розраховуємо загальну кількість світильників визначимо за формулою:

$$N = n_p \cdot n_a \quad (3.43)$$

$$N = 3 \cdot 6 = 18.$$

Визначаємо індекс приміщення за формулою:

$$i = \frac{AB}{H_p(A+B)} \quad (3.44)$$

$$i = \frac{10 \cdot 6}{2,8 \cdot (10 + 6)} = 1,33.$$

Беремо коефіцієнти відбивання: стелі  $\rho_{ст} = 50\%$ ; стін  $\rho_{с} = 30\%$ ; підлоги  $\rho_{п} = 10\%$ . [27]

Вибираємо коефіцієнт використання світлового потоку  $\eta = 0,44$ .

Приймаємо нормовану освітленість  $E_n = 100$  лк.

Беремо коефіцієнт запасу  $K = 1,6$ .

Визначаємо розрахунковий світловий потік світильника за формулою:

$$\Phi_{p.c} = \frac{E_n \cdot ABKZ}{M}, \quad (3.45)$$

де  $Z$  – коефіцієнт нерівномірності освітлення,  $Z=1,15$ .

$$\Phi_{p.c} = \frac{100 \cdot 10 \cdot 6 \cdot 1,6 \cdot 1,15}{18 \cdot 0,43} = 1393 \text{ лм.}$$

Вибираємо світлодіодну лампу типу PAR38 з  $P_n = 18$  Вт,  $\Phi_n = 1400$  лм [27].

Вибираємо світильник НСПІ 17 [2].

Розраховуємо фактичну освітленість за формулою:

$$E_\phi = E_n \frac{\Phi_n \cdot m}{\Phi_{p.c}}, \quad (3.46)$$

де  $m$  – кількість ламп у світильнику.

$$E_\phi = 100 \cdot \frac{1400 \cdot 1}{1393} = 100,5 \text{ лк.}$$

Обчислюємо відхилення освітленості від нормованої:

$$E = \frac{E_\phi - E_n}{E_n} \cdot 100, \quad (3.47)$$

$$E = \frac{100,5 - 100}{100} \cdot 100 \approx 0,5 \text{ \%}.$$

Відхилення є допустимим, тому, що знаходиться у межах  $+20 \dots -10\%$ .

Визначаємо установлену потужність освітлювальної установки за

формулою:

$$P_v = P_n \cdot m, \quad (3.48)$$

$$P_v = 18 \cdot 1 \cdot 18 = 324 \text{ Вт.}$$

### 3.5.2. Розрахунок освітлення для другого приміщення

Розміри другого приміщення  $13 \times 4 \times 3,8$  м.

Вибираємо загальну рівномірну систему освітлення. Вибираємо світильник НСП 17.

Обчислюємо розрахункову висоту підвісу світильників за формулою (3.35).

$$H_p = 3,8 - (0,2 + 0,9) = 2,7 \text{ м.}$$

Вибираємо значення найвигіднішої відносної відстані між світильниками для кривої К  $\lambda \neq 0,7.. 0,8$  Приймаємо  $\lambda = 0,7$  [13].

Розраховуємо оптимальну відстань між світильниками в сусідніх рядах за формулою (3.36):

$$L = 0,7 \cdot 2,7 = 1,89 \text{ м.}$$

Обчислюємо кількість рядів світильників за формулою (3.37):

$$n_p = \frac{4}{1,89} \approx 2,16.$$

Приймаємо  $n_p = 2$ .

Визначаємо відстань від крайніх світильників до стін за формулою (3.38):

$$L_c = 0,3 \cdot 1,89 = 0,56 \text{ м.}$$

Відстань між рядами визначаємо за формулою (3.39):

$$L_B = \frac{4 - 2 \cdot 0,56}{2 - 1} = 2,88 \text{ м.}$$

Оптимальну відстань між світильниками в ряду визначаємо за формулою (3.40):

$$L_a = \frac{1,89^2}{2,88} = 1,24 \text{ м.}$$

Обчислюємо кількість світильників у ряду за формулою (3.41):



НУБІП України  $n_a = \frac{13 - 2 \cdot 0,56}{1,24} = 9,58$ .

Приймаємо  $n_a = 10$ .

Розрахункову відстань між світильниками в ряду визначаємо за

формулою (3.42):

НУБІП України  $L_A = \frac{13 - 2 \cdot 0,56}{10 - 1} = 1,32 \text{ м.}$

Розраховуємо загальну кількість світильників визначаємо за формулою

(3.43):

НУБІП України  $N = 2 \cdot 10 = 20$ .

Визначаємо індекс приміщення за формулою (3.44):

НУБІП України  $i = \frac{13 \cdot 4}{2,7 \cdot (13 + 4)} = 1,13$ .

Беремо коефіцієнти відбивання: стелі  $\rho_{\text{ст}} = 50\%$ ; стін  $\rho_{\text{с}} = 30\%$ ; підлоги  $\rho_{\text{п}}$

$= 10\%$ . [1]

НУБІП України Вибираємо коефіцієнт використання світлового потоку  $\eta = 0,44$  [27]

Приймаємо нормовану освітленість  $E_{\text{н}} = 100 \text{ лк.}$

Беремо коефіцієнт запасу  $K = 1,6$ .

Визначаємо розрахунковий світловий потік світильника за формулою

(3.45):

НУБІП України  $\Phi_{\text{р.с}} = \frac{100 \cdot 13 \cdot 4 \cdot 1,6 \cdot 1,13}{20 \cdot 0,44} = 1087,2 \text{ лм.}$

Вибираємо лампу типу MAXUS A60 12w E27 з  $P_{\text{н}} = 12 \text{ Вт}$ ,  $\Phi_{\text{л}} = 1100 \text{ лм}$

[3]. Вибираємо світильник НСП 17. [27]

НУБІП України Розраховуємо фактичну освітленість за формулою (3.46):

$E_{\phi} = 100 \cdot \frac{1100 \cdot 1}{1087,2} = 101,1 \text{ лк.}$   
 Обчислено відхилення освітленості за формулою (3.47):

$E = \frac{101,1 - 100}{100} \cdot 100 \approx 1,1 \text{ \%}$ .  
 Відхилення є допустимим, тому, що знаходиться у межах  $+20 \dots -10\%$ .

Визначаємо установлену потужність освітлювальної установки за формулою (3.48):

$P_y = 12 \cdot 1 \cdot 20 = 240 \text{ Вт}$

### Висновки по розділу 3

Розділ присвячено обґрунтуванню та вибору силового електрообладнання і освітлення цеху переробки гречки. Відповідно до розробленої функціональної схеми цех включає обладнання: приймальний бункер, ваговий дозатор, два ковшових елеватори, аспіраційну колонку, апарат для гідротермічної обробки, лушильно-шліфувальну машину, ситовий сепаратор, повітряний сепаратор, збірник побічних продуктів обробки, вентилятор, пароутворювач. Тому в розділі значна увага приділена вибору та перевірці двигунів електроприводів, а саме: електродвигунів приводу ковшового елеватора та приводу витяжного вентилятора.

Для електродвигуна приводу витяжного вентилятора побудовані механічні характеристики, визначена тривалість пуску та величина зростання при пуску температури обмотки статора.

Значна увага приділена обґрунтуванню і вибору джерел освітлення цеху переробки гречки. Для освітлення було вибрано найбільш економічно обґрунтовані світлодіодні лампи. Розрахунок освітлення проводили із застосуванням методу коефіцієнта використання світлового потоку. В результаті розрахунку було вибрано лампи типу PAR38 потужністю  $P_n = 18 \text{ Вт}$

та величиною світлового потоку  $\Phi_{\text{л}} = 1400$  лм і лампи типу MAXUS A60 12w

E27 з  $P_{\text{н}} = 12$  Вт,  $\Phi_{\text{л}} = 1100$  лм.

Обґрунтований вибір електросилового обладнання та освітлення приміщень цеху забезпечує мінімізацію енергозатрат при переробці гречки.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ЛІНІЄЮ ВИРОБНИЦТВА ГРЕЧАНОЇ КРУПИ

### 4.1. Розробка вимог до процесу автоматизації виробництва та вибір технічних засобів автоматизації

До найбільш важливої операції в технологічному процесі виробництва гречаної крупи відноситься попередня гідротермічна обробка. Для якісного забезпечення процесу виробництва гречаної крупи необхідно виконання наступних технологічних вимог, а саме:

1) необхідно витримати всі умови та параметри для забезпечення виконання технологічного процесу виробництва гречаної крупи з урахуванням його особливостей [9];

2) слід передбачити в схемі керування пристрій для ручного переключення режимів роботи («Ручний» та «Автоматизований»);

3) контроль за технологічним процесом в автоматизованому режимі необхідно здійснюється з використанням залучених до схеми керування первинних перетворювачів;

4) температура процесу пропарювання гречки повинна підтримуватись на рівні  $110^{\circ}\text{C}$ ;

5) процес пропарювання повинен тривати 4 хвилини;

6) тиск при пропарюванні повинен становити  $0,25\text{MPa}$ ;

7) необхідно забезпечити уникнення можливого перевантаження приймальних бункерів технологічних машин сировиною;

8) забезпечити вимикання електроприводів засувки при досягненні кінцевого положення;

9) слід передбачити пристрої для захисту електрообладнання в аварійних режимах та для забезпечення безпечної роботи обслуговуючого персоналу;

10) необхідно запровадити технічні рішення для забезпечення

контролю операцій технологічного процесу при допомозі світлової сигналізації [8].

11) необхідно передбачити захист пароутворювача від перевищення в ньому тиску вище критичного рівня.

За функціональним призначенням засоби автоматизації поділяються на засоби одержання інформації, технічні засоби зберігання, передачі та обробки інформації та виконавчі механізми.

Для забезпечення контролю за технологічним процесом виробництва гречаної крупи в автоматизованому режимі було передбачено встановлення датчиків (первинних перетворювачів відповідних параметрів процесу) виробництва та залучення їх до схеми керування.

Датчики контролю рівня рідин та сипких матеріалів призначені для оперативного визначення рівня контрольованого середовища у технологічних резервуарах та ємкостях. Використовуються переважно буйкові, поплавкові і конденсаторні первинні перетворювачі [24].

Технічна характеристика датчиків сипких матеріалів приведена в таблиці 4.1

Таблиця 4.1 – Технічна характеристика датчиків рівня сипких матеріалів [15]

Тип датчика	Чувливий елемент	Призначення	Діапазон вимірювання, м	Похибка, %	Вихідний сигнал
УКМ-Р	Крильчатка	Контроль рівня сипких матеріалів	0,02...1,6	±1...1,5	Сухий контакт

Технічна характеристика датчика тиску, застосованого для контролю в пароутворювачі, приведена в таблиці 4.2

Для забезпечення вимикання електроприводів засувки при досягненні кінцевого положення встановлюємо кінцеві вимикачі. Технічна характеристика кінцевих вимикачів приведена в таблиці 4.3

Таблиця 4.2 – Технічна характеристика датчика тиску

Контрольована величина	Типорозмір	Діапазон вставок, МПа	Зони нечутливості, МПа	Дохідка спрацювання, МПа	Комутуюча здатність контактів, ВА
Тиск	РД-140Т	0,5... 0,9	0,055... 0,095	±0,02	150

Таблиця 4.3 - Технічна характеристика кінцевих вимикачів

Тип	Прямий робочий хід не більше, мм	Повний хід не більше, мм	Сила прямого спрацювання не більше, Н
ВП21-21А111-55У2	4,5	9,5	20
ВП21-21А122-00У3	4,8	10,0	21

Для контролю за температурою гречаного зерна в пропарювачі та пари в паротворювачі встановлено датчики температури ДТКБ-42 технічна характеристика яких приведена в таблиці 4.4 [15].

Таблиця 4.4 – Технічна характеристика датчику температури

Тип	Вихідний сигнал	Межі вимірювання, °С	Інерційність	Область застосування

ДТКБ-42	контакт	0...150	5	Тверді, рідкі та газові середовища
---------	---------	---------	---	------------------------------------

Для створення витримки часу, необхідної для забезпечення тривалості процесу пропарювання, вибираємо реле часу типу ВЛ-46. Технічна характеристика реле часу приведена в таблиці 4.5 [15].

Таблиця 4.5 – Технічна характеристика реле часу

Тип	Рід струму живлення	Номинальна напруга комутації, В	Межі часу, хв	Характеристика навантаження	Струм комутації, А	
					Вкл.	Відкл.
ВЛ-46	Змінний	220	1 – 10	Індуктивна	3	0,3

#### 4.2. Розробка функціональної та електричної принципіальної схем автоматизації технологічного процесу виробництва гречаної крупи

На основі аналізу умов роботи технологічного обладнання лінії виробництва первинної обробки гречки, виявлених законів та критеріїв керування об'єктом, а також вимог, що висувуються до точності стабілізації, контролю технологічних параметрів, якості регулювання та надійності складаємо функціональну схему автоматизації, яка представлена на рис. 3.1.

Наведену функціональну схему складено відповідно до СТ СЭВ 4723-84 і СТ СЭВ 3334-81, умовні позначення приладів та засобів автоматизації виконано відповідно до вимог ГОСТ 21.404-85.

Для автоматизованого керування процесом виробництва гречаної крупи з урахуванням висунутих вимог до автоматизації та складеної функціональної схеми розроблена електрична принципіальна схема

автоматизованого керування лінією первинної обробки гречки, яка представлена на рис. 4.1.

# НУБІП України

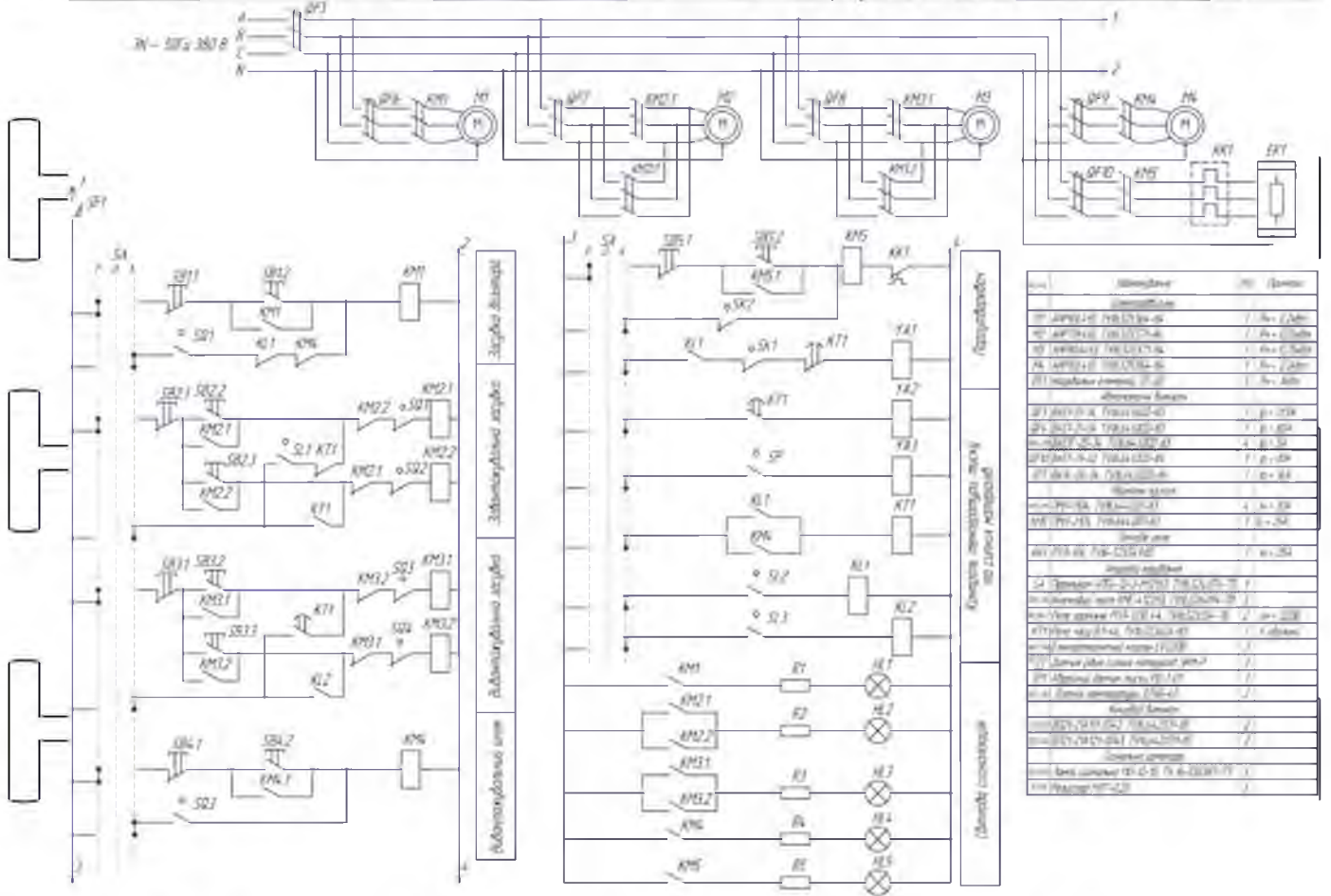


Рис. 4.1. Електрична принципіальна схема автоматизованого керування лінією первинної обробки гречки

# НУБІП України

Принцип автоматизованого керування лінією первинної обробки гречки відповідно до приведеної принципіальної схеми полягає у наступному. При натисканні кнопки автоматичного вимикача QF3 отримують живлення автоматичні вимикачі відповідних струмоприймачів QF6 – QF10. Живлення на схему керування подається однополюсним автоматичним вимикачем SF1.

# НУБІП України

В ручному режимі перемикач SA1 переводять в положення «Р» (ручний режим). Вмикають автоматичні вимикачі QF6 – QF10. При натисканні кнопки SB1.2 котушка магнітного пускача KM1 отримує живлення, силові контакти

# НУБІП України



пускатча замикаються і запускають електродвигун засувки дозатора М1. Блокувальний контакт магнітного пускатча КМ1.1 замикається і шунтує кнопку SB1.2. За допомогою кнопки SB1.1 можна розірвати живлення котушки КМ1, тим самим зупинивши електродвигун М1.

При натисканні кнопки SB2.2 «Пуск» котушка магнітного пускатча КМ2 отримує живлення, при цьому силові контакти пускатча замикаються і електродвигун завантажувальної засувки М2-апарату гідротермічної обробки приводиться в дію. Блокувальний контакт магнітного пускатча КМ2.1 шунтує кнопку SB2.2. Відключення електродвигуна здійснюється натисканням кнопки SB2.1 «Стоп».

При натисканні кнопки SB3.2 отримує живлення котушка магнітного пускатча КМ3. При цьому силові контакти пускатча замикаються і запускається електродвигун М3 вивантажувальної засувки апарату гідротермічної обробки гречки. Блокувальний контакт магнітного пускатча КМ3.1 шунтує кнопку SB3.2. Відключення електродвигуна здійснюється натисканням кнопки SB3.1 «Стоп».

При натисканні кнопки SB4.2 отримує живлення котушка магнітного пускатча КМ4. При цьому силові контакти пускатча замикаються і електродвигун М4 вивантажувального шнеку приводиться в дію. Блокувальний контакт магнітного пускатча КМ4.1 шунтує кнопку SB4.2. Відключення електродвигуна здійснюється натисканням кнопки SB4.1 «Стоп».

При натисканні кнопки SB5.2 «Пуск» котушка магнітного пускатча КМ5, замикаючи при цьому силові контакти магнітного пускатча. При цьому через нагрівальний елемент та розмикаючі контакти теплового реле КК1 проходить струм, тим самим запускає нагрівач ЕК1. Блокувальний контакт магнітного пускатча КМ5.1 шунтує кнопку SB5.2. Відключення електричного нагрівача здійснюється натисканням кнопки SB5.1 «Стоп».

Для забезпечення автоматичного режиму роботи технологічної лінії переробки гречки необхідно перевести позиційний перемикач в положення

«А», в цьому випадку управління виконується за рахунок отриманих сигналів від первинних перетворювачів (датчиків) рівня, а також завчасно встановленого терміну обробки – реле часу. При наявності живлення на схемі (SA1 переведено в автоматичний режим) контакт датчика рівня SL1

замикається та отримує живлення котушка реверсивного магнітного пускача

KM2.1. В результаті розпочинається процес відкриття засувки дозатора. Коли засувка дійде до кінцевого положення, розімкне свій контакт кінцевий вимикач SQ1 в колі живлення магнітного пускача KM2. І знеструмить його, а

іншим контактом подасть живлення на котушку KM1. Увімкнеться

завантажувальна засувка дозатора. Гречка надходить у пропарювач до тих

пір, поки не досягне верхнього рівня і не замкнеться контакт верхнього рівня

SL2. Після чого буде подане живлення на котушку проміжного реле KL1, яке

знеструмить магнітний пускач KM1. Електродвигун M1 знеструмиться,

другим контактом подасть живлення на котушку реле часу KT1, а третім на

YA1. В свою чергу електромагнітний клапан YA1 відкриє канал для подачі

пари у пропарювач. KT1 без витримки часу подасть живлення на котушку

магнітного пускача KM2.2. Завантажувальна засувка закриється до кінцевого

положення, після чого контакт кінцевого вимикача SQ2 зупинить привідний

електродвигун M2. Починається процес пропарювання. При цьому

температура у пропарювачі буде регулюватися шляхом подачі пари через

електромагнітний клапан YA1, а контроль за температурою здійснюватиме

датчик температури SK1 (110°C).

Після закінчення процесу пропарювання (4 хвилини) реле часу KT1

розімкне свій контакт в колі живлення електромагнітного клапана YA1

(подача пари в пропарювач припиниться) і замкне свій контакт в колі

живлення YA2. В результаті відкриється електромагнітний клапан випуску

пари (випускний клапан). Також KT1 подасть живлення на котушку

магнітного пускача KM3.1, що приведе до початку відкривання

завантажувальної засувки аж до кінцевого положення, після чого

знеструмиться кінцевим вимикачем SQ3, який також подасть живлення на

котушку магнітного пускача КМ4. Увімкнеться електродвигун М4 вивантажувального шнеку, почнеться процес вивантаження пропареної гречки з пропарювача.

Після закінчення гречки в пропарювачі замкне свій контакт датчик нижнього рівня пропарювача SL3 і подасть живлення на проміжне реле KL2, яке в свою чергу подасть живлення на котушку магнітного пускача КМ3.2.

Вивантажувальна засувка закриється до кінцевого положення, після чого зупиниться кінцевим вимикачем SQ4. При цьому SQ3 змінить своє положення

контактів та знеструмить магнітний пускач КМ4, що приведе до зупинки вивантажувального шнеку М4. Контакт магнітного пускача КМ4 знеструмить

реле часу КТ1. Після цього якщо в приймальному бункері є гречка, то датчик рівня SL1 буде замкнений і, відповідно, процес поновиться.

Температура в пароутворювачі контролюється датчиком температури

SK2, контакти якого знаходяться в колі живлення КМ5 і який буде керувати

нагрівальними ТЕНами ЕК1, також в пароутворювачі стоїть датчик аварійного

тиску SP1 і при перевищенні тиску більше допустимого він замкне свій контакт в колі керування електромагнітного клапану УА3, який шляхом

викиду пари в атмосферу знизить тиск в пароутворювачі.

Про всі зміни в роботі технологічної лінії, вмикання та вимикання електросилового обладнання вказує блок сигналізації: HL1 – відкриття

засувки дозатора; HL2 – відкриття або закриття завантажувальної засувки

пропарювача; HL3 – відкриття або закриття вивантажувальної засувки

пропарювача; HL4 – робота вивантажувального шнеку; HL5 – робота

електричного нагрівача пароутворювача.

#### 4.3. Складання специфікації на матеріали та обладнання системи автоматизованого керування лінією первинної обробки гречки

Перелік пристроїв та матеріалів, згідно з розробленою електричною принципіальною схемою, приведений в таблиці 4.6 [19].

Таблиця 4.6 Специфікація пристроїв та матеріалів

Поз. обозн.	Найменування	Кіл.	Примітка
1	2	3	4
<i>Електродревцелни</i>			
M1	АИР90L4У3, ТУ16.525.564-84	1	$P_H=2,2\text{кВт}$
M2	АИР71А4У3, ТУ16.525.571-84	1	$P_H=0,55\text{кВт}$
M3	АИР80А4У3, ТУ16.525.571-84	1	$P_H=0,75\text{кВт}$
M4	АИР90L4У3, ТУ16.525.564-84	1	$P_H=2,2\text{кВт}$
<i>Нагрівальні елементи ЕТ-60</i>			
ЕК1	Автоматичні вимикачі	5	$P_H=1\text{кВт}$
QF3	ВА51-31-34, ТУ16.641.602-83	1	$I_p=31,5\text{А}$
QF4	ВА51-31-34, ТУ16.641.002-83	1	$I_D=80\text{А}$
QF6, QF9	ВА51Г-25-34, ТУ16.641.002-83	4	$I_p=5\text{А}$
QF10	ВА51-31-32, ТУ16.641.020-84	1	$I_p=10\text{А}$
SF1	ВА14-26-34, ТУ16.641.020-84	1	$I_p=16\text{А}$
<i>Магнітні пускачі</i>			
КМ1, КМ4	ПМЛ-1104, ТУ16.644.001-83	4	$I_H=10\text{А}$
КМ5	ПМЛ-2104, ТУ16.644.001-83	1	$I_H=25\text{А}$
<i>Теплове реле</i>			
КК1	РТЛ-104, ТУ16-523.549.82	1	$I_H=25\text{А}$
<i>Апарати керування</i>			
SA	Перемикач 4П54-12-2-М121У3, ТУ16.524.074-75	1	
SB1...SB5	Кнопковий пост КМЕ-4122У3, ТУ16.526.094-78	5	
KL1, KL2	Реле проміжне РПЛ-1210 4А, ТУ16.523.554-78	2	$U_H=220\text{В}$
KT1	Реле часу ВЛ-46, ТУ16.523.624-83	1	4 хвилини

Продовження табл. 4.6

1	2	3	4
YA1...YA3	Електромагнітний клапан EV220B	3	
SL1, SL2, SL3	Датчик рівня сипких матеріалів УКМ-Р	3	
SP1	Аварійний датчик тиску РД-1-01	1	
SK1, SK2	Датчик температури ДТКБ-42	2	
	<i>Кінцевий вимикач</i>		
SQ1, SQ2	ВН21-21А ПП-5542, ТУ 16,642.031-85	2	
SQ3, SQ4	ВН21-21А 121-0043, ТУ 16,642.031-85	2	
	<i>Сигнальна арматура</i>		
HL1-HL5	Лампа сигнальна МО-12-15, ТУ 16-535.587-77	5	
R1-R5	Резистор МЛТ-0,25	5	

#### 4.4. Визначення надійності і якості роботи автоматизованої системи керування лінією первинної обробки гренки

Для визначення надійності розробленої схеми автоматизованого управління розрахуємо інтенсивність відмов, яка являє собою відношення кількості елементів, що відмовляють за одиницю часу, до середньої кількості елементів, які продовжують працювати на заданий відрізок часу.

Ймовірність безвідмовної роботи  $P(t)$  схеми знаходимо по експоненціальній залежності [14]:

$$P(t) = e^{-\sum_k \lambda_k t}, \quad (4.1)$$

де  $k$  – коефіцієнт, що враховує вплив оточуючого середовища,  $k = 10$ .

$\lambda$  – інтенсивність відмов, яка вказується в технічній документації виробів;  
 $t$  – час роботи за добу,  $t = 8$  год.

Інтенсивність відмов кожного елементу схеми приведені в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 – Інтенсивність відмов пристроїв автоматики

Найменування елемента	Кількість	Інтенсивність відмов $\lambda \times 10^6$	
		одного елемента	загальна
QF3, QF6... QF10	6	0,22	1,32
KM1, KM4, KM5	3	10,0	30
KM2, KM3	2	10,5	21
SF	1	0,22	0,22
SA	1	0,175	0,175
SB1...SB5	5	9,90	49,5
KT	1	2,5	2,5
SK1, SK2	2	42,0	84
SL1, SL2, SL3	3	44,0	132
SP1	1	35,0	35
SQ1, SQ2, SQ3, SQ4	4	11,1	44,4
HL1...HL5	5	0,625	3,125
YA1...YA3	3	150,0	450
Контакти (замикаючі, розмикаючі)	42	0,25	10,5
<b>Сума</b>			<b>863,74</b>

Визначаємо імовірність безвідмовної роботи схеми керування:

$$P(t) = e^{-10 \cdot 0,00086374 \cdot 8} = 0,933$$

Час безвідмовної роботи схеми  $T$ , год, визначається за формулою [17]:

НУБІП України

$$T = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \lambda_i} \quad (4.2)$$

$$T = \frac{1}{863,74 \cdot 10^{-6}} = 1157,8 \text{ год.}$$

НУБІП України

Час безвідмовної роботи схеми складає  $T = 1157,8$  годин, що відповідає середнім показникам надійності промислових засобів автоматики.

НУБІП України

Висновки по розділу 4

В розділі проведена розробка системи автоматизованого керування лінією виробництва гречаної крупи на основі обґрунтованих вимог до процесу автоматизації виробництва. Для забезпечення контролю за технологічним процесом виробництва гречаної крупи в автоматизованому режимі було передбачено встановлення датчиків, технічні характеристики яких наведені в таблицях.

НУБІП України

На основі проведеного аналізу та виявлених законів і критеріїв керування об'єктом, а також вимог, що висуваються до точності контролю технологічних параметрів, якості регулювання та надійності, була розроблена функціональна схема автоматизації, а також електрична принципіальна схема автоматизованого керування лінією первинної обробки гречки.

НУБІП України

Проведений аналіз підтвердив належну надійність і якість роботи автоматизованої системи керування.

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 5.1. Аналіз стану та розробка заходів з охорони праці

Один з методів захисту людини від ураження електричним струмом, що використовується в останній час в нашій промисловості, є застосування пристрою захисного відключення електротехнічних пристроїв, які реагують на порушення нормального режиму роботи електроустановки і які подають сигнал на її відключення. Вхідним сигналом пристроїв захисного відключення є зміна струмів і напруг при зменшенні рівня електричної ізоляції нижче заданого. Це дозволяє здійснювати одним пристроєм деякі із наступних видів захисту:

- захист від однофазних замикань на землю чи елемент електрообладнання, нормально ізольованих від напруги;
- захист від не повних замикань, коли зниження рівня ізоляції однієї з фаз створює небезпеку ураження людини;
- захист від ураження при дотику людини до однієї з фаз електроустановки, якщо дотик має місце в зоні дії захисту пристрою;
- безперервний контроль ізоляції, якщо пристрій обладнаний реєструючим пристосуванням безперервної дії [9].

Приведений перелік захисних функцій свідчить про їх правильність використання в багатьох видах електроустановок як у вигляді основних захисних пристроїв, так і в доповненні до інших видів захисту.

Машини, апарати, механізми, повітропроводи і матеріалопроводи, що використовуються в пожежо- і вибухонебезпечних приміщеннях цеху, необхідно тримати герметичними і не пропускати запиленого повітря у виробничі приміщення [9].

У всіх пожежо- і вибухонебезпечних цехах приймають і суворо дотримуються наступних попереджувальних заходів проти імпульсів-вибухів і пожеж, а також проти само загорання продуктів та відходів виробництва:



- з усіх місць, де накопичується пилю, його своєчасно і ретельно прибирають;

- під час роботи підприємства не допускається використання відкритого вогню;

- обладнання розташовують з розрахунку влаштування необхідних пожежних проходів і розривів;

- машини та механізми тримають в відрегульованому і в справному стані, забезпечуючи їх плавну роботу без заїдання і тертя,

- не допускають нагрівання підшипників під час їх роботи вище 55-60°C;

- вузли та деталі машин якісно перевіряють на рівномірність маси та збалансованість;

- забезпечують нормальний натяг привідних ременів для попередження ковзання, провисання і ударів на захисні чохла [9].

Технологічне обладнання завантажують рівномірно, не допускаючи перевантаження і перегріву машин, що може призвести до пожежі. Важливе значення має правильне налаштування і експлуатація вентиляційного обладнання та нормальна аспірація технологічного обладнання.

Повітропроводи своєчасно очищають від пилю, нещільності негайно ліквідують; в аварійних випадках машину зупиняють і поломку в аспірації ліквідують [8].

Приміщення цехів, територію і під'їзди тримають в чистоті не допускаючи їх захаращення. Для дотримання пожежної безпеки важливо правильно експлуатувати засоби мобільної і стаціонарної механізації, встановити постійний кваліфікований нагляд за робочим обладнанням. Після закінчення робіт в цехах знеструмлюють всі силові і освітлювальні електромережі. При завантаженні цехів зерном насипом відстань від верху

насипу до займистих конструкцій покриття, а також світильників і електропроводки залишають не менше 0,5 м. Якщо зерно само нагрівається, то

його перемішують чи перевозять на нову площу шаром товщиною не більше 1,5м.

При зберіганні круп в тарі в середині цеху залишають вільні проходи між штабелями – один по цеху і два до воріт, розташовані в різних кінцях цеху шириною не менше 1,25м, а між штабелями і стінами цеху – не менше 0,7м.

[8]

## 5.2. Розробка заходів з охорони праці в цеху переробки гречки

Для того, щоб пристрої захисного відключення виконували свою головну функцію – захист людини від ураження електричним струмом – необхідно забезпечити їх спрацювання при такому значенні вхідного сигналу і за такий час, при яких електричний струм через людину не перевищить критеріїв електробезпеки. Проте в наш час існує поняття різних критеріїв електробезпеки, тому виникає необхідність повного обліку при розробці і використанні пристроїв захисного відключення [17].

Виходячи з призначення і умов захисту до пристроїв захисного відключення необхідно висувати наступні вимоги.

Швидкодія. В наш час ПУЕ регламентує час спрацювання захисного відключення  $t_{\text{відкл}} = 0,2\text{с}$ . Використовують пристрої високої чутливості з часом спрацювання  $t_{\text{відкл}} \leq 20 \dots 30\text{мс}$ . та низької чутливості, з часом спрацювання  $t_{\text{відкл}} \leq 0,2\text{с}$ . Пристрої високої чутливості використовуються для захисту від ураження при дотику до фазних проводів, пристрої низької чутливості – для захисту від ураження при дотику до корпусів електрообладнання, на якому виникло замикання фази. В останньому випадку захисне відключення використовується як додаток до заземлення, що дозволяє значно зменшити вимоги до величини опору заземлення, так як на час спрацювання пристрою захисного відключення можна допустити наявність на корпусі значно більших напруг відносно землі, ніж у випадку захисту тільки заземленням.

Перешкодостійкість і стабільність параметрів. Лише при дотриманні суворих вимог до вибору елементів і конструкцій пристроїв захисного відключення можна уникнути небажаних спрацювань при коливаннях напруги мережі і параметрів мікроклімату навколишнього середовища.

Селективність відключення. Несиметричні режими, що виникають в електроустановках при пошкодженні чи погіршенні ізоляції, розповсюджуються на всю мережу, особливо в умовах високого взаємозв'язку між електрообладнанням. Тому виникає необхідність в ретельному виборі вхідного сигналу, оскільки це основний шлях створення селективних схем.

Універсальність захисту. Більш раціональним є використання пристроїв, в яких поєднано чотири види захисту, проте деякі з них не комбінуються з іншими вимогами. Тому необхідно приймати компромісні рішення, виходячи із необхідності створення максимальної ефективності захисного відключення [22].

Економічна ефективність. В значній мірі вартість пристроїв визначається простотою схеми і конструкції, але не менше значення мають і експлуатаційні якості (простота наладки, обслуговування, підключення, споживана електроенергія).

Ергономічна раціональність. З цієї точки зору особливе значення набувають такі данні пристроїв, як вага, форма і розмір, тип вимірювальних пристроїв, колір.

Основні вимоги до пристрою захисного відключення дозволяють не лише правильно підійти до їх вибору, але й зробити висновок про переваги та недоліки захисного відключення. Основною перевагою є швидкість і універсальність захисту. Відзначимо недоліки, що перешкоджають більш широкому використанню:

- 1) більш висока вартість у порівнянні з традиційними засобами захисту – заземленням і зануленням;
- 2) зниження надійності електропостачання;

3) необхідність використання в якості апаратів захисного відключення автоматичних вимикачів та відмова від запобіжників;

4) відсутність розроблених схем, які задовольняють основним вимогам та запобігають використанню захисного відключення, особливо для найбільш широкої групи споживачів електричної енергії – в мережах з глухо заземленою нейтраллю.

Магнітний пускач С-904 захищає від ураження при глухих замиканнях на корпус і контролює справність заземлюючого проводу. В схемі приладу комбінується контроль оперативною напругою і реєстрація струму замикання

на землю. Оперативною напругою здійснюється контроль справності заземлюючого (занулюючого) проводу і дистанційне керування електроінструментом. При замиканні на корпус струм замикання, що

проходить в первинній обмотці трансформатора струму, створює вхідний сигнал для реле напруги КУ1. Одним зі своїх контактів реле напруги само

блокується, а іншим розриває мережу живлення реле КЛ1, що призводить до відключення від мережі ланцюга керування магнітним пускачем КМ1. Таким чином вхідний сигнал в схемі виходить з використанням струму замикання,

тому прилад не має селективності та самоконтролю. Вставка пристрою

захисного відключення забезпечує граничне значення струму через організм людини до 0,76мА. Застосовують на ручному електроінструменті в мережах з глухо заземленою і ізольованою нейтраллю.

### 5.3. Блискавкозахист цеху переробки гречки

Приміщення цеху переробки гречки за класифікацією [1] відносяться до класу II та згідно з чинними нормативними матеріалами підлягають

блискавкозахисту за III-ю категорією. Як будівля, цех переробки гречки відноситься до II-го ступеню вогнестійкості.

Захист від прямих ударів блискавки виконується блискавкоприймальною сіткою, розміщеною на даху будівлі. Такий тип

блискавкозахисту застосовується для будівель з плоским дахом, довжина яких не перевищує 25 м. Конструктивне виконання блискавкозахисту (рис 5.1) передбачає площу чарунок сітки не більше 150 м<sup>2</sup>. Блискавкоприймальна сітка виконана із сталюого дроту діаметром 6 мм. Сітка сполучається струмовідводами із заземлювачами, виконаними з круглої сталі діаметром 10 мм та з'єднаними сталююю штабою розмірами 4x40 мм.

Визначимо також зону захисту двома блискавко відводами на рівні землі:

$$h_0 = 0,92h = 0,92 \times 17,78 = 16,4 \text{ м.}$$

$$r_0 = 1,5h = 1,5 \times 17,78 = 26,7 \text{ м.}$$

Зона захисту на висоті  $h_{X1} = 10,28$  м:

$$r_{X1} = 1,5 (h - h_{X1}/0,92) = 1,5 (17,78 - 10,28/0,92) = 9,9 \text{ м.}$$

Зона захисту на висоті  $h_{X2} = 11,37$  м:

$$r_{X2} = 1,5 (h - h_{X2}/0,92) = 1,5 (17,78 - 11,37/0,92) = 8,1 \text{ м.}$$

Зона захисту на висоті  $h_{X3} = 9,66$  м:

$$r_{X3} = 1,5 (h - h_{X3}/0,92) = 1,5 (17,78 - 9,66/0,92) = 10,9 \text{ м.}$$

Зона захисту на висоті  $h_{X4} = 5,96$  м:

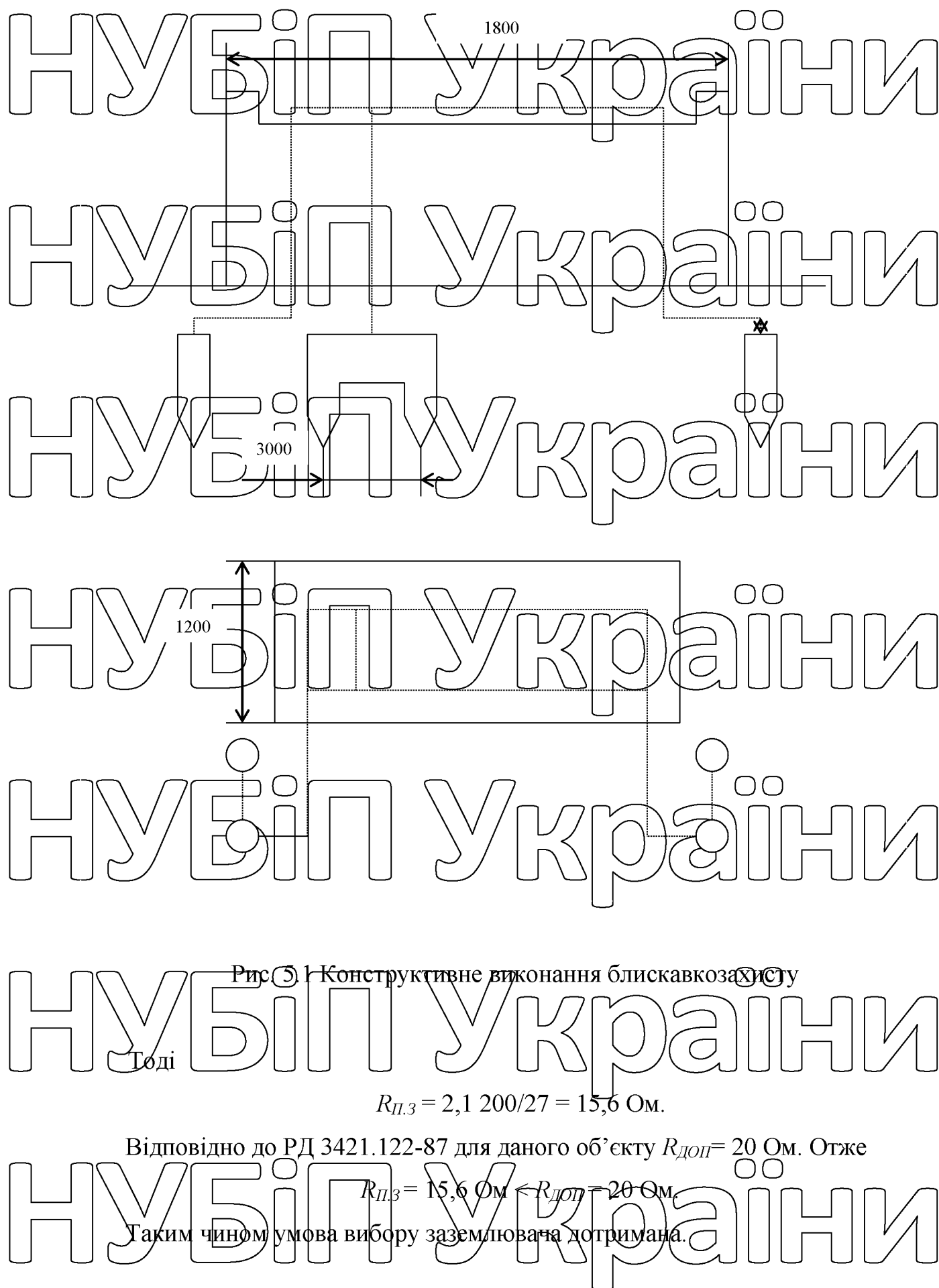
$$r_{X4} = 1,5 (h - h_{X4}/0,92) = 1,5 (17,78 - 5,96/0,92) = 16,9 \text{ м.}$$

Визначаємо опір полосового заземлювача:

$$R_{п.з} = 2,1 \varphi_{роз}/A,$$

де  $\varphi_{роз}$  – питомий опір ґрунту, Ом·м;

A - довжина приміщення, м.



### Висновки по розділу 5

В розділі проведено аналіз стану та розробку заходів з охорони праці в господарстві. Схема захисного відключення та струми витікання в порівнянні

з іншими схемами є на сьогодні самими перспективними, тому, що володіють

рядом істотних переваг: селективністю; незалежністю від струмів

спрацювання автоматичних вимикачів та плавких запобіжників; високою

чутливістю; захищають від поразки електричного струму як з появою

потенціалу на занулених корпусах електроустаткування, так і при дотику до

фазного проводу мережі, що перебуває під напругою. Таким чином основними

переваги пристроїв захисного відключення є швидкодія і автоматичне

спрацювання.

Впровадження даного підходу дозволить значно підвищити безпеку

праці обслуговуючого персоналу цеху по переробці гречки шляхом усунення

можливості ураження людини електричним струмом.

Розроблена також система блискавкозахисту цеху переробки гречки.

## ВИСНОВКИ

# НУБІП України

Магістерська кваліфікаційна робота присвячена удосконаленню технологічної лінії первинної переробки гречки, для чого було проаналізовано процес гідротермічної обробки гречки. Гідротермічна обробка зерна за допомогою пари зберігає цілісність зерна. Це дозволяє збільшувати виробництво якісної цілої гречки і зменшувати отримання проділу.

# НУБІП України

1. На основі аналізу запропоновано оптимальну послідовність операцій для первинної обробки гречки: пропарювання – сушіння – охолодження. Для відпрацювання технологічних режимів побудовано графічні залежності вологості та температури від тривалості обробки: вологість гречки після пропарювання повинна становити 18%, після сушки - 15%, після охолодження – 14%; температура гречки не повинна перевищувати 50°C. Для забезпечення

# НУБІП України

вище зазначених показників прийнята температура пропарювання 110°C (0,25МПа) тривалістю 4 хвилини. Процес сушки здійснюється сухим повітрям температурою 70°C з тривалістю 5 хвилин. Процес охолодження повинен тривати не менше 10 хвилин сухим повітрям температурою 20°C. Такі режими

# НУБІП України

дозволяють найефективніше зневоднювати зовнішні оболонки зерна, які стають більш крихкими і легше розколюються при лушненні.

# НУБІП України

2. Для реалізації технології переробки гречки було обгрунтовано та вибрано силове електрообладнання і освітлення цеху. Відповідно до розробленої функціональної схеми цех включає: приймальний бункер, ваговий дозатор, два ковшових елеватори, аспіраційну колонку, апарат для гідротермічної обробки, лушильно-шліфувальну машину, ситовий сепаратор, повітряний сепаратор, збірник побічних продуктів обробки, вентилятор, пароутворювач. Вибране та обгрунтоване силове обладнання цеху - електродвигуни приводів ковшового елеватора та витяжного вентилятора.

# НУБІП України

3. Для освітлення приміщень цеху було вибрано найбільш економічно обгрунтовані світлодіодні лампи. Розрахунок освітлення проводили із застосуванням методу коефіцієнта використання світлового потоку.

# НУБІП України



Проведений вибір електросилового обладнання та освітлення приміщень цеху забезпечує мінімізацію енергозатрат при переробці гречки.

4. Для підвищення ефективності функціонування проведена розробка системи автоматизованого керування лінією виробництва гречаної крупи на основі обґрунтованих вимог до процесу автоматизації виробництва. Для забезпечення контролю за технологічним процесом передбачено встановлення необхідних датчиків.

5. На основі проведеного аналізу та виявлених законів і критеріїв керування об'єктом, а також вимог, що висуваються до точності контролю технологічних параметрів, якості регулювання та надійності, була розроблена функціональна схема автоматизації, а також електрична принципіальна схема автоматизованого керування лінією первинної обробки гречки. Розрахунки підтвердили належну надійність і якість роботи автоматизованої системи керування.

6. Для посилення охорони праці були передбачені пристрої захисного відключення, основними переваги яких є швидкодія і автоматичне спрацювання. Розроблена система блискавкозахисту цеху переробки гречки.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Звіти господарської діяльності ТОВ «Гостинце»
2. Баранов Л.А., Захаров В.А. Світлотехніка та електротехнології. - М.: Колос, 2006. - 344 с.
3. Василенко Н.М. — Основы научных исследований по механизации сельскохозяйственного производства / Н.М. Василенко, Л.В. Погорельцй. — К.: Вища школа, 1986. — 266 с.
4. Видмиш А.А. Теорія електропривода. Курсове та дипломне проектування. Самостійна та індивідуальна робота студентів: навч. Посіб./ А.А. Видмиш, С.М. Бабій, В.В. Петрусь. — Вінниця: ВНТУ, 2012. — 101 с.
5. Гончар В. Ф. Електрообладнання і автоматизація сільськогосподарських агрегатів і установок. - К.: Вища школа, 1989. — 342 с.
6. Довідник сільського електрика / В.С.Олійник — К.: Урожай, 1989. — 262с.
7. Егоров Г.А. Технология муки и крупы/ Г.А. Егоров, Т.П. Петренко. Учеб. для студ. вузов, обучающихся по спец. 270100 «Технология хранения и переработки зерна». — М.: Изд. комплекс МГУПП, 1999. — 336 с.
8. Електричне освітлення та опромінення: Навчальний посібник / Л.С. Червінський, П.О. Кашенко, Т.А. Семенов за ред. Л.С. Червінського. — К.: , 2008. — 198 с.
9. Електропривод і автоматизація: Навчальний посібник / О.Ю.Синявський, П.І Савченко, Ю.М. Лаврінченко та ін.; За ред. О.Ю.Синявського. — К.: Аграр МедіаГруп, 2013. — 586 с.
10. Ермолаев С.А. Эксплуатация энергооборудования в сельском хозяйстве/ С.А. Ермолаев, Е.П. Масюткин, В.Ф. Яковлев (под ред. С.А. Ермолаева) Учебник. — Н.:Фирма «Инкос», 2005 — 670с.
11. Коломієць А.П., Кондратьєва М.П. Монтаж електрообладнання і засобів автоматизації. - М.: Колос, 2007. - 351 с.

12. Матвійчук В.А. Методичні вказівки по оформленню дипломних робіт магістра для студентів ОКР «Магістр» спеціальності 8.10010101 «Енергетика сільсько-господарського виробництва» та студентів ОС «Магістр» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка»/ Матвійчук В.А., Стаднік М.І., Рубаненко О.О. .– Вінниця: ВНАУ, 2016. - 63 с.

19. Матвійчук В.А. Технології наукових досліджень Навч. посібник / Матвійчук В.А., Лежнюк П.Д., Рубаненко О.Є. - Вінниця: ВНАУ, Л 49 2015. - 190 с.

20. Матвійчук В. А. Електротехнології в АПК: навчальний посібник / В. А. Матвійчук, О. Є. Рубаненко, І. П. Стаднійчук. ВНАУ – Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020. – 272 с.

21. Матвійчук В. А. Діагностування електрообладнання: навчальний посібник / В. А. Матвійчук, О. Є. Рубаненко, І. О. Гунько. ВНАУ – Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020. – 140 с.

22. Справочник по механізації и автоматизации в животноводстве и пищеводстве / А.С. Марченко, Р.Е. Кистень, Ю. Н. Лавриненко и др. Под ред. А.С. Марченко – К.: Урожай, 1990-756 с.

23. Тарасенко І.С. Організація сільськогосподарського виробництва / І.С.Тарасенко, Л.Я. Зрібняк, М.М. Ільчук. - К.: Тиж. Освіта, 2000. - 446с.

24. Технічна механіка. Підручник. Калетнік Г.М., Булгаков В.М., Черниш О.М., Кравченко І.Є., Солоня О.В., Цуркан О.В. – К.: «Хай-Тек-Прес», 2011. – 340 с.

25. Червінський Л. С. Електричне освітлення та опромінення/ Л. С Червінський, Л. О. Сторожук/ Посібник. – К.: Вид-во ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2013. – с.

НУБІП України

НУБІП України

**ДОДАТКИ.**

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

# НУБІП України

Українські стандарти, що узгодженні з міжнародними

ДСТУ ІЕС/ТС 61231 :2005 Міжнародна система кодування ламп (ІЕС/ТС 61231:1999, ІДТ)

ДСТУ ІЕС 62035 :2005 Лампи розрядні (крім ламп люмінесцентних).

Вимоги безпеки (ІЕС 62035:2003, ІДТ)

ДСТУ ІЕС 61547-2:2001 Електромагнітна сумісність. Обладнання для загального освітлення. Вимоги до несприйнятливості (ІЕС 61547:1995, ІДТ)

ДСТУ ІЕС 61347-2-9:2007 Пристрої керування лампами. Частина 2-9. Додаткові вимоги до пускорегулювальних пристроїв для розрядних ламп (крім люмінесцентних ламп)

ДСТУ ІЕС 61347-2-8 :2005 Пристрої керування лампами.

Частина 2-8. Додаткові вимоги до пускорегулювальних пристроїв для люмінесцентних ламп (ІЕС 61347-2-8:2000, ІДТ)

ДСТУ ІЕС 61347-2-7 :2007 Пристрої керування лампами.

Частина 2-7. Додаткові вимоги до електронних пускорегулювальних пристроїв з живленням від джерел постійного струму для аварійного освітлення (ІЕС 61347-2-7:2000, ІДТ)

ДСТУ ІЕС 61347-2-4 :2007 Пристрої керування лампами.

Частина 2-4. Додаткові вимоги до електронних пускорегулювальних пристроїв з живленням від джерел постійного струму для загального освітлення (ІЕС 61347-2-4:2000, ІДТ)

ДСТУ ІЕС 61347-2-3 :2007 Пристрої керування лампами.

Частина 2-3. Додаткові вимоги до електронних пускорегулювальних пристроїв з живленням від джерел змінного струму для люмінесцентних ламп (ІЕС 61347-2-3:2000, IDT)

ДСТУ ІЕС 61347-2-10:2007 Пристрої керування лампами.

Частина 2-10. Додаткові вимоги до електронних перетворювачів струму та перетворювачів для роботи з високочастотними трубчастими розрядними лампами холодного запалювання

(неонових трубок)

ДСТУ ІЕС 61347-1 :2006 Пристрої керування лампами.

Частина 1. Загальні вимоги та вимоги безпеки (ІЕС 61347-1:2003, IDT)

ДСТУ ІЕС 61199 :2005 Лампи люмінесцентні одноцокольні.

Вимоги безпеки (ІЕС 61199:1999, IDT)

ДСТУ ІЕС 61195 :2003 Лампи люмінесцентні двоцокольні.

Вимоги безпеки (ІЕС 61195:1999, IDT)

ДСТУ ІЕС 61167 :2005 Лампи металогалогенові (ІЕС

61167:1992, IDT)

ДСТУ ІЕС 60968-2001 Лампи з вмонтованим

пускорегулювальним пристроєм для загального освітлення. Вимоги безпеки (ІЕС 60968:1999, IDT)

ДСТУ ІЕС 60598-2-8 :2007 Світильники Частина 2-8.

Додаткові вимоги.

Світильники

ДСТУ ІЕС 60598-2-6 :2007 Світильники. Частина 2-6.

Додаткові вимоги. Світильники з вмонтованими трансформаторами  
або перетворювачами для ламп розжарювання

ДСТУ ІЕС 60598-2-5-2002 Світильники. Частина 2. Окремі

вимоги. Розділ 5. Прожектори заливального світла (ІЕС 60598-2-  
5:1998, IDT)

ДСТУ ІЕС 60598-2-2 :2007 Світильники. Частина 2-2.

Додаткові вимоги. Світильники вмонтовані

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## Галузеві норми освітлення сільськогосподарських підприємств будівель і споруд\*

Будівлі і споруди	Освітленість, лк, від ламп	
	газороз- рядних	розжа- рюван ня
Тваринницькі будівлі		
Приміщення для утримання корів і ремонтного молодняка	75	30
Телятники	100	50
Приміщення для відгодівлі свиней	50	20
Приміщення ля утримання свиноматок, порсят – сису- нів, ремонтного молодняка	75	30
Приміщення для утримання маток, баранів, молодняка	-	30
Приміщення для стрижки овець	200	150
Приміщення для утримання робочих коней	50	20
Приміщення для племінних коней, молодняка	75	30
Пташники		
Приміщення для утримання курей на підлозі	75	30
Приміщення для утримання курей в клітках (на годів- ницях по всіх ярусах)	75	30
Приміщення для ремонтного молодняка, бройлерів, різних видів птиці на м'ясо	75	30
Інкубатори (на підлозі)	75	30
Інші приміщення сільськогосподарського призначення		
Пункти штучного осіменіння	200	150
Доїльні зали та майданчики (робоча зона)	200	150
Приміщення для прийому та переробки молока	150	100
Приміщення для зберігання кормів	-	20
Длянки для обробки і приготування кормів	100	50
Лабораторії різного призначення	300	150
Вигульний майданчик	0,5	0,5
Фуражні, приміщення для зберігання інвентаря, запасів кормів та підстилки	-	10
Складські приміщення для зерна	-	5
Складські приміщення для картоплі, овочів та фруктів	-	20
Виробничі приміщення для обробки зерна	-	10

\* Норми освітленості наведено на рівні підлоги



# Основні типи і технічні характеристики світильників (ОСТ 16-0.535.070-83)

Ступінь захисту	Світлороз-поділ за ГОСТ 13828-74	Типи світильників	Потужність ламп, Вт	ОСТ,ТУ на виготовлення світильника
IP51	М	НСП02	100	ОСТ16-0.535.046-79
IP54	М	НСП03	60	ТУ16-545.310-80
IP22	Л, М	НСП04	200	ТУ16-545.280-80
IP60	М	НСП09	100, 200	ОСТ16-0535.046-79
IP60	Д, М	НСП11	500	ОСТ16-0535.046-79
IP20	Л, Д	НСП17	200	ТУ16-545.341-81
IP50	Д	НСП20	500	ТУ16-545.340-80
IP50	Д	НСП2V	100, 200	ТУ16-545.333-80
IP53	Д	НСП32	500	ТУ16-545.340-81
IP54	Д	НП02	100	ТУ16-545.190-78
IP64	Д	ВЗГ	100	ТУ16-545.190-78
IP64	Д	ППР	100, 200	
Світильники з люмінесцентними лампами				
IP20	Д	ЛСП02	2×40	ОСТ16-0535.033-78
IP20	Д	ЛСП06	2×65	ОСТ16-0.535.033-78
			2×80	
			2×40	
			2×65	
IP53	Д	ЛСП09	2×80	ОСТ16-0.535.033-78
			1×40	
IP20	Л, Д	ЛСП13	1×40	ОСТ16-0.535.033-78
IP53	Д	ЛСП18	1×18	ТУ16-545.211-84
IP53	Д	ЛСП18	2×18	
IP53	Д	ЛСП18	2×36	
IP65	М, Д	ЛСП18	1×40	
IP53	Д	ЛСП18	1×36	
IP53	Д	ЛСП18	2×40	
IP53	Д	ЛСП18	1×58	
IP53	Д	ЛСП18	2×58	
IP53	Д	ЛСП18	1×65	
IP53	Д	ЛСП18	2×65	
IP50	М	ЛСП22	1×65	ТЗАИКР.6700.56.0065-81
			2×65	
			1×80	
IP54	Д	ЛСП14	2×40	
IP54	Д	ЛСП15	2×40	
IP54	Д	ЛСП15	2×80	
IP53	Д	ПВЛП	2×40	ОСТ16-0.535.033-78

# НУБІП України

Світлотехнічні характеристики світильників  
(сила світла ( $I_{\alpha}$ )<sub>T</sub>, кд, при умовній лампі із світловим потоком  
 $\Phi=1000\text{лм}$ )

Град.	ЛСП18-40							ЛСП18-2 × 40			
	ПР-100, ППР-200 НСР01, НСП09	ПРД-100, ППД-200	НСП01 "Астра1,12"	РСН05/К03, С35ДРЛ	КСХ-60С	НСП02, НСП03	РСН05/Д03, РСН08/Д03 СУД ДРЛ	Повзд.	Повзд. Полер.		
0	75	177	238	1050	103	62	290	174	174	190	190
5	74	178	229	980	125	58	290	174	174	188	190
15	77	190	215	830	100	58	285	174	172	180	190
25	83	190	204	530	96	72	255	167	169	158	185
35	85	172	195	215	92	69	236	155	160	125	170
45	81	160	164	80	89	72	185	134	152	90	137
55	77	137	145	38	86	73	118	106	140	65	87
65	71	114	122	8	84	74	60	80	128	60	65
75	69	44	76	-	81	70	28	54	114	30	50
85	68	7	7	-	73	66	5	30	103	20	45
90	66	3	3	-	66	64	-	10	96	0	47
95	63	-	-	-	62	63	-	-	90	5	50
105	66	-	-	-	47	59	-	-	84	20	80
115	71	-	-	-	31	52	-	-	76	30	82
125	64	-	-	-	18	51	-	-	63	35	67
135	34	-	-	-	10	46	-	-	47	42	45
145	8	-	-	-	4	22	-	-	33	45	38
155	3	-	-	-	2	14	-	-	12	50	38
165	2	-	-	-	1	8	-	-	-	5,5	40
175	1	-	-	-	1	3	-	-	-	58	42
180	-	-	-	-	1	-	-	-	-	50	50

# НУБІП України

Питома потужність загального рівномірного освітлення світильниками НСП01 (Астра1, 12), НСП21, НСП02, НСП03 (враховані значення  $\rho_{ст} = 50\%$ ;  $\rho_c = 30\%$ ;  $\rho_{п} = 10\%$ ;  $K = 1,3$ ;  $Z = 1,15$ )

Н <sub>р</sub> , м	S, м <sup>2</sup>	Питома потужність, Вт/м <sup>2</sup> , при освітленості, лк						
		5	10	20	30	50	75	100
Для світильників НСП01, НСП21								
2...3	10-15	2,5	4,5	8	11,3	11,8	26,4	33,6
	15-25	2,1	3,7	6,5	9,1	14,5	21	26,7
	25-50	1,8	3,2	5,6	7,7	12,5	17,8	22,5
	50-150	1,5	2,7	4,7	6,5	10,6	15	19,4
	150-300	1,3	2,3	4,1	5,6	9,4	13,3	17
	>300	1,2	2,1	3,8	5,2	8,7	12,4	15,5
Для світильників НСП02, НСП03								
2...3	10-15	5	10	20	30	50	75	100
	15-25	3,8	7,5	15	22,5	37,5	56,3	75
	25-50	2,8	5,7	11,4	17,1	28,5	42,7	57
	50-150	2,3	4,5	9	13,5	22,5	33,8	45
	150-300	1,9	3,9	7,5	11,3	18,8	28,1	37,5